

Determinación de humedad en harina precocida de maíz blanco utilizando un horno de microondas doméstico

Determination of moisture in flour precooked white corn using a domestic microwave oven

HUGO W BIANCO D¹, TARCISIO CAPOTE L², CARLOS GARMENDIA G³

RESUMEN

El contenido de humedad es un parámetro de principal interés entre los índices que regulan la calidad de granos, cereales y sus derivados. Los métodos oficiales para determinar la humedad (AOAC 32.1.03, ISO 6540:1980, NTC 2227:86 y COVENIN 2135:96) tienen la desventaja de consumir mucho tiempo en la determinación porque requieren la desecación de la muestra en estufa. En este trabajo se compara el método propuesto de secado de la muestra de maíz blanco en un horno doméstico de microondas contra el método rápido convencional de termobalanza infrarrojo y los métodos de referencia oficiales AOAC (32.1.03) y COVENIN (2135:96). Se determinaron las condiciones de análisis: tamaño de muestra, tipo de recipiente, distribución de la muestra, condiciones de operación usando un microondas doméstico de 700 W de potencia, así como el secado en uno o varios pasos. Entre el método propuesto y el método de referencia no se encontraron diferencias estadísticamente significativas a $p < 0,05$; el tiempo de secado se redujo de varias horas a pocos minutos: 4 min con 90% de potencia. Como se puede concluir que es factible la determinación de humedad por volatilización en una matriz de harina precocida de maíz blanco usando un horno de microondas doméstico.

Palabras Claves: contenido de humedad, harina de maíz precocida, secado por microondas.

ABSTRACT

The moisture content is a primary parameter between indices governing the quality of grains, cereals and cereal products. The official methods for determining moisture (AOAC 32.1.03, ISO 6540: 1980, NTC 2227: 86 COVENIN 2135: 96) have the disadvantage of to be time consuming that require drying oven method. The aim in this paper was compare the proposed method of drying sample of white corn with domestic microwave oven against conventional rapid method of infrared thermobalance and official reference methods AOAC 32.1.03 method and COVENIN 2135:96. Sample size, vessel kind, sample container distribution, operations conditions using domestic 700 W microwave and also analysis employed to one or more drying steps were determined. Between the proposed and the reference method not statistically significant differences were found at $P < 0.05$; drying time was reduced from several hours to a few minutes: 4 min at 90% power. It can be concluded that the determination of moisture by volatilization in a matrix of precooked white corn flour using a domestic microwave oven is feasible.

Keywords: moisture content, precooked flour, corn flour, microwave drying.

1. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Decanato de Agronomía, Programa de Técnico Superior Agroindustrial, Departamento de Ecología y Control. Tocuyo, Estado Lara-Venezuela. Telf. +58-251-2592000 E-mail: biancoh@ucla.edu.ve
- 2.. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Decanato de Agronomía, Programa de Agronomía, Departamento de Ciencias Biológicas, Cabudare - Barquisimeto, Estado Lara - Venezuela. Email: tcapote@ucla.edu.ve
3. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA), Decanato de Agronomía, Programa de Técnico Superior Agroindustrial, Control de Calidad de Alimentos. Tocuyo, Estado Lara-Venezuela. E-mail: carlosgarmendia@ucla.edu.ve

INTRODUCCIÓN

El contenido de humedad es uno de los parámetros de mayor interés entre los que regulan la calidad de los granos y sus productos derivados, de allí la importancia de su determinación por métodos fiables. También influye de manera determinante en su conservación o resistencia al deterioro, a su vez es la referencia de la base seca del análisis bromatológico y en las operaciones comerciales de compra y venta. En la cadena productiva de la agroindustria el seguimiento del contenido de humedad se inicia con la cosecha y continúa con las operaciones de recepción, secado, almacenamiento, transporte, transformación, empaque y disposición final al consumidor. Por eso, los métodos para su cuantificación son muy diversos, pudiendo ser dispositivos no destructivos para detección continua en tiempo real en la línea de producción o con técnicas de laboratorio⁽¹⁾.

La técnica por excelencia para cuantificar el contenido de humedad en una muestra, es la determinación gravimétrica. La misma se fundamenta en someter la muestra a calentamiento en una estufa y luego medir la pérdida de peso debido a la volatilización del agua⁽²⁾. La Association of Official Analytical Chemists (AOAC), reconoce esta técnica por el método oficial (32.1.03), para la determinación de humedad en alimentos sólidos y harinas⁽³⁾. Para su aplicación requiere de prolongados tiempos de secado en la estufa, entre 3 y 16 horas, dependiendo de la composición de la matriz y la temperatura empleada⁽¹⁾; siendo esta la principal desventaja de ésta técnica. Además de la técnica gravimétrica para la cuantificación de humedad existen alternativas rápidas para su determinación como son los equipos instrumentales que emplean un dispositivo de secado integrado a una balanza de precisión, que engloban los siguientes aspectos: a) los analizadores de humedad con tecnología halógena de calentamiento que proveen rápido calor infrarrojo conocidos comúnmente como termobalanza de secado por radiación infrarroja, con las cuales se logra una determinación en minutos⁽⁴⁾. Asimismo, es muy importante destacar que son muy utilizadas para trabajos de rutina, pero aún no están reconocidas como un método oficial por la AOAC y b) por microondas.

El uso de la radiación de microondas en la determinación de humedad ha sido reportado desde décadas pasadas⁽⁵⁾. Sin embargo, ha sido con los avances tecnológicos actuales que se disponen de equipos con los cuales se pueden hacer determinaciones rápidas de humedad en pocos minutos, siendo este un factor determinante cuando se trabajan con gran cantidad de muestras⁽⁶⁾. Una desventaja de los primeros analizadores de humedad integrados con fuente de microondas fue que su uso se limitaba a muestras con bajo contenido de humedad y solían ocurrir quemaduras puntuales en la muestra por calentamiento irregular o exceso de exposición. Para solventar estas limitaciones los analizadores de humedad o termobalanzas por microondas, de reciente aparición cuentan con mejoras tecnológicas como una plataforma giratoria para lograr la irradiación homogénea de la muestra, sistema de extracción del vapor de agua con sensor de humedad en la cámara de secado y sistema de monitoreo de peso controlado por un microprocesador que señala el punto final del análisis para evitar el sobrecalentamiento. Estas mejoras permiten analizar muestras en un amplio contenido de humedad entre 8 y 100% p/p en tiempos de entre 79 y 260 segundos⁽⁷⁾. A pesar de estos nuevos avances técnicos en la instrumentación de los analizadores de humedad por microondas, para la AOAC (2006), su uso como método oficial es solo reconocido para pollo, productos cárnicos⁽⁸⁾ y tomate procesado⁽⁹⁾. Los analizadores de humedad con microondas integrados tienen un costo entre los 9000 y 20000 \$ para los modelos recientes. Una alternativa de bajo costo se ha reportado con el empleo del horno de microonda doméstico, el cual funciona mediante generación de ondas de radio de alta frecuencia, que son absorbidas por los alimentos y dado que muchas moléculas (como la del agua) son dipolos eléctricos, giran en su intento de alinearse con el campo eléctrico alterno de la microonda y al rotar las moléculas chocan con otras disipando la energía en forma de calor, y basándose en esta premisa es que se ha empleado para cuantificar el contenido de humedad en materiales de origen vegetal, siendo utilizado en la determinación de materia seca como forraje en forma rápida y confiable⁽¹⁰⁾ y reportan su uso con excelente desempeño en la determinación de humedad en tubérculos frescos de yuca, ñame y plátano⁽¹¹⁾.

Por su parte, la harina precocida de maíz blanco es un alimento de primordial importancia en la mesa del venezolano, para la elaboración de la tradicional arepa. El proceso de elaboración fue desarrollado en el país a mediados del siglo XX y es empleado en muchas empresas en Venezuela y Latinoamérica⁽¹²⁾. Para la cuantificación de humedad en maíz o sus derivados, las metodologías vigentes en Venezuela, se basan en el uso de la estufa para la deshidratación de la muestra⁽¹³⁾ en donde, es secado a una temperatura entre 130 y 133 °C para su posterior determinación gravimétrica⁽¹⁴⁾. De igual manera, se emplea el mismo procedimiento en la Norma Técnica Colombiana para maíz en granos o molidos⁽¹⁵⁾. En Venezuela, la Norma COVENIN (2135:96) para harina de maíz precocida⁽¹⁶⁾ y la norma COVENIN (1153:80) para determinar humedad en cereales, leguminosas, harinas y almidones⁽¹³⁾, establece que se cuantifica el contenido de humedad por gravimetría luego de someter la muestra a desecación en una estufa a 130 °C a presión atmosférica.

Adicionalmente, las políticas nacionales de soberanía agroalimentaria han favorecido el establecimiento creciente de nuevas plantas de producción de harina de maíz, muchas de ellas concebidas como empresas de producción social, que requerirán implementar sus capacidades en control de calidad. Asimismo, el Estado para apoyar y atender esas nuevas necesidades en el sector alimenticio ha establecido estrategias en el área de ciencia, tecnología e innovación para asegurar la transferencia tecnológica a este sector⁽¹⁷⁾.

Por lo cual, facilitar una técnica analítica rápida, confiable y de bajo costo como la propuesta en esta investigación para el control de la humedad en la harina de maíz precocida, juega un papel preponderante tanto para las empresas como para los consumidores y en especial para los venezolanos, dada la relevancia que representa la harina precocida de maíz blanco para la elaboración de la arepa para los venezolanos. El objetivo de este trabajo fue evaluar la factibilidad del empleo de un horno de microondas doméstico para la determinación del contenido de humedad en la harina precocida de maíz blanco comparando los resultados con el método oficial de referencia y un método rápido.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Materiales: Se utilizó como muestra de referencia una harina precocida de maíz blanco comercial de una marca reconocida de producción nacional en su empaque original. Para la conservación la muestra de harina de maíz, fue mantenida en su empaque original dentro de un recipiente cerrado (deseCADOR) para evitar pérdidas o ganancia de humedad.

Equipos: Se empleó un horno de microondas con plato giratorio marca Daewoo, con sistema Concave Reflex System (CRS). La estufa, marca Memmert y un Analizador de humedad con halógeno marca OHAUS modelo MB45 (termobalanza) y balanza analítica OHAUS modelo Adventure.

Los recipientes para contener la harina fueron cápsulas de tipo Petri modificadas por los autores del trabajo, que consistió en bordes menos altos para reducir su profundidad y vidrios de reloj, ambos de 5,5 cm de diámetro.

Caracterización de la muestra de harina precocida de maíz por el método de referencia: La harina de maíz se caracterizó en su grado de humedad, usando el método de referencia AOAC (32.1.03)⁽³⁾ y la termobalanza, realizando cinco (5) replicas por método. El porcentaje de humedad (% p/p) se expresó como la pérdida de masa de la muestra en unidades porcentuales, COVENIN (1553:80)⁽¹³⁾.

El tiempo de secado en estufa a presión atmosférica osciló entre 3 y 4 horas y en termobalanza su intervalo estuvo comprendido entre 10 - 12 minutos por muestra.

Potencia de operación del horno de microondas: El diseño del horno de microondas doméstico empleado en esta investigación, operar a una frecuencia fija, a una potencia de 700 W y para su uso, se debe seleccionar una fracción o porcentaje de potencia de operación (%P) y un tiempo de exposición (t). Es por ello, que cuando se hace la selección del porcentaje de potencia, en realidad se determina la fracción de tiempo que permanecerá encendido el magnetrón durante el período de operación elegido.

Por esta razón, se verificó la potencia de operación del horno de microondas en vatios (**W**), y se determinó el incremento de temperatura a un litro de agua durante el calentamiento a 100% de potencia por un tiempo

de dos minutos y se empleó la siguiente relación para determinar la potencia real del horno: $W=Cm\Delta T$. En donde: C es el coeficiente calórico del agua; m , la masa de agua y ΔT , la variación de temperatura en grados Celsius.

Condiciones de trabajo del horno de microondas: Las condiciones de trabajo del se evaluaron con las variables de exposición de potencia, medida como porcentaje de potencia (%P) y tiempo de operación en el horno para variar las condiciones de calentamiento y consiguiente secado de la muestra.

Masa de la muestra de harina precocida de maíz blanco, recipiente y efecto de la distribución de la muestra (compactación): Para evaluar la influencia del tamaño de la muestra de harina de maíz se estudiaron cantidades comprendidas entre 1 a 5 gramos, depositadas en dos tipos de recipientes contenedores, una cápsula de vidrio modificada (CM) con diseño especial para esta investigación y un vidrio de reloj (VR), y para cada caso se realizaron cinco réplicas.

El efecto de distribución de la muestra (compactación), se evaluó de acuerdo a la disposición de la misma en el recipiente y se valoró de dos formas, una distribuyendo homogéneamente la muestra de harina golpeando repetidamente el recipiente con compactación (CC) y la segunda por distribución sobre el recipiente por esparcimiento de la harina usando una espátula para dejar la superficie visualmente homogénea sin compactación (SC). Cada operación se realizó con un número de cinco repeticiones, con seis programas calentamiento que poseen tres etapas cada uno (Gráfico 1), y se comparó con los resultados obtenidos con la termobalanza, debido a que los valores de humedad arrojados son similares al método oficial gravimétrico con estufa, pero requiere de menor tiempo en la determinación y es él más empleado en la agroindustria.

Condiciones de secado por microondas: Se evaluaron 53 programas de secado simple, que consistieron en someter una masa constante de harina precocida de maíz de 3 g y se le expuso a potencias de operación (%P) fijas entre 40 – 100 con intervalos de tiempo creciente y se realizaron cinco réplicas por calentamiento.

Posteriormente, se relacionó como las variables de estudio el porcentaje de potencia de operación (%P)

entre 40 y 100 y tiempo de operación (t) de 1 a 20 minutos en tres etapas que comprendieron: un paso de secado inicial, seguido de un periodo de reposo sin calentamiento y un secado final; se empleó una masa de 3 g de la harina y en cada caso se efectuaron cinco réplicas. Los valores se evaluaron con el método de referencia oficial por comparación de medias.

Pruebas estadísticas: Para los estudios de: a) comparación entre los métodos de referencias (termobalanza y estufa a presión atmosférica), b) potencia en función al tiempo de exposición con una mansa constante de 3 g de muestra y c) la relación de los programas de calentamiento con ciclos de 3 etapas. En cada una de ellas se aplicó la prueba t de Student. En cambio, para el efecto de distribución de la muestra (compactación) y tipo de contenedor, se emplearon la prueba de ANOVA y de diferencias mínima significativa (LSD) de Fisher. Para las pruebas estadísticas se utilizó el programa Statgraphics Centurion XVI y se fijó un nivel de confianza de un 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Se determinó que el horno de microondas doméstico utilizado en el estudio operó con una potencia de 690 W siendo el valor nominal expresado por el fabricante de 700 W.

El método oficial de referencia empleado que fue de desecación con estufa a presión atmosférica, se determinó que el contenido de humedad en la harina precocida de maíz blanco fue de $9,82 \pm 0,07$ % p/p y por la termobalanza infrarrojo un valor de $9,87 \pm 0,05$ % p/p; la comparación entre ambas metodologías empleando la prueba t no mostraron diferencias significativas con 5 repeticiones a un nivel de confianza de $p=0,05$.

Con el propósito de evaluar el efecto de la potencia y el tiempo de exposición a al horno de microonda en la desecación de la muestra, medida como contenido de humedad (% p/p), se estableció una masa constante de muestra representada por 3 g y se sometió a calentamiento por escala de tiempo y potencia en forma creciente, teniendo en cuenta que la muestra no se quemara.

En lo concerniente a la influencia de la forma del recipiente y efecto de la distribución de la muestra de harina (compactación), sobre el recipiente los resulta-

dos se pueden observar en el Gráfico 1. Para los seis programas de calentamiento con el horno de microondas doméstico evaluados y la termobalanza, se realizó la prueba de ANOVA y se determinó que existen diferencias significativas ($p=0,05$) entre las medias de capsula modificada sin compactación (CM-SC), capsula modificada con compactación (CM-CC), vidrio de reloj sin compactación (VR-SC), vidrio de reloj con compactación (VR-CC). Al realizar la prueba de diferencias mínima significativa (LSD) de Fisher, en donde se realizaron 6 combinaciones en función del tipo de recipiente y de la distribución de la harina dentro del mismo los grupos homogéneos donde la muestra se dispuso de la misma forma, se observó que las medias que no difirieron estadísticamente con un $p=0,05$ fueron la entre la CM-SC y el VR-SC, así como CM-CC y VR-CC, lo que indica la influencia de la distribución de la muestra (compactación) y no del tipo de recipiente en la determinación.

Como se observa en el Grafico 2 de los 53 programas de calentamiento simple evaluados, solo seis no mostraron diferencias estadísticamente significativas con el contenido de humedad de la harina, determinado con los métodos de referencia. Asimismo, los resultados de humedad para los programas de calentamiento simple que no mostraron diferencias estadísticamente significativas al aplicar la prueba t ($p=0,05$) con los métodos de referencia fueron: aquellos que se emplearon potencia de operación y tiempos en minutos (%P:t) 90,00:4,00; 80,00:6,00; 70,00:7,00; 70,00:8,00 y 60,00:8,00, obteniéndose porcentajes de humedad de: $9,7\pm 0,2$; $9,6\pm 0,2$; $9,5\pm 0,2$; $10,0\pm 0,5$ y $9,7\pm 0,3$ % p/p respectivamente.

Además, se puede observar que son factibles programas de calentamientos con combinaciones de tiempos cortos de exposición y elevados de potencia y viceversa en un rango de potencia entre 90 y 50 %P con tiempos entre 4 a 15 minutos. La precisión de los

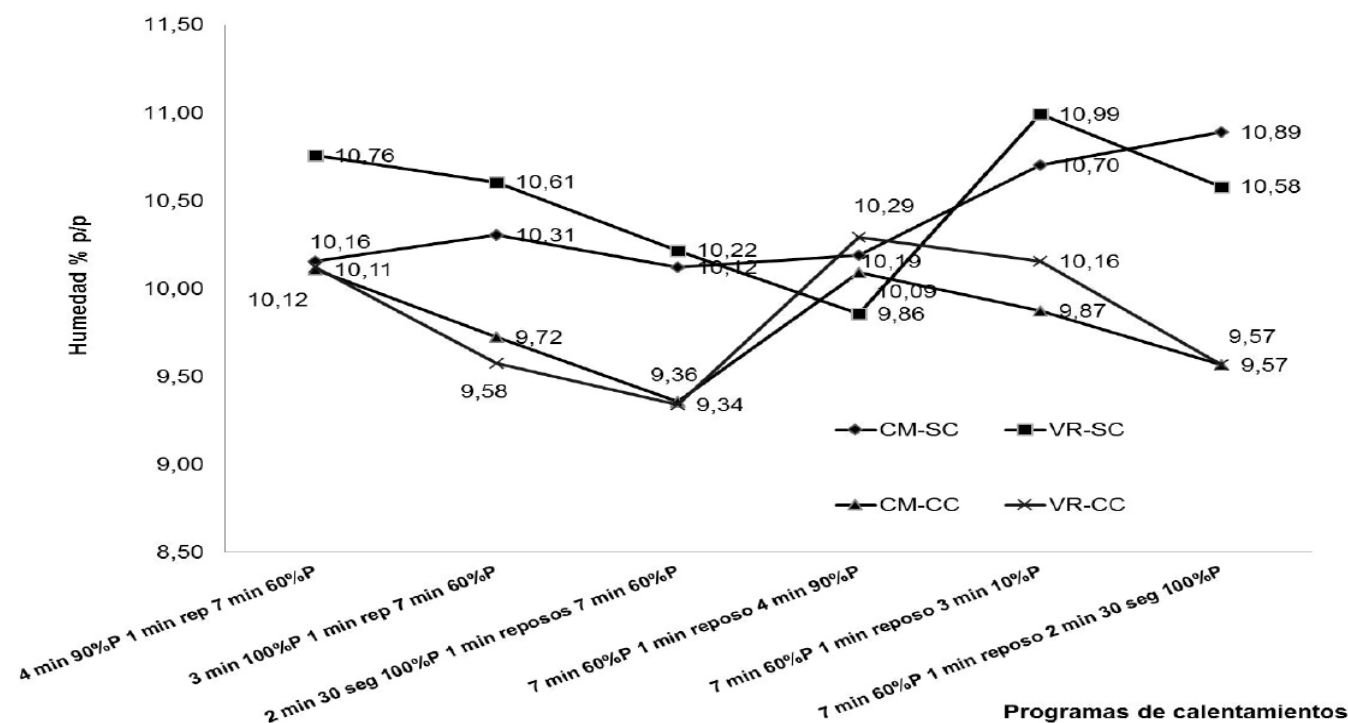


Grafico 1. Efecto de la compactación o no y el diseño de una capsula de vidrio para el horno de microonda, en comparación con el vidrio de reloj, sobre el contenido de humedad (% p/p) de seis programas de calentamiento.

Nota: CM-SC (capsula modificada sin compactación), VR-SC (vidrio de reloj sin compactación), CM-C (capsula modificada con compactación) y VR-C (vidrio de reloj con compactación).

resultados expresada como desviación estándar fue menor a la obtenida por la termobalanza, pero semejante a la obtenida con la desecación con la estufa. Las potencias iguales a 40%P con un tiempo de exposición 14 minutos y de 60%P por seis minutos se obtenían valores de humedad de 8,37 y 8,68 % p/p respectivamente y las muestras no se quemaban, como ocurría en otras potencias superiores, se aproximaban a los valores obtenidos por las técnicas de referencias.

Asimismo, se decidió seleccionar las potencias 40 y 60 %P, para evaluar el efecto de la masa de la muestra en función a la potencia de exposición y de esta manera, determinar la masa requerida para el método propuesto. Para ello, se probaron las condiciones de operación, a 40 %P de potencia durante 14 minutos y 60 %P de potencia durante seis minutos, con cinco masas de harina comprendidas entre 1 a 5 g. Se pueden observar los resultados en la Grafico 3, en donde se representan los promedios del contenido de humedad (% p/p) en función de las masas de las muestras.

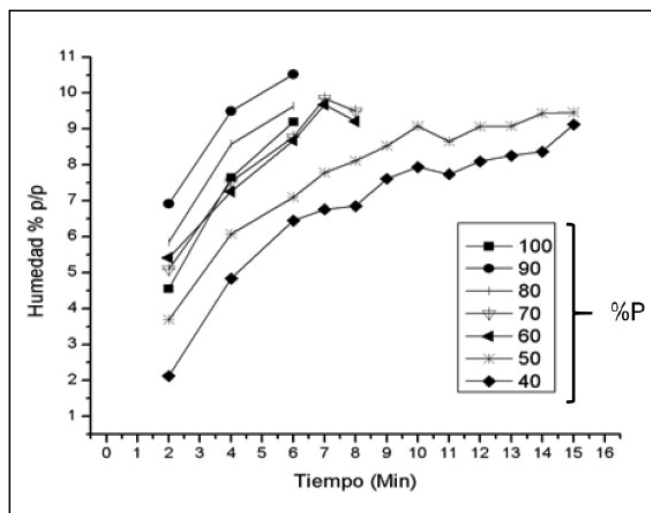


Grafico 2. Efecto de la potencia (%P) y el tiempo de exposición (t) del horno de microonda en la desecación de las muestras, medida como humedad (% p/p).

Para la determinación del intervalo de trabajo (Grafico 3), se observó que para masas superiores a 2 g de harina, no se encontraron diferencias estadísticamente significativa ($p=0,05$) al aplicar la prueba t en

los contenidos de humedad entre los dos programas de calentamientos (6 minutos a 60%P y 14 minutos a 40%P) y los métodos de referencias, pudiéndose emplear cualquier masa comprendida entre 2 – 5 g. Es por ello, que para el presente estudio, se escogió una masa de tres gramos (3 g), por ser la cantidad menor de harina para cubrir la superficie del recipiente con aspecto visual en forma uniforme. Posteriormente se realizaron 24 programas de calentamiento con ciclo de tres etapas (Grafico 4); en donde, solo en cuatro (4) de ellos no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,05$) al aplicar la prueba t , con respecto al método de referencia. Una comparación del programa de secado de tres (3) pasos con el programa de secado simple muestra resultados de igual exactitud y precisión. Este desempeño representa una desventaja por el mayor consumo tiempo en la ejecución del análisis y atención del operario en su realización.

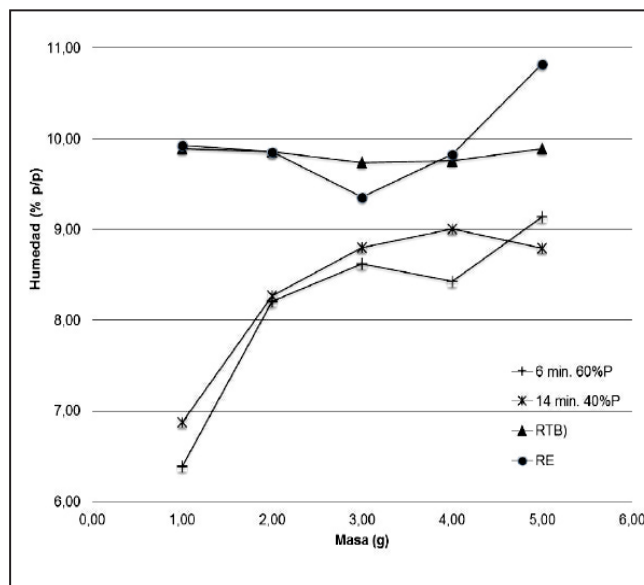


Grafico 3. Humedad (% p/p) en función de la masa (g) de harina precocida de maíz blanco empleando dos condiciones de operación del horno de microonda doméstico en comparación con la termobalanza y estufa a presión atmosférica.

Nota: RTB (Referente Humedad (% p/p) empleando la termobalanza) y RE (Referente Humedad (% p/p) empleando la estufa a presión atmosférica).

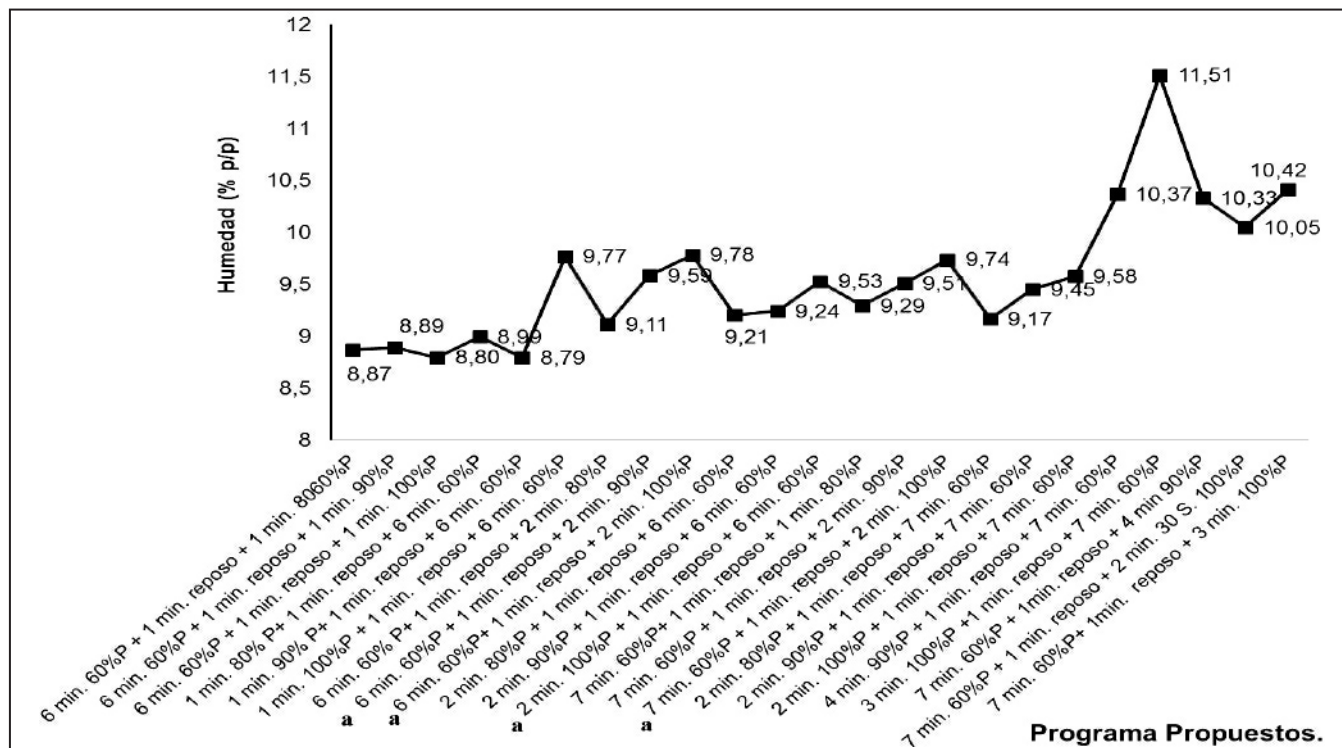


Grafico 4. Humedad (%p/p) contra programas propuestos de tres etapas de calentamiento.

(a) No son estadísticamente diferentes (Student 0,05).

CONCLUSIÓN.

El uso de un horno de microondas doméstico empleando condiciones de tiempo y potencia adecuados para la cuantificación del contenido de humedad en harina de maíz precocida ofrece resultados concordantes con los obtenidos por el método de referencia. Se estableció que el tamaño de masa apropiado de muestra en la determinación está comprendido entre 2 y 5 gramos y que los resultados son independientes del tipo de recipiente utilizado para contener la harina durante de calentamiento, pero la compactación de la muestra en el mismo es un factor sensible en la determinación. Las condiciones de operación más adecuadas para un horno de plato giratorio de 690 W son el empleo de una potencia entre 50 %P y 90 %P con tiempos de exposición de entre 15 y 4 minutos respectivamente.

Asimismo, el empleo del horno de microondas como procedimiento rápido resultó más ventajoso que

el método de referencia por que redujo el tiempo el secado, en comparación con las horas requeridas con la estufa. Otra ventaja del horno de microonda con respecto a la termobalanza es la posibilidad de realizar 5 determinaciones simultáneas en una misma operación de secado. En referencia a los costos entre la termobalanza y la estufa son significativamente superiores que el horno de microonda, lo cual permitiría la fácil adquisición por un laboratorio de control de calidad.

Con este estudio se puede concluir que es factible la determinación de humedad por volatilización en una matriz de harina precocida de maíz blanco usando un horno de microondas doméstico para el secado. Se recomienda establecer las condiciones de operación de acuerdo a las particularidades del horno doméstico para ser usado como método alternativo cuando no es posible emplear los métodos oficiales o para análisis rápido de rutina.

REFERENCIAS

- (1) Bradley RL. Moisture and Total solids analysis. En: S. S. Nielsen. Food Analysis .Springer Science Business Media; 2010. p. 83-100.
- (2) Pomeranz YY, Meloan CE. Determination of Moisture. Food Analysis: Theory and practice. Maryland: Aspen Publishers; 2000. p. 575-601.
- (3) Official Methods of Analysis of AOAC International, Solids (total) and Moisture in Flour – Air Oven Methods (32.1.03).Chapter 32 (1). Maryland: USA; 2006.
- (4) Ohaus (2012). MB35 Moisture Analyzer. Disponible en: <http://mea.ohaus.com/mea/en/home/products/product-families/MB35-EU.aspx> (Consulta: 27 de junio 2012).
- (5) Bouraoui M, Richard P, Fichtali J. A review of moisture content determination in foods using microwave oven drying. Food Research International, Canada, 1995; 26(1): 49-57.
- (6) CEM (2012). Smart Turbo-Moister/Solid analyzer. Disponible en: <http://cem.com/content-cat671.html> (Consulta: 26 de julio de 2012).
- (7) Sartorius (2014). LMA 200PM Microwave Moisture analyzer. Disponible en: <http://www.sartoriusomnimark.com/index.php?id=7197> (Consulta: 8 de agosto 2014).
- (8) Official Methods of Analysis of AOAC International. The moisture in meat and poultry products (39.1.03).Chapter 39 (1). Maryland: USA; 2006.
- (9) Official Methods of Analysis of AOAC International. Methods of Analysis of AOAC Solids (Total) in Processed Tomato Products (42.01.09). Chapter 42 (1). Maryland: USA; 2006.
- (10) Crespo RJ, Castaño JA, Capurro J. A. Secado de forraje con el horno microondas: Efecto sobre el análisis de calidad. Agricultura Técnica. 2007; 67 (2): 210-218.
- (11) Garcia Mogollón C, Dussán Sarria S, Gutierrez-Guzmán N. Uso del horno microondas en la determinación de contenido de humedad: Yuca, ñame, y plátano. Revista Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, Universidad del Cauca, Colombia. 2012; 10, (1): 59-65.
- (12) Vielma M. Caracterización de la agroindustria de harina precocida de maíz en Venezuela. Facultad de Agronomía LUZ. 1998; 15: 472-485.
- (13) Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Productos de cereales y leguminosas. Determinación de humedad (1153). Caracas, Venezuela. Fondo-norma; 1980.
- (14) International Organization for Standardization (1980). ISO Maize-Determination of moisture contents (on milled grain and on whole grain) 6540:1980. Disponible en: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=12934. (Consulta: 21 de julio 2011).
- (15) Norma Técnica Colombiana (2227). Granos y Cereales. Maíz. Determinación del Contenido de humedad (en granos enteros y granos molidos).Bogotá, Colombia. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación; 1986.
- (16) Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN). Harina de maíz precocida (2135). 3ra. Revisión. Caracas, Venezuela: Fondonorma; 1996.
- (17) República Bolivariana Venezuela. Plan de la Patria. Segundo Plan Socialista de Desarrollo Económico y Social 2013-2019. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 6118 Extraordinario 4 diciembre 2013.

Recibido: 20 de abril de 2015 / Aprobado: 16 de junio de 2015