

EVALUACIÓN DE UNA ALTERNATIVA PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD EN LA COMERCIALIZACIÓN DEL CAFÉ HÚMEDO

Carlos Eugenio Oliveros Tascón*, Jenny Paola Pabón Usaquén*; Esther Cecilia Montoya Restrepo**

OLIVEROS T., C.E.; PABÓN U., J.P.; MONTOYA R., E.C. Evaluación de una alternativa para la conservación de la calidad en la comercialización del café húmedo. Revista Cenicafé 67 (2): 86-95. 2016

Se evaluó el efecto del contenido de humedad y los tiempos para el inicio del proceso de secado del café en la calidad física y sensorial del café Variedad Castillo®, la carga microbiana y en la pérdida de materia seca, bajo el diseño experimental completamente aleatorio, en arreglo factorial 3x4+1 (tres niveles de humedad, cuatro tiempos y un testigo). Como variable de respuesta se tuvo el puntaje total en SCAA (*Specialty Coffee Association of America*) y como variables complementarias, los porcentajes de taza limpia y almendra sana, la pérdida de materia seca, los coliformes totales, aerobios mesófilos, mohos y levaduras. No hubo efecto de los tratamientos en la variable de respuesta ni en las complementarias. En los tratamientos, el promedio del puntaje total en la escala de SCAA fluctuó entre 73,15 y 80,37 puntos, y el testigo presentó un promedio de 73,23 puntos, con límites superior e inferior de 80,53 y 69,93 puntos, respectivamente. Las pérdidas de materia seca en los tratamientos variaron entre 0,21% y 1,31%. En las variables asociadas a la carga microbiana, tampoco hubo efecto de tratamientos; sin embargo, se observó que los menores valores de carga de aerobios mesófilos, coliformes totales y mohos y levaduras, se presentaron con contenido de humedad de 35% (b.h.). La disminución de la humedad del café lavado a niveles de 45%, 40% y 35% permitió su almacenamiento hasta 96 h sin afectar la calidad del café seco obtenido.

Palabras clave: Procesamiento de café, secado, calidad, pérdidas, carga microbiana.

EVALUATION OF AN ALTERNATIVE FOR PRESERVING WET COFFEE QUALITY IN MARKETING

The effect of moisture content and the timing for the start of the drying process on coffee regarding physical and sensory quality of Castillo® Variety coffee, microbial load and dry matter loss were evaluated under a completely randomized factorial design 3x4+1 (three moisture levels, four times, and a control). The total score in SCAA (Specialty Coffee Association of America) was taken as a response variable and the percentages of clean cup and healthy almond, loss of dry matter, total coliforms, aerobic mesophilic bacteria, molds and yeasts were taken as complementary variables. There was no effect of treatments on the response or on the complementary variables. In the treatments, the total score average on the scale of SCAA fluctuated between 73.15 and 80.37 points, and the control had an average of 73.23 points, with upper and lower limits of 80.53 and 69.93 points, respectively. Dry matter losses in treatments ranged between 0.21% and 1.31%. In the variables associated with microbial load, there was no effect of treatments; however, the lowest values of aerobic load, mesophiles, total coliforms, and molds and yeasts occurred with moisture content of 35% (bh). The decrease of washed coffee moisture levels to 45%, 40% and 35% allowed storage up to 96 h without affecting the quality of the dry coffee obtained.

Keywords: Coffee processing, wet coffee trade, drying, quality, losses.

* Investigador Principal y Asistente de investigación, respectivamente. Disciplina de Ingeniería Agrícola. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.

** Investigador Científico III. Disciplina de Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Manizales, Caldas, Colombia.

El reconocimiento de la calidad del café producido en Colombia es el resultado del efecto combinado de factores genéticos, ambientales, culturales, cosecha selectiva y el procesamiento por vía húmeda. Al final del proceso de beneficio húmedo se obtiene el café lavado con humedad media de 53% (base húmeda, b.h.) (13), la cual se reduce hasta niveles del 10% al 12% (b.h.), requerida en la etapa de comercialización, utilizando secadores solares y/o equipos con aire forzado. Dependiendo de las condiciones climáticas y de la tecnología utilizada, el secado solar puede durar de 5 a 15 días (13, 22). En secado mecánico, en equipos de capa estática con temperatura media de aire de secado de 50°C, el proceso se realiza en un tiempo de 18 a 24 h (9, 13, 16, 22).

Por diferentes razones, principalmente económicas y falta de infraestructura, en algunas regiones de Colombia se comercializa café lavado, con demoras en el inicio del proceso de secado, desde 1 día hasta 5 días¹. Esta situación contribuye al deterioro de su calidad física y sensorial, por procesos de fermentación, actividad metabólica de los granos y la presencia de microorganismos (3, 5, 7, 20). Nogueira *et al.* (10), evaluaron el efecto del contenido de humedad y el estado de madurez del café en cereza y despulpado, en la tasa de respiración y la pérdida de materia seca observando que éstas aumentan en forma exponencial a medida que aumenta el contenido de humedad.

El efecto de la demora en el inicio del proceso de secado en la calidad del

café ha sido investigado por diversos autores utilizando variedades de café *Coffea arabica* L. procesado por vía seca, observando deterioro en la calidad física y sensorial a medida que la demora aumenta (1, 11, 18, 19, 20). Peñuela *et al.*², obtuvieron pérdidas de materia seca de 3,65% y 3,34% en café pergamino húmedo almacenado sin agua y bajo agua durante 96 h, respectivamente.

Isquierdo *et al.* (8) evaluaron el efecto en la calidad del café al suspender el proceso de secado en niveles de humedad de 20%, 17% y 14% (b.h.) y finalizarlo hasta 11% (b.h.) después de 5, 15 y 30 días de reposo en tanques de madera, a condiciones ambientales. En los ensayos utilizaron frutos maduros de café, *Coffea arabica* L. variedad Acaíá, procesados por vía seca. Como testigo se tuvo café secado en el patio hasta 11% (b.h.). La calidad de la bebida, medida en la escala de SCAA (23), mejoró a medida que el tiempo de reposo aumentó. No se observó diferencia en la calidad sensorial del café con contenidos de humedad de 17% y 20%, tanto en los tratamientos sometidos a reposo como en el testigo.

Teniendo en cuenta el factor de conversión de café “seco de agua” a pergamino seco citado por Uribe (25), con valor de 0,79, el promedio del contenido de humedad del café “seco de agua” es 40,5% (b.h.). En esta investigación se tuvo como objetivo generar información sobre el efecto de esta práctica en la calidad del café, pérdida de materia seca y carga microbiana.

¹ OLIVEROS T., C.E.; PEÑUELA M., A.E.; SANZ U., J.R.; RAMÍREZ G., C.A. Encuentro nacional de comercialización de café húmedo. Chinchiná : Cenicafé, 2009. 31 p.

² PEÑUELA M., A.E.; GALLEGO A., P.A.; ARISTIZÁBAL T., I.D.; OLIVEROS T., C.E. Determinación de la pérdida de materia seca de café pergamino húmedo almacenado antes del secado. En: CENICAFÉ. Segundo informe científico del proyecto estudio de técnicas para la conservación del café pergamino húmedo durante la comercialización. Chinchiná : Cenicafé, 2014. 51 p.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. Esta investigación se realizó en el Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé), localizado en el municipio de Manizales (Caldas), a una altitud de 1.310 m, con temperatura y humedad relativa media anual de 23°C y 75%, respectivamente. En los ensayos se utilizó café Variedad Castillo® proveniente de la Estación Experimental Naranjal (Chinchiná), recolectado en el 2013 y el 2014.

Descripción de equipos. El café cereza se procesó de la forma siguiente:

- Clasificación de los frutos utilizando un separador hidráulico para retirar frutos vanos, brocados y secos (12).
- Clasificación manual para retirar frutos de café verdes, pintones y sobremaduros.
- Despulpado sin agua, utilizando una máquina de cilindro horizontal marca Jotagallo® modelo 4 ½.
- Separación de pulpa y frutos sin despulpar, utilizando una zaranda cilíndrica.
- Fermentación natural, con duración de 16 a 18 h, controlada con el Fermaestro™ (17).
- Lavado, utilizando un equipo ECOMILL® modelo 3000 (14).
- Secador mecánico con aire forzado tipo Cenicafé (22).

Metodología. En la Tabla 1 se presentan los tratamientos evaluados. La unidad experimental se conformó a partir del café lavado obtenido en diez lotes, y cada uno de ellos se dividió en trece muestras (tratamientos) de 10 kg, las cuales fueron asignadas aleatoriamente, de acuerdo con el diseño experimental en arreglo

factorial 3x4+1 (Tabla 1). Las humedades intermedias, 45%, 40% y 35%, y las finales del 10% al 12% en base húmeda, fueron obtenidas utilizando un secador de capa estática con aire forzado, con temperatura de aire de 38°C ± 2,0°C, dividido en trece secciones, para igual número de muestras. Los tiempos empleados para secar el café hasta los contenidos de humedad requeridos en los tratamientos y el testigo fueron 8 ± 0,5 h, 12 ± 0,5 h, 16 ± 0,5 h y 48 ± 0,5 h, respectivamente. Para controlar la humedad del café durante el proceso de secado se utilizó el método Gravimet (13).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos evaluados.

Tratamiento	Factores	
	Humedad (%)	Tiempo de espera antes del secado (h)
1	45	24
2	45	48
3	45	72
4	45	96
5	40	24
6	40	48
7	40	72
8	40	96
9	35	24
10	35	48
11	35	72
12	35	96
Testigo	10 – 12	Secado inmediato

Las muestras de café, empacadas en bolsas de fique, se dejaron sobre estibas de madera el tiempo requerido en cada tratamiento (Tabla 1), en las condiciones ambientales del Beneficiadero Experimental de Cenicafé.

Como variable de respuesta se tuvo el puntaje total en SCAA (23), y como variables complementarias el porcentaje de taza limpia, el porcentaje de almendra sana, las pérdidas de materia seca y la carga microbiana.

Las muestras de café de cada tratamiento y el testigo (secado inmediato), con un contenido de humedad del 10% al 12% (b. h.), se empacaron en bolsas plásticas debidamente rotuladas y se almacenaron durante 20 días, en un cuarto con temperatura controlada de 21,7°C y humedad relativa de 83,5%, en promedio, hasta su envío al panel de catación del Comité Departamental de Cafeteros de Caldas - Ritual del café, conformado por tres catadores Q-grader, donde se realizó el análisis físico y sensorial de cada una de las muestras.

Para el análisis físico, para cada muestra se cuantificó el porcentaje de brocas, pasillas, granos negros y vinagres y el porcentaje de almendra sana. Para el análisis sensorial se aplicó el método desarrollado por la Asociación Americana de Cafés Especiales (SCAA, por sus siglas en inglés) y se registró el porcentaje de taza limpia y el puntaje total obtenido en cada muestra (23).

La pérdida de materia seca durante el almacenamiento se obtuvo aplicando un balance de masa en cada tratamiento, considerando la masa inicial (3.000 g), su contenido de humedad y la masa al finalizar el almacenamiento y el contenido de humedad. Para la determinación de la humedad inicial, intermedia y final del café en cada uno de los tratamientos, se tomó una muestra de 50 g de café, la cual se dividió en 5 sub-muestras de 10 g, se utilizó una balanza analítica marca Mettler® con 0,001 g de resolución, siguiendo el método estándar de la estufa (ISO 6673).

Para determinar la carga microbiana se tomaron diez muestras de café húmedo de 10 g al final de cada tratamiento, de forma aseptica. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de la Disciplina de Recursos Naturales de Cenicafé. Empleando

Placas Petrifilm® y siguiendo los métodos oficiales de análisis AOAC 991.14, 990.12 y AOAC 997.02 (2), se determinó la cantidad de Unidades Formadoras de Colonia UFC/g de coliformes totales, de aerobios mesófilos y de mohos y levaduras, respectivamente.

El análisis de la información, consistió en la estimación del promedio y error estándar para cada tratamiento, tanto con la variable de respuesta como con las variables complementarias; con la variable de respuesta se realizó el análisis de varianza, bajo el modelo para el diseño experimental completamente aleatorio en arreglo factorial 3x4+1, al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La humedad inicial del café utilizado en los ensayos fue de 52,2% (b.h.) en promedio, con valores máximo y mínimo de 52,7% y 51,6%, respectivamente. El promedio de la humedad final de las muestras fue de 11,2% (b.h.), con un valor máximo de 12,1% y mínimo de 10,0%.

El análisis de varianza no mostró efecto ni de la interacción ni de los factores por separado en la variable de respuesta puntaje en la escala de SCAA, variando los promedios entre 73,15 y 80,37 puntos (Tabla 2). Tampoco se observó diferencia con relación al testigo que presentó un promedio de calificación de 73,23 puntos, con un intervalo entre 69,93 y 80,53 puntos, con un coeficiente de confianza del 95%. El puntaje de 80,37, que corresponde en la escala de SCAA a café con calidad especial, se obtuvo con humedad del 40% y tiempos de almacenamiento de 72 y 96 h. El valor de 73,15 puntos se obtuvo con humedad del 40% y tiempo de almacenamiento de 48 h. En el 92,1% de las unidades experimentales, el puntaje promedio obtenido fue superior a 75 puntos en la escala

de SCAA, sin defectos, y en el 73,9% fue superior o igual a 80 puntos, que de acuerdo con la escala de SCAA corresponde a café de muy buena calidad. Los defectos que se presentaron fueron inmaduro en diez de las unidades experimentales (6,6%); seguido de terroso en el 3,3%; fermento y fenol en el 0,7%. El defecto inmaduro es atribuido a la presencia de frutos verdes y pintones en el café procesado (22). El defecto fermento se relaciona con la presencia de frutos verdes y sobremaduros en el café beneficiado y los defectos fenol y terroso a malas prácticas en el secado y almacenamiento (21). Sin embargo, no se observó relación de la cantidad de microorganismos con la presencia de defectos en taza. El café pergamino seco presentó el aspecto que se observa en la Figura 1.



Figura 1. Café pergamino seco obtenido con secado intermedio hasta 35% de humedad y 96 h de almacenamiento a $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

La estimación de los promedios y del error estándar para los tratamientos evaluados, con la variable porcentaje de almendra sana, se presentan en la Tabla 3. El análisis de varianza no mostró efecto ni de la interacción ni de los factores por separado con esta variable, de tal manera que los promedios variaron entre 73,25% y 77,94% (Tabla 3). El testigo presentó en promedio 74,24% de almendra sana, para un intervalo entre 72,67% y 75,8%, con un coeficiente de confianza del 95%. El 49,3% de las muestras presentaron porcentajes de almendra sana mayores o iguales a 75%, valor mínimo establecido en la época de realización de la investigación (años 2013 al 2015) para la bonificación del café por su calidad.

El análisis de varianza no mostró efecto ni de la interacción ni de los factores por separado con la variable porcentaje de taza limpia. Los promedios y el error estándar obtenidos para los tratamientos se presentan en la Tabla 4. Los porcentajes para esta variable variaron entre 76,92% y 100%. En el testigo, el 76,92% de las muestras de café presentaron tazas limpias con un intervalo entre 50,42% y 100%, para un coeficiente de confianza del 95%. En los tratamientos T7 y T8, contenido de humedad de 40% (b.h.) y tiempos de almacenamiento de 72 h y 96 h, el 100% de las tazas fueron limpias. El 90,8% de las unidades experimentales de

Tabla 2. Promedio y error estándar (E.E.) para la variable puntaje total en la escala de SCAA.

Tiempo de almacenamiento (h)	Contenido de humedad (b.h.)						Promedio	E.E.
	45%		40%		35%			
	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.		
24	78,56	2,44	78,38	2,33	76,77	2,29	77,90	1,33
48	73,93	3,33	73,15	3,31	76,38	2,96	74,49	1,81
72	77,44	2,27	80,37	0,59	77,85	2,6	78,53	1,09
96	77,94	2,28	80,37	0,24	78,27	2,13	78,86	1,03
Promedio	76,97		78,07		77,32			
E.E.	1,3		1,07		1,2			

Tabla 3. Promedio y error estándar (E.E.) para la variable porcentaje de almendra sana.

Tiempo de almacenamiento (h)	Contenido de humedad (b.h.)						Promedio	E.E.
	45%		40%		35%			
	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.		
24	75,12	0,91	73,25	1,39	74,85	1,32	74,41	0,70
48	73,93	3,33	74,72	1,35	73,89	1,29	74,18	0,76
72	77,44	2,27	74,04	1,22	74,46	1,12	75,31	0,69
96	77,94	2,28	74,16	1,21	73,69	1,23	75,26	0,69
Promedio	76,11		74,04		74,22			
E.E.	0,61		0,63		0,61			

Tabla 4. Promedio y error estándar (E.E.) para la variable porcentaje de tazas limpias.

Tiempo de almacenamiento (h)	Contenido de humedad (b.h.)						Promedio	E.E.
	45%		40%		35%			
	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.		
24	91,7	8,33	91,7	8,33	91,7	8,33	91,70	4,67
48	76,92	12,16	76,92	12,16	84,6	10,42	79,48	6,55
72	92,3	7,69	100,00	0,00	91,7	8,33	94,67	3,67
96	92,3	7,69	100,00	0,00	92,31	7,69	94,87	3,58
Promedio	88,31		92,16		90,08			
E.E.	4,56		3,8		4,29			

los tratamientos evaluados no presentaron defectos en taza.

El análisis de varianza no mostró efecto ni de la interacción ni de los factores por separado en la variable pérdidas de materia seca. Los promedios y el error estándar obtenidos para esta variable se presentan en la Tabla 5. Los promedios que variaron entre 0,21% y 1,31%, son inferiores a los valores máximos observados por Peñuela *et al.*² en muestras de café almacenadas en seco y bajo agua durante 96 h, con valores de 3,65% y 3,34%, respectivamente.

Los resultados obtenidos con la variable coliformes totales se presentan en la Tabla 6. El análisis de varianza no mostró efecto ni de la interacción ni de los factores por separado en esta variable complementaria. Los promedios obtenidos en los tratamientos

variaron entre $1,2 \times 10^5$ y $1,8 \times 10^6$ UFC/g. Para el café recién lavado se obtuvo una carga de coliformes totales promedio de $5,75 \times 10^4$ UFC/g, con valores máximo y mínimo observados de $1,75 \times 10^5$ UFC/g y $1,5 \times 10^4$ UFC/g, respectivamente. La contaminación del café con coliformes totales es causada por el empleo de aguas contaminadas e inadecuada manipulación por parte de los operarios durante el almacenamiento (24). Los valores de coliformes totales corresponden a los encontrados en un producto percedero en una etapa intermedia, por lo que es necesario aplicar una técnica de conservación para disminuir la carga y obtener rangos admisibles para su consumo.

El promedio y el error estándar (E.E.) para la variable aerobios mesófilos totales (UFC/g) se presentan en la Tabla 7. En el café recién lavado (testigo) se obtuvieron

Tabla 5. Promedio y error estándar (E.E.) para la variable pérdidas de materia seca (%).

Tiempo de almacenamiento (h)	Contenido de humedad (b.h.)						Promedio	E.E.
	45%		40%		35%			
	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.		
24	0,51	0,17	1,22	0,33	0,21	0,06	0,65	0,19
48	0,53	0,19	0,44	0,02	0,37	0,18	0,45	0,13
72	1,31	0,62	0,86	0,44	0,59	0,22	0,92	0,43
96	1,17	0,35	1,27	0,43	0,28	0,07	0,91	0,28
Promedio	0,88		0,95		0,36			
E.E.	0,33		0,31		0,13			

Tabla 6. Promedio y error estándar (E.E.) para la variable coliformes totales (UFC/g).

Tiempo de almacenamiento (h)	Contenido de humedad (b.h.)						Promedio	E.E.
	45%		40%		35%			
	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.		
24	1,2x10 ⁵	6,6x10 ⁴	1,2x10 ⁵	1,0x10 ⁵	1,8x10 ⁶	1,8x10 ⁶	6,7x10 ⁵	6,5x10 ⁵
48	2,3x10 ⁵	2,1x10 ⁵	1,3x10 ⁶	1,2x10 ⁶	9,7x10 ⁵	9,7x10 ⁵	8,4x10 ⁵	8,0x10 ⁵
72	1,4x10 ⁵	7,7x10 ⁴	1,7x10 ⁶	1,7x10 ⁶	1,5x10 ⁶	1,5x10 ⁶	1,1x10 ⁶	1,1x10 ⁶
96	2,6x10 ⁵	1,5x10 ⁵	1,7x10 ⁶	1,7x10 ⁶	1,7x10 ⁶	1,7x10 ⁶	1,2x10 ⁶	1,2x10 ⁶
Promedio	1,9x10 ⁵		1,2x10 ⁶		1,5x10 ⁶			
E.E.	1,3x10 ⁵		1,2x10 ⁶		1,5x10 ⁶			

en promedio 3,24x10⁶ UFC/g de aerobios mesófilos totales, con valores máximo y mínimo observados de 7,8x10⁶ y 7,0x10⁵ UFC/g, respectivamente. El análisis de varianza no mostró efecto ni de la interacción ni de los factores por separado en esta variable complementaria. Los aerobios mesófilos son todos los microorganismos que crecen en temperaturas entre 15°C y 35°C y que tienen una temperatura óptima de crecimiento y proliferación en un ambiente o medio con una temperatura de 37°C, valores considerados altos y en los cuales es necesario aplicar alguna técnica de conservación (6), sin embargo, estos valores fueron menores a los registrados cuando se almacenó café pergamino húmedo sin agua por 96 h y lavándolo cada 24 h, los cuales fueron de 1,36x10⁷ UFC/g (15); es decir, cuando se reduce la humedad del café lavado, al menos un 10%, se logran reducir las unidades formadoras de colonias

por gramo, de aerobios mesófilos cuando se almacena máximo hasta 96 h.

Los mohos y levaduras se encuentran ampliamente distribuidos en el ambiente y se dispersan fácilmente por el aire y por el polvo (24). Son indicadores de malas condiciones de almacenamiento, y además, su presencia presenta un riesgo de seguridad para el producto final; en este caso para el café, el riesgo radica en la producción de metabolitos secundarios tóxicos como las micotoxinas (ocratoxina, por ejemplo), que pueden ser perjudiciales a los consumidores a ciertas concentraciones (4).

Para el café recién lavado se obtuvieron en promedio 1,51x10⁵ UFC/g de mohos y levaduras, con valores máximo y mínimo observados de 4,45x10⁶ y 1,25x10⁵ UFC/g, respectivamente. Los promedios obtenidos

para los tratamientos evaluados variaron entre $1,1 \times 10^6$ y $1,1 \times 10^7$ UFC/g (Tabla 8).

El análisis de varianza no mostró efecto ni de la interacción ni de los factores por separado en esta variable complementaria, lo que indica que se obtiene igual carga de mohos y levaduras en el café recién lavado que cuando el café es almacenando a humedades entre 45% y 35%, durante 96 h, convirtiendo el secado a niveles intermedios en una práctica de fácil aplicación para controlar la inocuidad del café durante esta etapa transitoria, antes de finalizar el secado.

En este estudio puede concluirse que:

- Con la reducción del contenido de humedad del café lavado a valores entre 45% y 35% (base húmeda) se conservó su calidad

física y sensorial cuando se almacenó hasta por 4 días.

- No se observaron diferencias significativas entre los tratamientos y el testigo para las variables de respuesta y complementarias consideradas en esta investigación, es decir, que el almacenamiento del café con humedades entre el 45% y 35%, en costal de fique sobre estibas, hasta 96 h, no altera su calidad física, sensorial ni su inocuidad.
- Las calificaciones en SCAA para el café obtenido en los tratamientos variaron entre 73,15 y 80,37 puntos, valores que según la escala SCAA, corresponden a muestras de buena calidad sin presencia de defectos.
- Los valores de pérdida de materia seca en los tratamientos variaron entre 0,21% y 1,31%, inferiores a los reportados en

Tabla 7. Promedio y error estándar (E.E.) para la variable aerobios mesófilos totales (UFC/g).

Tiempo de almacenamiento (h)	Contenido de humedad (b.h.)						Promedio	E.E.
	45%		40%		35%			
	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.		
24	$2,7 \times 10^6$	$9,5 \times 10^5$	$1,1 \times 10^6$	$7,0 \times 10^5$	$9,3 \times 10^4$	$5,6 \times 10^4$	$1,3 \times 10^6$	$5,7 \times 10^5$
48	$2,3 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$	$1,8 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$	$3,4 \times 10^5$	$7,7 \times 10^4$	$1,5 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$
72	$2,5 \times 10^6$	$1,8 \times 10^6$	$2,1 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$	$3,4 \times 10^5$	$2,1 \times 10^4$	$1,6 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$
96	$3,4 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$	$1,9 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$	$2,9 \times 10^5$	$1,6 \times 10^5$	$1,9 \times 10^6$	$1,2 \times 10^6$
Promedio	$2,7 \times 10^6$		$1,7 \times 10^6$		$2,7 \times 10^5$			
E.E.	$1,5 \times 10^6$		$1,4 \times 10^6$		$7,9 \times 10^4$			

Tabla 8. Media y error estándar (E.E.) para la variable mohos y levaduras (UFC/g).

Tiempo de almacenamiento (h)	Contenido de humedad (b.h.)						Promedio	E.E.
	45%		40%		35%			
	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.	Promedio	E.E.		
24	$1,1 \times 10^7$	$3,5 \times 10^6$	$4,2 \times 10^6$	$6,0 \times 10^5$	$3,1 \times 10^6$	$7,9 \times 10^5$	$6,0 \times 10^6$	$1,6 \times 10^6$
48	$1,0 \times 10^7$	$3,4 \times 10^6$	$9,0 \times 10^6$	$5,1 \times 10^6$	$1,1 \times 10^6$	$5,2 \times 10^5$	$6,7 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$
72	$7,9 \times 10^6$	$2,8 \times 10^6$	$7,5 \times 10^6$	$3,9 \times 10^6$	$7,9 \times 10^6$	$4,4 \times 10^6$	$7,8 \times 10^6$	$3,7 \times 10^6$
96	$8,6 \times 10^6$	$4,2 \times 10^6$	$9,2 \times 10^6$	$6,1 \times 10^6$	$7,9 \times 10^6$	$4,5 \times 10^6$	$8,6 \times 10^6$	$4,9 \times 10^6$
Promedio	$9,3 \times 10^6$		$7,5 \times 10^6$		$5,0 \times 10^6$			
E.E.	$3,4 \times 10^6$		$3,9 \times 10^6$		$2,6 \times 10^6$			

trabajos similares; lo que indica que no hay una pérdida significativa de peso del café cuando se compara con otras alternativas de almacenamiento.

- En caso de que no pueda secarse inmediatamente el café hasta el rango exigido en la comercialización (10% -12%), el secado hasta un nivel entre el 40% y el 35% es una alternativa que puede ser considerada, porque no afecta negativamente la calidad ni la inocuidad del producto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Cenicafé, Colciencias y al Laboratorio de Calidad del Comité de Cafeteros de Caldas, por el apoyo recibido para la realización de esta investigación, y al auxiliar Javier Velázquez por su colaboración durante la ejecución de las pruebas.

LITERATURA CITADA

1. ANGELICO, C.L. Qualidade do café em diferentes estadios de maturação e submetido a cinco tempos de ensacamento antes de secagem. Lavras : Universidade Federal de Lavras, 2008. 149 p. Tesis: Magister en Ciencia de alimentos.
2. AOAC. Official methods of analysis of AOAC international. Washington : AOAC, 2005.
3. AVALLONE, S.; BRILLOUET, J.M.; GUYOT, B.; OLGUIN, E.; GUIRAUD, J. Involvement of pectolytic micro-organisms in coffee fermentation. International journal of food science and technology 37(2):191-198. 2002.
4. BATISTA, L.R.; CHALFOUN, S.M.; SILVA, C.F.; CIRILLO, M.; VARGA, E.A.; SCHWAN, R.F. Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and wet methods. Food control 20(9):784-790. 2009.
5. BORÉM M., F.; RODRÍGUEZ R., C.H.; TAVARES E. Secagem do café. p. 214-215. En: Pós-colelita do café. Lavras : Universidade Federal de Lavras, 2008. 631 p.
6. FAO. Directrices para prevenir la formación de mohos en el café. Roma : FAO, 2005. 251 p.
7. FAVARIN L., J.; GNACCARINI A., L.; DUARTE H., M.; CARMIGNANI H., M.; COSTA J., D.; DORADO D., N. Qualidade da bebida de café de frutos cereja submetidos a diferentes manejos poscolheita. Pesquisa agropecuaria brasileira 39(2):187-192. 2004.
8. ISQUIERDO E., P.; BORÉM M., F.; OLIVEIRA D., P.; SIQUEIRA V., C.; ALVES G., E. Quality of natural coffee subjected to different rest periods during drying process. *Ciência e agrotecnologia* 36(4):439-445. 2012.
9. LACERDA F., A.; SILVA J., S. Secagem de café em combinação. Revista brasileira de engenharia agricola e ambiental 10(3):671-678. 2006.
10. NOGUEIRA, B.L.; CORREA, P.C.; CAMPOS, S. DE C.; OLIVEIRA, G.H.H.; BAPTESTINI, F.M. Influência do teor de água e do estágio de maturação na taxa respiratória do café. En: VII Simpósio de pesquisa dos cafés do brasil. Araxá : El simposio, 2011. 5 p.
11. OLIVEIRA G., A.; LILELA, E.R.; PEREIRA, R.G.; BORÉM, F.M. Qualidade do café submetido a diferentes tempos de espera antes de iniciar a secagem. En: Simpósio de pesquisa dos cafés do brasil. Porto seguro : El simposio, 2003. 5 p.
12. OLIVEROS T., C.E.; SANZ U., J.R.; MONTOYA R., E.C. Dispositivo hidráulico de bajo impacto ambiental para limpieza y clasificación del café en cereza. *Cenicafé* 60(3):229-238. 2009.
13. OLIVEROS T., C.E.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; PEÑUELA M., A.E.; PABÓN U., J.P. Secado solar y secado mecánico del café. p. 49-80. En: CENICAFÉ. Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura. Chinchiná : FNC : Cenicafé, 2013. 3 vols.
14. OLIVEROS T., C.E.; TIBADUIZA V., C.A.; MONTOYA R., E.C.; SANZ U., J.R.; RAMÍREZ G., C.A.; Tecnología de bajo impacto ambiental para el lavado del café en proceso con fermentación natural. *Cenicafé* 65(1):44-56. 2014.
15. PABÓN U., J.P.; PEÑUELA M., A.E. Efecto de la aplicación de agua ozonizada como técnica de conservación del café pergamino húmedo. *Cenicafé* 67(1):27-36. 2016.

16. PARRA C., A.; ROA M., G.; OLIVEROS T., C.E. SECAFÉ: Modelamiento y simulación matemática en el secado mecánico del café. *Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental* 12(4):415-427. 2008.
17. PEÑUELA M., A.E.; PABÓN U., J.P.; SANZ U., J.R. Método Fermaestro®: Para determinar la finalización de la fermentación del mucilago del café. *Manizales : Cenicafe*, 2013. 8 p. (Avances Técnicos No. 431).
18. PIMENTA, C.J.; CARVALHO, C.J.; RIBEIRO, V.E. Atividade da polifenoloxidase, lixiviação de potássio, acidez titulável e qualidade de bebida do café (*Coffea arabica* L.), mantido ensacado por diferentes tempos antes da secagem. Brasil : Simpósio de pesquisa dos cafés do brasil, 2000.
19. PIMENTA, C.J.; PEREIRA, C.M. Parâmetros físicoquímicos e qualidade do café (*Coffea arabica* L.) submetido a diferentes tempos à espera da secagem. Minas Gerais : Simpósio de pesquisa dos cafés do brasil, 2011.
20. PINTO G., F.; SILVA Q., N.; BATISTA L., R.; SOUZA S., E.; AZEVEDO G., B.; SILVA D.M. Fungos associados a graos de café (*Coffea arabica* L.) beneficiados no sudoeste da Bahia. *Summa phytopathologica* 37(3):98-102. 2011.
21. PUERTA Q., G.I. Calidad del café. p. 82-111. En: CENICAFÉ. *Manual del cafetero colombiano: Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura*. Chinchiná : FNC : CENICAFE, 2013. 3 vols.
22. ROA M., G.; OLIVEROS T., C.E.; ÁLVAREZ G., J.; RAMÍREZ G., C.A.; SANZ U., J.R.; ÁLVAREZ H., J.R.; DÁVILAA., M.T.; ZAMBRANO F., D.A.; PUERTA Q., G.I.; RODRÍGUEZ V., N. Beneficio ecológico del café. Chinchiná: Cenicafe, 1999. 273 p.
23. SPECIALTY COFFEE ASSOCIATION OF AMERICA. SCAA protocols cupping specialty coffee. [En línea]. Disponible en internet: <http://www.scaa.org/PDF/resources/cupping-protocols.pdf>. Consultado en 2014.
24. TORTORA, G.; BERDELL, F.; CASE, C. *Microbiology an introduction*. San Francisco : Pearson education, 2010.
25. URIBE H., A. Constantes físicas y factores de conversión en café. Chinchiná : Cenicafe, 1977. 3 p. (Avances Técnicos No. 65).