

por: Begoña Martín López;
Luis Carazo Jiménez*

METODO RAPIDO DE ESTIMACION DEL CONTENIDO EN MATERIA SECA DE MUESTRAS DE MAIZ CON HORNO MICROONDAS

INTRODUCCION

El objetivo de esta experiencia ha sido encontrar un método sencillo y rápido de determinar el contenido en materia seca de muestras tomadas en plantas de maíz.

Se pretende que dicho método se desarrolle con materiales sencillos y transportables, que permitan sea efectuado tanto en el laboratorio como en las explotaciones agrícolas.

El conocer el contenido en materia seca es importante ya que está directamente relacionado con varios aspectos del cultivo del maíz tales como: evolución de la materia seca a lo largo del cultivo de la planta, determinación del momento óptimo de la recolección, características de la alimentación animal, etc. También nos permite observar la distribución del agua dentro de la planta y dentro de un mismo entrenudo, lo que nos permite establecer la relación entre los diferentes contenidos en humedad de las distintas partes de la planta. Así es posible determinar donde nos interesa tomar las muestras para analizar y, posteriormente, poder extrapolar los resultados al resto de la planta.

MATERIAL Y METODO

Los materiales empleados son los siguientes:

1. Horno microondas: Marca Electrolux, 800 watos de potencia, 50 Hz y 220 voltios.

2. Balanza de precisión: Marca Bosch, modelo AE200, max: 200 g, de: 0,0001 g.

(*) Universidad Católica de Lovaina.
Facultad de Ciencias Agronómicas.



3. Vaso de agua de 250 cc de capacidad.

Nota: El vaso tiene la función de proteger el horno microondas, puesto que cuando se trabaja con muestras muy pequeñas, éstas absorben una cantidad muy escasa de dichas microondas, siendo el resto absorbido por las paredes del horno, que pueden resultar dañadas.

4. Canastillas de papel.

5. Material para la toma de muestras: macro y micromuestras.

5.1. El material para toma de micromuestras consiste en dos tubos: el primero hueco de 0,5 cm de diámetro y 25 cm de largo, con uno de sus extremos dentado y el segundo tubo macizo, de menos diámetro que el primero y longitud similar o algo mayor. Con el extremo dentado del primer tubo se penetra perpendicularmente a la planta de maíz mediante una cierta rotación, obteniéndose así un

pequeño cilindro de la planta (que se saca del primer tubo presionando con el segundo desde el interior), el cual nos servirá como muestra.

Una gran ventaja de estas micromuestras es que no es necesario destruir la planta para obtenerlas, lo cual permite tomarlas directamente en el campo, sin interrumpir el posterior desarrollo de la planta.

5.2. Las macromuestras son simplemente 50 g de maíz picado.

Las características de los campos de ensayo donde se han tomado las muestras de maíz para la experiencia son:

- Nombre del lugar: Corroy le Grand
- Cultivo anterior: Monocultivo de maíz
- Variedad de maíz: Lixis
- Fecha de siembra: 10/05/1991
- Densidad de siembra: 9500 plantas/h



- Abonado. Orgánico: ningún aporte
- Abonado. Mineral: 700 kg de 15-15-15, el 21/06/1991.
- Herbicidas: 4,5 l. de laddok + 3 l. de Top oil.
- Tipo de suelo: Arenoso-limoso.

DESCRIPCION DE LA EXPERIENCIA

En el secado de las muestras el principal problema es la posibilidad de que se quemen total o parcialmente. Es fundamental tratar de evitar que esto ocurra, para ello las dos medidas de seguridad tomadas son:

- Dividir en intervalos el tiempo total de secado, lo que permite una refrigeración de las muestras y del horno.
- Colocar un vaso lleno de agua en el horno. Esta se debe reponer en cada intervalo a fin de evitar que el agua hierva y se rehidraten las muestras.

Los pasos a seguir para realizar el secado de las muestras son:

1. Pesado de las muestras. En el caso de micromuestras éstas se depositan en canastillas de papel individuales y se pesan.
2. Se introducen las muestras en el horno junto con el vaso de agua lleno (éste deberá taparse a fin de limitar las fugas de vapor de agua). Se seleccionan la potencia y la duración del intervalo elegidos y se conecta el horno. Una vez finalizado el intervalo, se repone el agua del vaso, se introduce de nuevo en el horno y se conecta de nuevo. Así sucesivamente hasta que el tiempo total (suma de los intervalos), sea de 12 minutos.
3. Se sacan las muestras del horno y se pesan de nuevo. Se deben pesar inmediatamente después de sacarlas, ya que si

no, es posible que su peso aumente al captar la humedad ambiental.

4. Se introducen de nuevo las muestras en el horno a la misma potencia y aproximadamente durante un minuto.

5. Se pesa de nuevo cada muestra. Si el peso no ha variado o ha aumentado ligeramente respecto al anterior, esto quiere decir que ya están secas. Si el peso ha descendido de manera significativa, quiere decir que aún no está seca y es preciso meterlas en el horno durante un intervalo más.

Dado que las muestras se pesan conjuntamente con las canastillas de papel, tanto antes como después de secarlas, es preciso conocer la pérdida de humedad de dicha canastilla. Para ello se pesa un cierto número de ellas (por ejemplo 10) antes de secarlas y después, hallando el porcentaje medio de pérdida de peso.

El cálculo de la materia seca viene dado por la fórmula siguiente:

$$\% M. S. = \frac{\text{Peso seco muestra}}{\text{Peso fresco muestra}} \times 100 = \frac{\text{PS m+p} - \text{PF p} \times 0,96}{\text{PF m+p} - \text{PF p}} \times 100$$

PS m + p: Peso seco de la muestra más el papel

PF p: Peso fresco del papel
 PF m + p: Peso fresco de la muestra más papel
 PF p: Peso fresco del papel
 0,96: Coeficiente de pérdida de peso de las canastillas en el secado. Es un porcentaje variable según el material empleado, a determinar en cada caso.

RESULTADOS

Se han realizado varios ensayos para determinar el efecto de los distintos parámetros que intervienen en el secado de las muestras. Estos parámetros son:

- 1) Combinación potencia × duración del intervalo.
- 2) Efecto del número de muestras.
- 3) Efecto del tamaño de las muestras.

Un posible cuarto parámetro sería el efecto de protección del agua, pero no se ha considerado interesante el ensayar la protección con distintas cantidades de agua (vaso con 40 g, 80 g, 120 g...) ya que en la experiencia quedó claro que una mayor cantidad de agua (vaso lleno) permite una mayor duración de los intervalos de secado, lo cual resulta conveniente.

Asimismo tampoco se considera interesante prescindir del vaso de agua en el primer intervalo, en el que las muestras tienen un máximo contenido de humedad, ya que esto complica el método e incrementa notablemente el riesgo de quemadura, sin que se haya comprobado ningún descenso en el tiempo global de secado, lo que sería la única ventaja de esta operación.

- 1) Combinación potencia × tiempo.

Este parámetro es el que se considera más importante. Se han ensayado distintas combinaciones a fin de determinar la óptima. El tiempo total de secado, como ya se indicó anteriormente, alcanza para todos estos ejemplos una duración de doce minutos.

He aquí los resultados de algunos ensayos:



Cultivo de maíz en regadío, en las cercanías de Albacete. 1º Junio, 1992.

COLABORACIONES TECNICAS

Muestra	POTENCIA: 10		INTERVALO: 1' 30"	
	P F p	P F p+m	P S p+m	%M S
1	0,3221	0,4343	0,3250	14,07
2	0,3200	0,3824	0,3161	14,65
3	0,3289	0,3871	0,3263	18,14
4	0,3220	0,3798	0,3206	19,86
5	0,3345	0,3636	0,3274	21,58

Muestra	POTENCIA: 9		INTERVALO: 2'	
	P F p	P F p+m	P S p+m	%M S
1	0,3310	0,4691	0,3330	11,04
2	0,3262	0,3837	0,3250	20,61
3	0,3249	0,3787	0,3207	16,40
4	0,3220	0,3706	0,3210	24,44
5	0,3353	0,3469	0,3258	33,72

Muestra	POTENCIA: 7		INTERVALO: 3'	
	P F p	P F p+m	P S p+m	%M S
1	0,3223	0,6641	0,3505	12,02
2	0,3206	0,4546	0,3474	29,62
3	0,3157	0,4035	0,3287	29,19
4	0,3181	0,4050	0,3334	32,25
5	0,3219	0,4188	0,3563	48,84

Muestra	POTENCIA: 6		INTERVALO: 3'	
	P F p	P F p+m	P S p+m	%M S
1	0,3224	0,4397	0,3326	19,75
2	0,3205	0,3604	0,3293	54,19
3	0,3158	0,3479	0,3226	60,65
4	0,3180	0,3498	0,3196	44,87
5	0,3218	0,3341	0,3183	76,20

Muestra	POTENCIA: 5		INTERVALO: 3' 30"	
	P F p	P F p+m	P S p+m	%M S
1	0,3209	0,7211	0,3578	12,43
2	0,3176	0,4910	0,3593	31,37
3	0,3262	0,4160	0,3445	34,91
4	0,3190	0,3851	0,3243	27,32
5	0,3319	0,3942	0,3356	27,25

NOTA:

En todos los casos los ensayos fueron realizados con 5 micromuestras tomadas de una planta de maíz en entrenudos alternos partiendo del 5° (5°, 7°, 9°, 11°, 13°).

Los ensayos en los que se han producido quemaduras o en los que ha hervido el agua se han rechazado como no válidos. Así, se han desechado combinaciones tales como: Potencia 8 × 3 minutos, Potencia 5 × 5 minutos, puesto que producían en la mayoría de los casos la ebullición del agua, con la consiguiente rehidratación de las muestras.

El factor duración del intervalo juega un papel más importante que la potencia, puesto que de él depende en la mayoría de los casos el hecho de que una combinación sea fiable o no.

Tras los ensayos se llegó a la conclusión de que la óptima combinación «potencia × duración del intervalo» es la que cumple las siguientes condiciones:

— No debe producir quemaduras en las muestras.

— No debe hervir el agua.

— Duración constante del intervalo y potencia también constante a fin de simplificar y sistematizar el método (así se reduce la probabilidad de error).

— Intervalos no demasiado cortos para disminuir el número de intervenciones.

— Tiempo total de secado mínimo.

De todas las combinaciones ensayadas la de potencia 6 × intervalo de 3 minutos se considera la óptima, siendo el tiempo total de secado de unos 12 minutos, es decir, 4 intervalos de 3 minutos.

2) Efecto del número de muestras.

El secado simultáneo de un mayor número de muestras exige un tiempo mayor.

He aquí el resultado de un ensayo, en el que se introdujeron 19 micromuestras en el horno microondas. Sólo se siguió el secado de cinco de ellas:



El Mundial de Arada 1993 se celebra en Suecia. La alcaldesa de Albacete, Carmina Belmonte, cede la antorcha a su colega sueco.

CONCLUSION

Este método basado en el empleo del horno microondas permite averiguar el contenido en materia seca de muestras de plantas de maíz con una diferencia en el resultado obtenido de aproximadamente un 2% (mayor en este caso) respecto del método tradicional de secado en estufa de laboratorio (a 100°C durante 48 h). Tiene la ventaja de que se trata de un método rápido, sencillo, de fácil acceso y no destructivo en el caso de empleo de micromuestras.

Sería necesario realizar un mayor número de ensayos para determinar exactamente cual es la correlación entre los resultados de un método y de otro.

Según los ensayos efectuados se llegó a la conclusión de que la mejor forma de realizar el secado es: Potencia 6 con intervalos de 3 minutos, siendo el tiempo total de secado de 12 minutos para las micromuestras y 18 para las macromuestras.

Estas conclusiones podrían ser modificadas en función de los resultados que se obtengan en posteriores ensayos.

RESUMEN

Este método del horno microondas permite obtener una estimación del contenido en materia seca de plantas de maíz. En comparación con el secado con estufa, hay una mejor estimación del contenido en materia seca del orden de dos puntos.

Se trata de un método rápido, simple y que no exige más material que el existente en los laboratorios de las explotaciones agrícolas.

Por otra parte, es un método poco destructivo cuando se trabaja con micromuestras.

Agradecimientos: Deseamos expresar nuestro agradecimiento a M^a Angeles Mediola (Profesora Coordinadora de las Becas Erasmus de la E.T.S.I.A. de Madrid) y a M. Ledant (Catedrático de Ecología de Grandes Cultivos de la Universidad de Lovaina) y sus colaboradores.

Muestra	POTENCIA: 6		INTERVALO: 3	
	P F p	P F p+m	P S p+m	%M S
1	0,3287	0,7654	0,3693	12,31
2	0,3224	0,6640	0,3350	7,46
3	0,3214	0,6952	0,3371	7,64
4	0,3181	0,3896	0,3274	30,80
5	0,3323	0,4275	0,3390	21,00

En este caso, fueron necesarios 15 minutos aproximadamente para obtener un peso constante de las muestras.

Aunque el tiempo total de secado se incrementa, podría resultar interesante secar simultáneamente un mayor número de muestras, ya que disminuye el trabajo global a realizar. Sin embargo, siempre existiría el inconveniente de que no todas las muestras alcanzan el peso constante a la vez, ya que las microondas se concentran más en unas zonas del horno que en otras.

3) Efecto del tamaño de la muestra.

Se ha comprobado que las macromuestras (50 g de planta entera de maíz picada) necesitan unos seis minutos (seis intervalos de tres minutos) más que las micromuestras para llegar a su peso constante, en las mismas condiciones de potencia y duración del intervalo.

En la siguiente tabla se incluye una comparación de resultados obtenidos con microondas y con estufa de laboratorio para idénticas macromuestras:



Un surco de apertura en el Campeonato Mundial de Arada 1992, celebrado en Albacete.

PF p	PF P+e	%MS (microondas)	%MS (estufa)	Diferen. %MS
2,4681	55,0792	20,65	18,62	-2,03
2,4532	52,6849	19,05	17,24	-1,81
2,4901	51,6944	19,92	18,01	-1,91
2,4705	54,8254	18,01	16,02	-1,99
2,5023	54,5362	19,67	17,47	-2,20



Homenaje del Colegio de Ingenieros Agrónomos a Javier Veglison, J.L. Martínez de Velasco y José M. Pastor, Colegiados de Honor del Colegio del Centro, en las fiestas de San Isidro.

