

# CONCENTRACIÓN DE EXTRACTOS DE CAFÉ TRATADOS ENZIMÁTICAMENTE

Diana Matilde Ruiz-Romero\*; Campo Elías Riaño-Luna\*\*; Lucelly Orozco-Gallego\*\*\*

---

## RESUMEN

**RUIZ R., D. M.; RIAÑO L., C. E.; OROZCO G., L. Concentración de extractos de café tratados enzimáticamente. Cenicafé 55(3):213-220.2004**

Con el fin de determinar la influencia de los complejos enzimáticos en la concentración de extractos de café, se realizó una investigación piloto con extractos provenientes de la Fábrica de Café Liofilizado de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia en Chinchiná, y con el empleo de mezclas enzimáticas. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x2, correspondiente a 3 mezclas enzimáticas incluyendo el testigo (SPME, SEE y GPCE) y 2 métodos de concentración (Evaporación al vacío y Criocentración). Se evaluaron las características físico químicas del extracto concentrado y de los extractos de café concentrados con el tratamiento enzimático. Además, se evaluó la influencia de las enzimas en la etapa de concentración. Se hizo un análisis de varianza y se realizó la comparación de promedios de los tratamientos por medio de la prueba múltiple de Tukey al 5%. Los extractos concentrados mostraron diferencias significativas en la viscosidad y la eficiencia de la remoción de agua; mientras, que los extractos de café con tratamiento enzimático presentaron menor viscosidad y, en consecuencia, hubo una mayor y más rápida remoción de agua; además, los tiempos de residencia del agua en los equipos de procesamiento fueron menores.

**Palabras claves:** Criocentración, extractos de café, enzimas, evaporación al vacío, remoción de agua.

---

## ABSTRACT

With the purpose of determining the enzymatic complexes influence on the coffee extracts concentration a pilot research done with extracts coming from the Freeze Dry Coffee Factory of the National Federation of Coffee Growers of Colombia in Chinchiná, and with the use of enzymatic mixtures was carried out. A totally randomized design with factorial arrangement 3x2, corresponding to 3 enzymatic mixtures including the control (SPME, SEE and GPCE) and 2 concentration methods (Vacuum evaporation and Cryoconcentration) was used. The chemical and physical characteristics of the concentrated extract and those of the concentrated coffee extracts with the enzymatic treatment were evaluated. The influence of the enzymes was also evaluated in the concentration stage. The variables were analyzed by means of a variance analysis, and the comparison of averages of the controls by means of the multiple test of Tukey with a significance level of 5% was carried out. The concentrated extracts showed significant differences as for the viscosity and the water removal efficiency; whereas the coffee extracts with enzymatic treatment exhibited lower viscosity and, as a result, there was a larger and quicker water removal and its residence times of this in the process equipment's were lower.

**Keywords:** Cryoconcentration, coffee extracts, enzymes, vacuum evaporation, water removal.

---

\* Ingeniera de Alimentos. Universidad de la Salle. Becaria Colciencias. Industrialización. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

\*\* Investigador Científico II, hasta el año 2001. Industrialización. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia.

\*\*\* Investigador Científico II, hasta el año 1999. Biometría. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé. Chinchiná, Caldas, Colombia. lucelly@telesat.com.co.

En anteriores investigaciones, en Cenicafé se aplicaron tratamientos bioquímicos para la extracción y la conservación y almacenamiento de extractos de café (3, 4). En estos trabajos se encontraron modificaciones favorables como la disminución de la viscosidad y el incremento de los sólidos, que facilitan el manejo de la materia prima y favorecen las etapas posteriores de concentración y secado, aumentando la eficiencia del proceso y disminuyendo los tiempos y costos de operación.

Diferentes autores afirman que la viscosidad es el principal factor que limita la concentración de extractos de café (7, 14, 15). Por tanto, se pretende buscar la reducción de ésta utilizando métodos bioquímicos que no interfieran con las demás características fisicoquímicas y sensoriales del producto final. Ehlers (5), Jardine (7) y Van Pelt (15), trabajaron con tratamientos enzimáticos en extractos de café y obtuvieron resultados que demuestran que en aquellos extractos en los cuales se adicionan preparaciones enzimáticas ocurre una disminución en la viscosidad para los extractos concentrados, lo que permite que éstos sean fácilmente evaporados y que tengan un mayor contenido de sólidos finales en la concentración, antes del proceso de secado.

Esta investigación tuvo como objetivo determinar la influencia de los tratamientos enzimáticos en la etapa de la concentración de extractos de café por dos métodos, con el fin de establecer su viabilidad en la producción de café soluble.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Materiales.** Los materiales utilizados fueron el extracto de café proveniente de las baterías de extracción de la Fábrica de Café Liofilizado de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia con sede en Chinchiná y las mezclas de enzimas hidrolíticas.

**Tratamientos.** Se trabajó con un testigo y con dos mezclas de enzimas, que fueron empleadas anteriormente en Cenicafé (3, 4).

Mezcla 1: GPCE  
Gamanasa-Pectinez-Ar-Celulasa

Mezcla 2: SPME  
Sumizyme-Pectinez Ultra-Macerex L

**Metodología.** Los extractos de café diluidos fueron tratados con enzimas y posteriormente, se concentraron por evaporación al vacío y por crioconcentración.

**Tratamiento enzimático.** Se realizó en un reactor de vidrio enchaquetado, provisto de un agitador de paletas, que giró a 150rpm. El reactor estaba acoplado a un baño con control automático de la temperatura, para mantener el extracto a 45°C durante una hora, condiciones en las cuales se logró la máxima actividad enzimática. La cantidad de enzima recomendada y comprobada experimentalmente para cada mezcla enzimática fue de 300ppm (3, 4).

**Concentración.** El extracto diluido proveniente de la Fabrica de Café Liofilizado tenía una concentración de  $28 \pm 2^\circ$ Brix, la cual finalmente se fijó a  $45 \pm 3^\circ$ Brix, para trabajar con los dos métodos.

La concentración por evaporación se realizó en un evaporador de película descendente a una velocidad de remoción de 225rpm, conectado a un baño con control de la temperatura a 55°C y una presión de 40mm de Hg (Figura 1).

En la crioconcentración, la formación de los cristales de hielo se realizó en un nucleador, que es un intercambiador enchaquetado provisto de un agitador raspador conectado a un criostato, la temperatura del producto fue de -5 a -6°C. El crecimiento de los cristales de hielo se llevó a cabo en un recristalizador, que

es un tanque aislado con refrigeración. Finalmente, la temperatura del producto fue de  $-6$  a  $-8^{\circ}\text{C}$ , durante 2 horas. La suspensión de cristales de hielo-extracto se separó por medio de una columna de lavado, donde por la presión ejercida por un pistón (50-60psi) se comprimó la suspensión de cristales de hielo y extracto concentrado. El líquido concentrado fue removido de la columna por la parte inferior a través de un filtro y los cristales de

hielo fueron compactados en la parte superior durante 6 ó 7 minutos (10) (Figuras 2 y 3).

El tratamiento testigo se realizó en dos etapas para alcanzar la concentración final requerida, mientras que para los extractos con tratamiento enzimático solo se necesitó una etapa.

**Metodología experimental.** Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial compuesto  $3 \times 2$ , con 3 mezclas enzimáticas y 2 procesos de concentración, para obtener 6 tratamientos con 4 repeticiones. La unidad experimental estuvo compuesta por dos litros del extracto de café diluido.

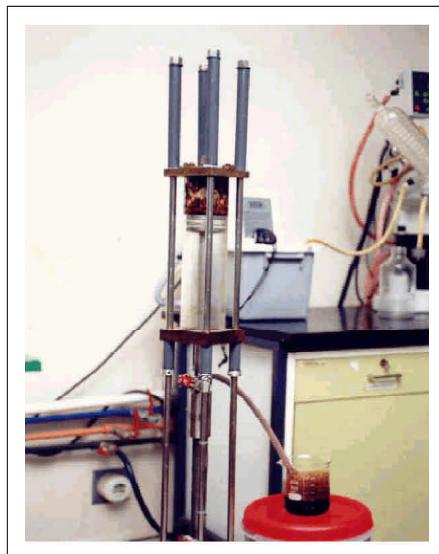
Para la caracterización fisicoquímica de la materia prima se evaluaron las variables: concentración (grados Brix), viscosidad, acidez, pH, porcentaje de sólidos, color y densidad del extracto (3, 4). Además de las características anteriores, en el extracto concentrado se evaluaron la eficiencia de la concentración (remoción de agua por evaporación o en forma de cristales de hielo), y el caudal de entrada del extracto en el evaporador (3, 4, 11).



**Figura 1.** Evaporador de película descendente al vacío.



**Figura 2.** Extracto de café crioconcentrado



**Figura 3.** Columna de lavado del crioconcentrador

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza de las variables fisicoquímicas, originales y transformadas, del extracto de café concentrado con las mezclas enzimáticas, se encontró respuesta significativa de las variables grados brix, viscosidad, rendimiento y flujo. El método de concentración tuvo efecto significativo sobre los grados brix, la viscosidad, el pH, la densidad y el rendimiento. Mientras que la interacción de la mezcla por concentración tuvo efecto sig-

nificativo sobre la viscosidad, la densidad y la eficiencia de la concentración (Tabla 1).

En la Tabla 2, se observa que para la variable grados Brix el tratamiento SEE (testigo) es diferente al GPCE (mezcla enzimática 1), los valores medios de las tres mezclas evaluadas estuvieron dentro del rango de  $45 \pm 2^\circ$ Brix. El extracto sin tratamiento enzimático SEE presentó diferencias significativas con los otros extractos.

**Tabla 1.** Análisis de varianza de las variables fisicoquímicas del extracto de café concentrado al vacío o por criocentración, obtenidas como respuesta a los tratamientos con diferentes mezclas enzimáticas.

	G.L.	Brix		Viscosidad		Log(viscosidad)		Acidez	
		C.M.	P>F	C.M.	P>F	C.M.	P>F	C.M.	P>F
Modelo	(5)	23,51		4.740,5		0,52		0,67	
Mezcla	2	26,26	0,0124	6.765,6	0,0001	0,92	0,0001	0,23	0,5916
Concentración	1	47,40	0,0043	5.982,1	0,0001	0,55	0,0001	0,97	0,1501
Mez*Con	2	12,73	0,0934	4.993,8	0,0001	0,37	0,0001	1,15	0,0930
Error	30	4,95	83,05	0,01	0,44				
Total	35								
R <sup>2</sup>		0,44		0,90		0,84		0,20	

	G.L.	pH		Densidad		Sólidos		Color		SQRT (color)	
		C.M.	P>F	C.M.	P>F	C.M.	P>F	C.M.	P>F	C.M.	P>F
Modelo	(5)	0,24		0,001		23,06		0,19		0,06	
Mezcla	2	0,03	0,4066	0,001	0,0572	32,23	0,0502	0,17	0,2539	0,05	0,3103
Concentración	1	1,15	0,0001	0,002	0,0015	28,61	0,0713	0,06	0,4600	0,01	0,6041
Mez*Con	2	0,003	0,9141	0,001	0,0088	18,04	0,1277	0,38	0,0560	0,12	0,0780
Error	30	0,03		0,0002		8,18		0,11		0,04	
Total	35										
R <sup>2</sup>		0,55		0,49		0,31		0,20		0,18	

	G.L.	Rendimiento		Log (rendimiento)		Flujo		1/Flujo	
		C.M.	P>F	C.M.	P>F	C.M.	P>F	C.M.	P>F
Modelo	(5)	495,4		0,023		5,79		0,001	
Mezcla	2	286,7	0,0026	0,015	0,0006	5,79	0,0295	0,001	0,0268
Concentración	1	1.669	0,0001	0,07	0,0001	-	-	-	-
Mez*Con	2	174,5	0,0203	0,01	0,0060	-	-	-	-
Error	30	39,23		0,001		1,38		0,0003	
Total	35								
R <sup>2</sup>		0,67		0,70		0,28		0,29	

G.L.= Grados de libertad

C.M.= Cuadrado medio

MEZ\*CON=Interacción mezcla\* secado

Si (P>F) < 0,05 hay diferencias significativas entre los tratamientos

Los tiempos de evaporación de los tratamientos con enzimas fueron inferiores al extracto testigo, entre el 15 y el 21%, debido a que permitieron caudales de entrada al evaporador estadísticamente mayores. En la crioconcentración, la reducción del tiempo de evaporación fue del 50% (Figura 4).

La variable grados Brix presentó un mayor valor cuando los extractos se concentraron por el método de evaporación, debido a que es más fácil eliminar agua con altas que con bajas temperaturas, pues al disminuir la temperatura de un producto se aumenta la viscosidad, que es finalmente, el factor limitativo en el proceso de crioconcentración, además de tener una influencia directa en la formación y crecimiento de los cristales de hielo en el extracto de café (10, 13, 14, 15).

La variable viscosidad presentó diferencias significativas entre las tres mezclas enzimáticas. Ésta disminuyó en 61 y 74% con la adición de las mezclas SPME y GPCE, res-

pectivamente (Figura 5). La disminución de la viscosidad facilita la manipulación de los extractos en los procesos de agitación y transporte, y permite una mayor remoción de agua, facilitando la concentración de los extractos de café.

En este estudio se confirmaron los resultados de Duque (2), Van Pelt (9), Jardine (4) y Ehlers (3), acerca del comportamiento de la viscosidad frente al tratamiento enzimático. En la viscosidad hubo diferencias marcadas entre los procesos, siendo la viscosidad del extracto evaporado una tercera parte de la viscosidad del crioconcentrado, posiblemente debido a las temperaturas de trabajo, pero cabe aclarar que en el momento de la medición la temperatura fue constante para todos los extractos.

Estadísticamente se observaron mayores rendimientos en los extractos con tratamiento enzimático. Entre las dos mezclas enzimáticas no hubo diferencias significativas en esta variable pero sí fueron diferentes con el tes-

**Tabla 2.** Comparación de promedios de los tratamientos del extracto de café concentrado para las variables fisicoquímicas

Tratamiento		Brix		Viscosidad		pH	
		Media	Grupo	Media	Grupo	Media	Grupo
MEZ	SEE	46,962	A*	45,310	A	5,070	A
	SPME	45,246	AB	17,457	B	4,975	A
	GPCE	44,256	B	11,767	C	4,963	A
CON	EVA	46,316	A	15,730	A	5,129	A
	CRIO	43,882	B	43,075	B	4,749	B

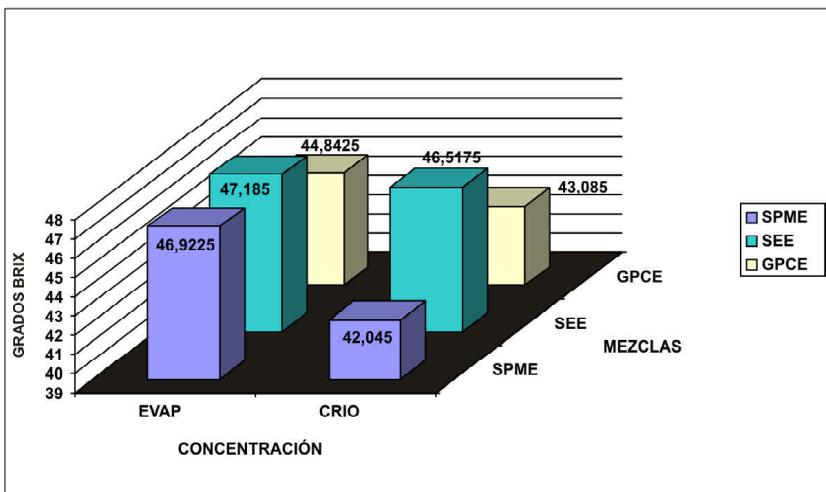
Tratamiento		Densidad		Rendimiento		Flujo	
		Media	Grupo	Media	Grupo	Media	Grupo
MEZ	SEE	1,170	A	64,127	A	6,797	A
	SPME	1,158	A	72,755	B	8,462	B
	GPCE	1,171	A	69,664	B	7,933	AB
CON	EVA	1,173	A	73,664	A	-	-
	CRIO	1,154	B	59,218	B	-	-

MEZ=Mezcla; CON=Concentración; EVA=Evaporación; CRIO=Crioconcentración; GPCE= Mezcla enzimática 1; SPME=Mezcla enzimática; 2; SEE=Testigo sin enzimas \*Medias con letra igual no presentan diferencias significativas

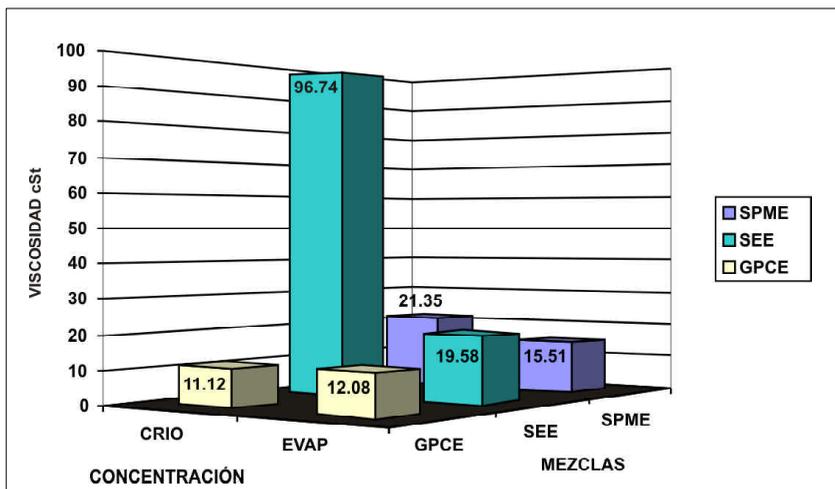
tigo, es decir, utilizando cualquiera de las dos mezclas enzimáticas puede incrementarse el rendimiento del proceso; la explicación de este aumento puede analizarse teniendo en cuenta que al disminuir la viscosidad se incrementa la fluidez del extracto y hay una menor adhesión a las paredes de los equipos, por tanto, se disminuyen las pérdidas, porque un producto con alta viscosidad forma depósitos en las paredes de los equipos, se resiste a fluir y disminuye su transferencia de calor. Utilizando cualquiera de las dos mezclas enzimáticas puede incrementarse el ren-

dimiento del proceso entre un 8 y un 12% (Figura 6). Además, las enzimas hidrolíticas solucionan los problemas de viscosidades altas en la concentración de extractos, debido a que la viscosidad es limitante cuando alcanza valores elevados que pueden causar una transferencia de calor menos eficiente y reducir la capacidad de los equipos de concentración.

El rendimiento en la evaporación fue de 73%, valor mayor que en la crioconcentración, debido a que se obtiene más cantidad de producto con mayor concentración de sólidos, pero



**Figura 4.** Comportamiento de los grados Brix de los extractos de café concentrados con mezclas enzimáticas



**Figura 5.** Comportamiento de la viscosidad de los extractos de café concentrados con enzimas

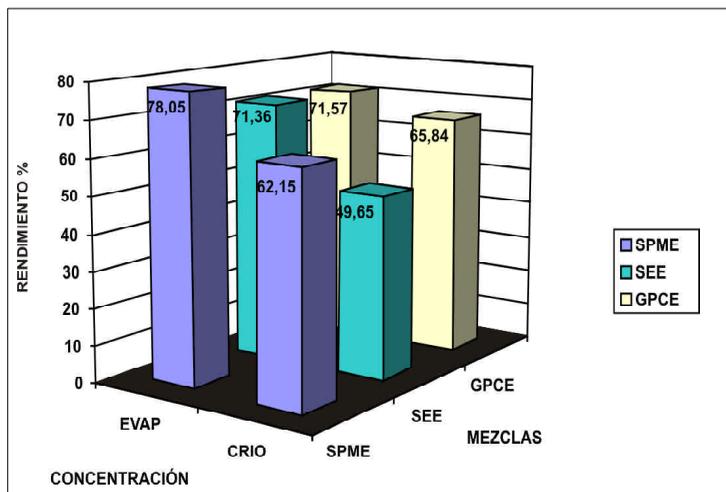
es susceptible a disminuir su calidad por la degradación térmica y pérdida de componentes volátiles que son los que confieren el sabor y aroma al café. El crioconcentrado tuvo un rendimiento del 59%, ya que es necesario realizar el proceso en tres etapas donde hay pérdidas y es crítica la separación del extracto del lecho de hielo, en la cual influyen factores como el diámetro medio del cristal, la viscosidad y el tiempo de residencia en el cristalizador.

En la variable flujo, se trabajaron flujos estadísticamente mayores para los extractos con

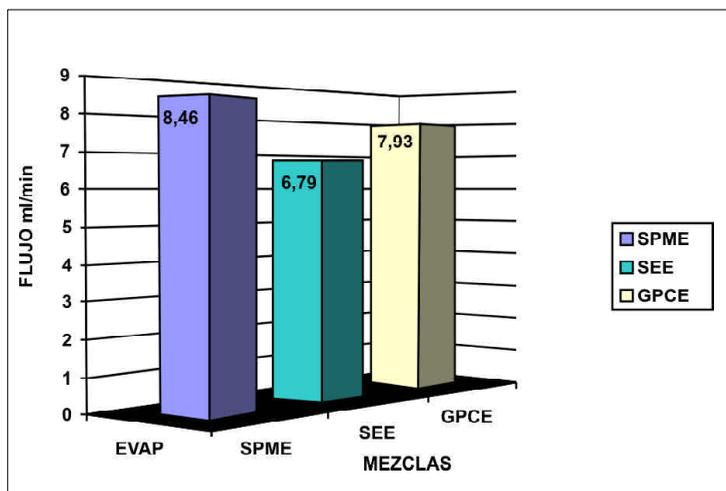
tratamiento enzimático. Es importante resaltar que la mezcla SPME, que tuvo mayor flujo, es decir, menor tiempo de operación, tuvo valores de grados brix mayores, es decir a mayor tiempo menores valores de grados brix, por lo que puede concluirse que con esta mezcla se obtiene la mayor remoción de agua. El ahorro en tiempo para los extractos con enzimas estuvo entre el 15 y el 21%. (Figura 7)

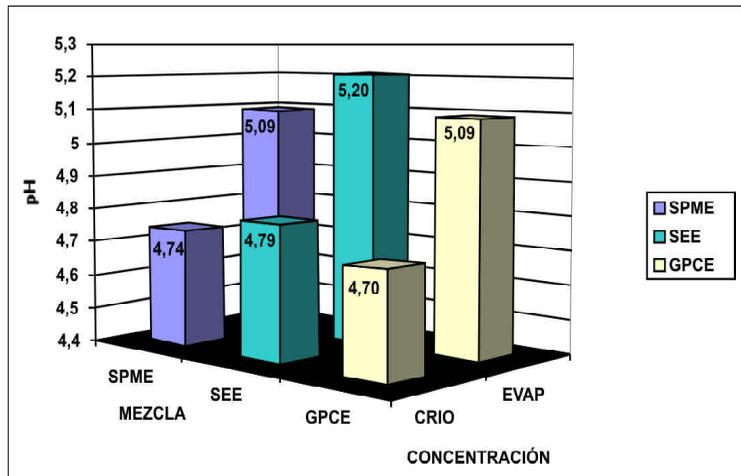
En el proceso de crioconcentración el ahorro de tiempo fue del 50% para los extractos con tratamiento enzimático. Con estos extractos

**Figura 6.** Comportamiento del rendimiento de los extractos concentrados de café con enzimas.



**FIGURA 7.** Comportamiento del flujo de los extractos de café concentrados con mezclas enzimáticas.





**Figura 8.**  
Comportamiento del pH en los extractos de café concentrados con mezclas enzimáticas

puede realizarse el proceso en una etapa, mientras que para el extracto testigo es necesario realizar el proceso en dos etapas, para así obtener la concentración deseada.

El pH fue mayor para el extracto evaporado, es decir, menos ácido que el del extracto crioconcentrado, ya que por calentamiento pueden perderse ácidos volátiles de bajo punto de ebullición. (Figura 8).

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Bernardo Chaves de la disciplina de Biometría de Cenicafé y a la Fábrica de Café Liofilizado.

## LITERATURA CITADA

1. BOTERO A., F.; RIAÑO L., C.E. ; OROZCO, L. Utilización de enzimas hidrolíticas y métodos combinados en la extracción de café. *Cenicafé* 52 (4): 310-319. 2001.
2. DUQUE C., E. A. Influencia de los tratamientos bioquímicos en el procesamiento y almacenamiento de los extractos líquidos de café. Santafé de Bogotá, Universidad de la Salle.

Facultad de Ingeniería de Alimentos, 1995. 96 p. (Tesis: Ingeniero de Alimentos).

3. EHLERS, G.M. Possible applications of enzymes in coffee processing. *In: Colloque Scientifique International sur le Café*, 9. Londres, Juin 16-20, ASIC, París, 1980. p. 267-271.
4. JARDINE, J.G. Enzyme treatment of coffee extract reduce viscosity in instant coffee manufacture. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos* 27(1):14-23. 1993.
5. RIAÑO L., C. E. Estudio de la crioconcentración y su utilización en la preparación de café soluble. Bogotá, Fundación Universidad de América. Facultad de Ingeniería Química y de Petróleos, 1977. 182 p. (Tesis: Ingeniero Químico).
6. RUIZ R., D. M. Tratamientos bioquímicos en el procesamiento de café soluble. Bogotá, Universidad de la Salle. Facultad de Ingeniería de Alimentos, 1999. 140 p. (Tesis: Ingeniera de Alimentos).
7. SPICER, A. Advances in preconcentration and dehydration of foods. London, Applied Science Publisher, 1974. p. 66-73.
8. THIJSEN, H.A.C. Freeze concentration. *In: SPICER, A. (Ed.). Advances in preconcentration and dehydration of foods*. London, Applied Science Publishers, 1974. p. 115-149.
9. VAN PELT, W. ; BASSALI, D. J. Freeze concentration. *Coffee product and economic analysis. Café Cacao Thé* 34(1): 37-45. 1990.