



CICATA-IPN
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

REPORTE FINAL

PROYECTO:

“ESTUDIO DE AROMA Y SABOR EN CAFÉ”

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnico 01 55 57296300 ext. 81027

INDICE

Página

1. Resumen 3
2. Introducción 5
3. Antecedentes 7
4. Objetivo 11
5. Metodología Utilizada 12
6. Resultados 14
7. Conclusiones 23
8. Referencias Bibliográficas 24
9. English Translation 27

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnico 01 55 57296300 ext. 81027

1. RESUMEN

Se evaluó el efecto de un proceso de desacidificación de café propuesto por el Director de Desarrollo e Investigación de Kusii Café de México, S. de R.L. de C.V.
Se realizaron extracciones de los compuestos de sabor, y se utilizó cromatografía de masas acoplada a detección de masas para la cuantificación e identificación de los compuestos. Además, se llevó a cabo un análisis sensorial con consumidores para determinar el nivel de agrado.

Los descubrimientos más relevantes fueron:
1. El proceso de desacidificación propuesto y desarrollado por el Director de Desarrollo e Investigación de Kusii Café de México, S. de R.L. de C.V. reduce efectivamente la acidez del café, al aumentar más de una unidad de pH medido en la bebida preparada, de 5.47 a 6.71.
2. El proceso de desacidificación no afecta el perfil de compuestos de sabor del café.
3. La cafeína se mantiene intacta después de aplicar el proceso de desacidificación.
4. El agrado sensorial del café tratado con el proceso de desacidificación es mayor que el del café que no es tratado.
5. El café tratado con el proceso de desacidificación fue calificado por el consumidor como de mejor sabor que las muestras de café comerciales, las cuales son de alto reconocimiento y aceptación a nivel internacional.

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnico 01 55 57296300 ext. 81027

6. El proceso de desacidificación parece tener un efecto de desenmascaramiento del sabor sin cambiar el perfil de compuestos, el cual hace que la percepción sensorial sea mejor.

El café sometido al proceso de desacidificación de café desarrollado por el Director de Desarrollo e Investigación de Kusii Café de México, S. de R.L. de C.V. tiene un alto potencial para revolucionar el mercado del café a nivel mundial, ya que es capaz de mejorar el sabor del café tratado, pudiendo incrementar así las ventas o su valor comercial y proporcionar una herramienta desde los productores cafetaleros hasta los comercializadores para entrar a nuevos mercados internacionales.

Por otro lado, la acidez en el café ha sido asociada con trastornos intestinales graves como la gastritis, agruras o acidez, reflujo y otros. En este ámbito, el proceso de desacidificación desarrollado por el Director de Desarrollo e Investigación de Kusii Café de México, S. de R.L. de C.V. puede ofrecer una solución para que estos grupos de personas puedan tomar café, e incluso podría evitar algunas enfermedades del sistema gastrointestinal y algunos tipos de cáncer en aquéllos que toman altas dosis de café diariamente.

2. INTRODUCCIÓN

El café es uno de los productos más consumidos en el mundo, proviene de los cafetos, que son arbustos de las regiones tropicales del género *Coffea* de la familia de los Rubiáceos. Dos son las especies que se utilizan para la preparación de la bebida: *Coffea arabica* y *Coffea canephora.*

En México, la mayor parte de los ingresos generados por el café son debidos a la exportación del grano en verde, esto es, antes de ser tostado. Los importadores (principalmente Estados Unidos y la Unión Europea) transforman el grano dándole sabores y aromas particulares de cada marca, proceso por el cual el costo del grano se llega a elevar hasta 30 veces más del original al cuál fue comprado.

El consumo mundial de café en el 2003 fue de 6 784 800 toneladas, y en México de 100 000 toneladas aproximadamente (SAGARPA, 2003), consumiéndose 12 millones de tazas en establecimientos especializados.

El consumo de café sigue en aumento vertiginosamente a nivel mundial, por lo que es necesario que México no se quede atrás y promueva su producción y sus exportaciones. Se hace entonces evidente la necesidad de generación de conocimiento para la producción de un mejor café que alcance mejores precios en el mercado mundial y que sustituya en gran parte la importación de café tostado en el país. La generación de mejores ingresos sería un gran incentivo para los campesinos y procesadores de café en México para continuar e incrementar la producción de un producto que tiene gran demanda a nivel mundial.

Hay diversos factores que determinan la calidad del café. La mayoría de los autores coinciden en que el factor más importante para la calidad del café es su sabor y aroma, ya que de esto depende el precio que alcanza en el mercado y su aceptación por el consumidor.

Uno de los factores importantes que interviene en la percepción del sabor del café es la acidez, la cual es percibida por los humanos como resultado de ciertas reacciones que ocurren dentro del paladar. Así mismo se relaciona la acidez del café por el tipo de suelo donde ha crecido y por el proceso de secado, tostado y grado de tostado que recibe.

Por ello, Kusii Café de México, S. de R.L de C.V, propietario de las marcas de café **Kusii Café ®** y **Acid free is so much better!®**, se ha preocupado por éste ámbito y tiene como objeto tratar de disminuir ésta desfavorable acidez percibida, adicionando a su proceso tradicional, un nuevo proceso de desacidificación, que promete mejorar el sabor de su producto. Es necesario entonces llevar a cabo una investigación con el fin de obtener los perfiles de compuestos de aromas y de sabor, para el café antes del proceso y después del proceso; así como la evaluación sensorial del producto antes y después del proceso de desacidificación.

3. ANTECEDENTES

El sabor y aroma del café han sido previamente estudiados y se han llegado a identificar algunos de los compuestos químicos responsables de los sabores y aromas característicos. Sin embargo, las causas de la formación de estos compuestos involucran procesos muy complejos, ya que puede haber muchos factores que influyen en el aroma y sabor final. Igualmente la acidez del café tiene que ver con el grado de tostado, el tipo de tostado y por supuesto el método de preparación de la bebida. De igual forma, el pH del café está fuertemente asociado con la acidez percibida del café en la degustación.

Los tipos de ácidos que han sido encontrados en el café pueden separarse en 3 grupos: alifáticos, clorogénicos y ácidos carboxílicos alicíclicos y fenólicos. El ácido clorogénico se ha encontrado en proporciones de 7% en base seca del café Arábiga. Las cadenas de dicho ácido son degradadas principalmente durante en procesos de tostado, convirtiéndose a ácido quínico. Un exceso de éste ácido formado ha sido asociado con una desfavorable acidez, cuando los cafés son tostados muy oscuros. Sin embargo éste aumento en la concentración es contradictoria al incremento observado de pH y una reducción de acidez percibida a un tostado más fuerte, los cuales se cree que operan bajo un mecanismo diferente. Sin embargo sigue aun sin saberse cuáles son los ácidos que causan una acidez imperativa en el café. Por otro lado, los ácidos acético, málico, y cítrico son los más importantes ya que están en mayor proporción y tienen los valores de pH más bajos.

La calidad de los granos de café producidos se puede medir de acuerdo a muchos parámetros, por ejemplo el tamaño del grano, su rendimiento al preparar la bebida, el color, el sabor y el aroma. La mayoría de los expertos coinciden en que el sabor y aroma son el parámetro más importante para determinar la calidad del café. Actualmente, la compra y determinación de precio del café a grandes volúmenes se sigue haciendo por medio de catadores

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnico 01 55 57296300 ext. 81027

profesionales que se basan principalmente en el sabor, aroma y la sensación al paladar del café preparado. Aunque esta práctica es subjetiva, los catadores han desarrollado protocolos estrictos para probar el café y establecer calidad. Se han hecho varios intentos por relacionar el proceso de cata del café con análisis instrumentales. Feldman *y col.* (1969) hicieron algunos de primeros experimentos para determinar la importancia de los compuestos no volátiles del café en su sabor. Encontraron que el contenido de aminoácidos, azúcares, arabinogalactanos, ácidos y manosa disminuyen durante el tostado reaccionando para dar paso a compuestos secundarios de sabor, y que el ácido clorogénico es un componente muy importante que puede ser utilizado como indicador para determinar el nivel de tostado. Akiyama *y col.* (2007) usaron técnicas avanzadas de microextracción en fase sólida, cromatografía de gases, detección de masas y olfactometría, para determinar el contenido de volátiles en café preparado en agua. Determinaron que el compuesto 4-(4'hidroxifenil)-2-butanone, que imparte un olor dulce afrutado, es un compuesto que contribuye considerablemente al aroma del café. Además, se reportó por primera vez el 1-(3,4-dihidro-2H-pirrol-2-il)-etanona, conunaroma característico a nuez asada, y que también contribuye considerablemente al aroma del café.

También se ha hecho trabajo para correlacionar los compuestos químicos presentes en el aroma del café con la percepción sensorial del café preparado. En un trabajo realizado por Maeztu *y col*. (2001), se realizaron la caracterización del aroma del café espresso preparado con diferentes variedades botánicas de granos de café (*Arabica*, Robusta y Robusta Torrefacto) por medio de cromatografía de gases acoplada a detección de masas y perfil sensorial de sabor. Identificaron 77 compuestos, de los cuales 13 fueron correlacionados con la percepción sensorial al utilizar métodos de análisis de componentes principales.

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnico 01 55 57296300 ext. 81027

Los resultados mostraron que los compuestos presentes en el aroma pueden determinar el tipo de café que se está analizando, y que estos compuestos se relacionan con las notas de sabor percibidas para cada uno. En otro estudio, Czerny *y col*. (1999) realizaron un estudio sensorial acerca de los aromáticos de impacto en el carácter de café tostado. De los compuestos cuantificados, escogieron 27 para crear un "sabor" artificial, que según las pruebas sensoriales de dúo y triángulo efectuadas, se asemejaba mucho al de las muestras reales. Por eliminación secuencial de compuestos en la mezcla artificial, se determinaron los compuestos más importantes para el café, entre ellos algunas pirazinas, furanonas, 2-furfuril tiol y 4-vinil guayacol. Por otro lado, Bucking y Steinhart (2002) investigaron la influencia de diferentes aditivos lácteos en la liberación del sabor en café preparado. Los análisis fueron realizados por medio de cromatografía de gases, olfactometría, y detección de masas. Se encontró que los aditivos en general reducen la liberación de los componentes más importantes del aroma del café.

Existen diversos factores que afectan el sabor del café. Entre ellos se encuentran el origen y método de cultivo, el almacenamiento, el tostado, y procesos adicionales. Gonzalez-Rios *y col*. (2007a) estudiaron el impacto del proceso "ecológico" pos cosecha en el contenido de volátiles de granos de café verde y de granos de café tostado (Gonzalez-Rios *y col*., 2007b) por medio de extracción SPME, cromatografía de gases y olfactometría. Estos investigadores encontraron que el proceso "ecológico" alternativo al proceso húmedo tradicional de cerezas de café, el cual pretende eliminar la cantidad de agua utilizada en el proceso húmedo, desgraciadamente reduce la calidad del aroma del café, al crear notas desagradables. En otro estudio, Selmar y col. (2008) investigaron los cambios en los precursores de sabor de café durante el almacenamiento.

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnico 01 55 57296300 ext. 81027

Encontraron que el café verde almacenado "en pergamino" (con cascarilla) tiende a permanecer en buen estado hasta dos veces más que el café sin cascarilla, y que el tiempo de almacenaje reduce la concentración de precursores de compuestos de sabor, probablemente debido a reacciones de Maillard que ocurren dentro del grano verde. Otros autores (Jham y col, 2008) encontraron que el contenido de triacilgliceroles, que son relacionados con la producción de sabores indeseables en café, no cambia con el tiempo de almacenamiento. Probablemente, el factor más importante en el desarrollo de sabor en el café es el proceso de tostado. Su importancia radica en que el café en verde posee una cantidad mucho menor de compuestos de sabor, en comparación al café que ha sido tostado. Además, el tostado es indispensable para que se generen los sabores característicos de café. Nebesnu *y col*. (2007) estudiaron el efecto del método de tostado en el contenido de volátiles del café *robusta*. Determinaron que los procesos que utilizan menos tiempo y menores temperaturas de tostado son los que retienen más compuestos de sabor, pero no determinaron la calidad del sabor generado por la aplicación de los diferentes procesos.

Es por ello que es de suma importancia el estudio de los compuestos volátiles presentes en el café. Comúnmente para la separación de los compuestos volátiles se necesita una preparación de la muestra, es por eso que es necesario tomar en cuenta el tipo de extracción que se llevará a cabo. Pero también hay que notar factores que influyen directamente en la extracción de compuestos volátiles, tales como la polaridad de los compuestos a analizar, así como la concentración en la que se encuentran, solubilidades, grupos funcionales, volatilidad, etc.

Así mismo, es importante que la técnica de extracción no introduzca compuestos volátiles o que se creen durante el proceso de extracción. Es por ello que los químicos en sabores han desarrollado diversas técnicas para poder identificar estos compuestos volátiles. Frecuentemente los procesos que se utilizan para la extracción de compuestos volátiles son la extracción por solventes, destilación simultánea con la destilación/extracción, el espacio de cabeza estático, el dinámico y micro extracción en fase sólida, cuyas siglas son SPME y que es una de las técnicas que más se están desarrollando.
La extracción por solventes comúnmente utiliza demasiado solvente y tiene muchos límites en cuanto a la extracción de compuestos muy volátiles. La extracción de fase sólida utiliza una corta, delgada y sólida fibra de sílica recubierta con un polímero adsorbente. Los compuestos adsorbidos en la fibra SPME son térmicamente desorbidos de la fibra en el inyector del cromatógrafo de gases y transferidos a la columna de separación. Se pueden utilizar diferentes fibras con diferentes tipos de compuestos disponibles como capa de polímero. La técnica es capaz de extraer un rango de analitos que no es posible con otras técnicas. Además, resultados que se han obtenido han demostrado que los límites de detección son similares al método de extracción dinámico de espacio de cabeza, y que con SPME se obtiene una mejor precisión y exactitud.

4. OBJETIVO

EVALUAR EL EFECTO DE UN PROCESO NOVEDOSO DE DESACIDIFICACIÓN DE GRANOS DE CAFÉ PROPUESTO POR EL DIRECTOR DE DESARROLLO E INVESTIGACION DE KUSII CAFÉ DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V. EN EL SABOR DEL CAFÉ.

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

5. METODOLOGÍA UTILIZADA

I. Muestras utilizadas.

Se utilizaron muestras de café procedentes de la sierra de Songolica, Veracruz, México, con alta acidez, las cuáles fueron tratadas con el proceso de desacidificación. Además, se adquirieron muestras de cafés de alta calidad a nivel internacional: Intelligentsia (africano, ganador del segundo lugar internacional en el 2007), Illy (italiano) y Starbucks Christmas Selection 2007.

II. Medición de pH

Se evaluó la acidez de las muestras por medio de un medidor de pH electrónico. Las mediciones se hicieron por triplicado.

III. Determinación de las condiciones óptimas del cromatógrafo para separar los compuestos volátiles.

Se desarrolló un método para el cromatógrafo de gases logrando la mejor resolución para la separación de picos.

IV. Determinación de las condiciones óptimas de extracción de compuestos por medio de micro extracción en fase sólida (SPME).

Se probaron varios factores para elegir las condiciones de mayor sensibilidad en la extracción de compuestos volátiles de la matriz de los granos de café. Dichos factores fueron tiempo, temperatura, tamaño de muestra, tipo de fibra, así como también el tipo de columna del cromatógrafo.

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

V. Extracción de compuestos semivolátiles.

Se llevó a cabo por medio de extracción con diclorometano y posterior concentración en el aparato Kuderna Danish. Se añadió fenol deuterado como estándar interno a una concentración de 500 mg/Kg.

VI. Identificación de compuestos.

Se llevó a cabo por medio de Cromatografía de gases acoplada a detección de masas, utilizando la Biblioteca NIST de espectros de masas, tomando como identificación positiva una similitud de más de 80%.

VII. Cuantificación de los compuestos volátiles y semivolátiles.

La cuantificación se llevó a cabo por medio de la técnica de comparación del área de los compuestos con el área del pico de un estándar interno (hexanal) adicionado a una concentración de 16 mg/Kg. La cuantificación se llevó a cabo por triplicado.

VIII. Análisis de Datos.

Se comparó el perfil de volátiles y semivolátiles de las muestras de café antes y después de ser procesado con las muestras de cafés comerciales. Para el análisis estadístico se utilizó la técnica de Análisis de Componentes Principales.

IX. Análisis Sensorial.

Las muestras de café fueron degustadas y evaluadas por 107 consumidores (50 mujeres y 57 hombres) con edades entre 20 y 57 años de edad.

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

6. RESULTADOS

En la tabla 1 se enlista el pH de las muestras de café utilizadas para este estudio. El tratamiento de desacidificación logró aumentar el pH de las muestras más de una unidad, lo cual es una magnitud muy importante y que demuestra que el tratamiento funciona adecuadamente.

Tabla 1. pH de muestras de café

Muestra	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Promedio
Starbucks	6.24	6.38	6.25	6.29
Intelligentsia	5.56	5.44	5.40	5.47
Antes proceso	**5.51**	**5.44**	**5.46**	**5.47**
Después proceso	**6.76**	**6.69**	**6.67**	**6.71**
Illy	5.67	5.58	5.60	5.62

Se identificaron 113 compuestos diferentes (Tabla 2) en las cinco muestras de café analizadas. Solamente 23 compuestos se encontraban de forma común en las cinco muestras analizadas. Los compuestos restantes corresponden a lo que se conoce como la huella digital del café y son los responsables de que los cafés tengan diferentes notas de sabor. En base a estos resultados hay dos detalles muy importantes que hay que discutir. El primero es el hecho de que no se observa un cambio relevante en el tipo y las concentraciones de los compuestos presentes en las muestras de café sin procesar y el café después de ser sometido al proceso de desacidificación. La segunda observación importante es que la cafeína no se ve disminuida por el proceso de desacidificación.

Tabla 2. Concentración de compuestos volátiles y semivolátiles de muestras de café.

COMPUESTOS (CONCENTRACIÓN mg/Kg)	STARBUCKS	RUANDA	ANTES PROC.	**DESP. PROC.**	ILLY
Furan, 2-methyl	33.3	3.7	15.7	15.5	17.8
Acetic acid	54.2	39.4	44.5	44.9	46.5
Acetoin (3-hydroxy-2-butanone)	7.5	2.0	4.4	4.6	4.1
pyridine	63.8	16.9	34.0	30.3	33.9
3(2H)-furanone, dihidro-2-methyl / 2 methyl tetrahidrofuran -3- one	12.0	5.4	11.9	10.5	10.0
furfural/2-furancarboxaldehyde	35.8	64.2	5 1.9	47.9	31.4
2(2-propenylfuran)	13.3	0.5	2.2	2.9	1.9
2-furanmethanol	269.9	75.6	124.4	128.9	113.6
ethanone, 1-(2-furanyl) / etanone, 1-(1H-pyrazol-4-yl)	4.1	11.9	16.8	14.2	11.6
Benzaldehyde	3.8	1.1	2.4	2.5	2.9
2-furancarboxaldehyde, 5-methyl / 5-methyl furfural	2.1	50.0	58.5	56.4	47.2
2-furfuryl methyl sulfide	9.1	1.6	2.8	2.5	3.5
furfuryl acetate / 2-furanmethanol, acetate	4.5	29.4	36.9	39.2	45.9
2 -ethyl- 6- methylpyrazine / pyrazine, 2- ethyl-6-methyl	19.5	3.4	7.1	6.5	9.8
pyrimidine / pyrazine	11.8	2.2	6.0	5.9	7.8
2,5-furandione-3,4-dimethyl	3.0	0.8	1.9	1.9	2.2
Cresol (hydroxymethylbenzene)	3.7	1.0	0.9	1.0	1.7
4H-pyrane-4-one,3-hydroxy-2-met… / maltol	25.0	4.3	15.4	17.1	15.1
1H- pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)	16.6	2.3	4.0	3.9	5.6
4-vinyl-2-methoxy-phenol / 3-methoxy acetophenone	23.8	5.0	7.6	9.1	10.7
Trans-beta damascenone	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

benzene, 1, 4-dimethyl/benzene, 1, 3 dimethyl	679.0	1173.9	550.1	936.4	497.8
Caffeine	**25037.0**	**17985.5**	**15083.1**	**16473.5**	**22294.4**
acetic acid, methyl ester	24.2				
2,3-butanedione, diacetyl			3.7	5.3	
2-vinylfuran	7.1		3.8	3 .2	
isobutyraldehide		1.6			
butanal, 3-methyl-		2.3			
butanal, 2-methyl-		3.8			
formic acid		1.1			
2,3-pentanedione	13.1	7.7	6.3	6.5	
2-propanone,1-hydroxy-		8.1	14.9	15.8	
1-hidroxy-2-butanone		1.5	3.3	3.1	2.8
1,2-butylene glycol	3.6				
pyrazine, methyl/ 2-methyl pirazine	50.1	29.6	25.0	37.7	
methyl pyrazine			1.4	1.6	
furfural	0.6				
furfuryl alcohol	3.2				
2-propanone,1-(acetyloxy)-		10.7	29.3	27.0	25.0
furfuryl mercaptan			1.4		
furfuryl formate		6.5	9.2	9.4	
isovaleric acid	7.8	1.4			
pyrazine, 2,5-dimethyl / pirazine, 2,6-dimethyl	66.6	43.0	41.6	49.5	
Isovaleric acid					25.0
gamma. Butyrolactone / 2(3H)-furanone, dihydro-		14.7		9.9	
2 vinyl pirazine	1.8				2.7
2-methyl-butyric acid		2.5			
furfuryl alcohol			1.9		1.2

Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

furaneol / 2,5-dimethyl-3(2H)-furanone		1.1			5.9
3 ethyl piridine	6.3				
beta myrcene		0.9	1.9	1.8	2.1
pentanoic acid, propyl ester	5.5				0.0
furan, 2- [(methylthio) methyl] / 2 furfurylmethylsulfide	8.1	1.5			1.8
phenol			3.0		
1-methyl-2-pyrrolecarboxaldehyde / 2-formyl-1-methylpyrrole	24.8	8.5		13.1	18.6
2,3,5-trimethyl pyrazine / 1-(1-cyclo pentenyl)-2-propen-1	13.5				
propyl pyrazine	1.6		1.1	2.0	1.9
allyl butyrate	3.2				
2-methyl-6-vinyl pyrazine			3.2	3.2	4.4
2,2 bifuran		1.7			
2-acetyl-5-methylfuran	3.5				
2,5-furandione, 3,4- dimethyl / 1,2-dimethyl cyclobuten-3,4-dione	7.2				
1,2-methano-2c,2d-diazadicyclope		6.0			
1H-pyrrole-2-carboxaldehyde / pyrrole-2-carboxaldehyde		4.2			
1-cyclohexene-1-carboxylic acid	3.4				
valerolactone	4.3				
trans linaleol oxide					1.9
linaleol oxide cis		1.6			2.1
epoxylinelool	4.6				
ethanone, 1-(1-methyl-1H-pyrrol…	13.5		5.6	6.7	9.1
pyrazine, 3-ethyl-2,5-dimethyl-.. / 2,5-dimethyl-3-ethylpyrazine					14.6
furan,2,2'-methylenebis- / bi-(2-furyl)-methane	13.5	2.3			
2,5 -dimethyl-3-ethylpyrazine / 2,6 -dimethyl-3-ethylpyrazine	8.0		11.0	9.8	14.6
4-acetyl- 3- methylpyrazole /					

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

2-pyrrolylmethylketone					17.4
phenol,2-metoxy-	29.7				
furfuryl propionate /					
furfuryl formate			7.7	7.3	10.9
thiophene,2-propyl	3.1				
2,4-dimethylcyclopent-4-ene-1,3 /					
1,3-dimethyl-6-oxabicyclo	10.3				
2,5-furandione, 3-ethyl-4-methyl		3.5			14.2
1,3-butadiene, 2-methyl-	11.0		1.8		
carbamic acid, phenyl ester		1.8			
7- methyl-cis-bicyclo [3.3.0]oct-.. /					
pyrimidine			5.8		
1-(5-methyl-2-pirazinyl)-1-ethanone	3.8				
4-N-pyrrolylbutane-1,2-diol /					
4-N-pyrrolyl-1,2-epoxybutane	7.7				
4-piridiaecarboxylic acid, hydrazide	5.8				
phenol, 3-amino-2-methyl				3.2	
2-heptyl furan		2.5			4.5
furan, 2-(furanylmethyl)-5-me…	14.7		2.9	3.0	3.6
2-methyl-3-beta-furyl propenal	0.0	1.2	1.8		
furfuryl methyl disulfide	5.4				
3-phenyl furan	5.4				
butanoic acid, 3 methyl,2- furanmethyl ester		1.9			
furfuryl-2-methylbutyrate			2.7	3.0	
2-phenyl-2-butenal	2.7		0.7	0.9	0.8
phenol,4-ethyl-2-methoxy	20.8				6.0
furan, 2,2'-[oxybis(methylene)]	16.0	2.8			
z-jasmone		0.3			
6-methyl coumarin					1.1
furfuryl formyl pyrrole			1.4	1.4	1.5
bis (2-furfuryl) disulfide (ROBUSTONE)					0.3
hexadecanoic acid methyl ester	1.0				
Ethylbenzene	175.4				
2-furanmethanol/3-furanmethanol	1481.5				

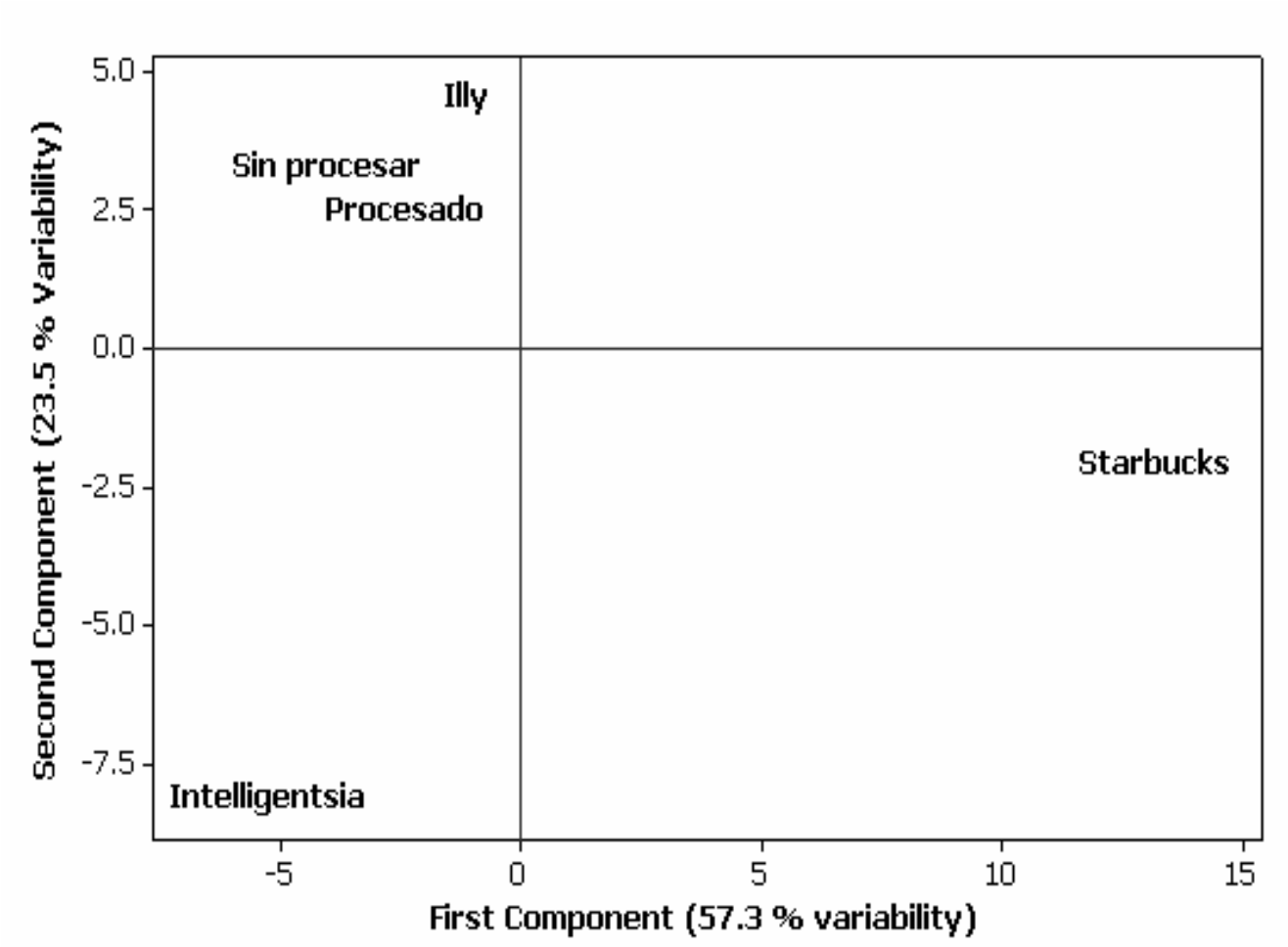
Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

Methyllaurate		433.7		
4-Vinyl-2-methoxy-phenol	526.4			
hexadecanoic acid, methyl ester	1234.6			184.4
hexadecanoic acid/ palmitic acid	194012.3			76363.6
9,12-octadecanoic acid (Z,Z)/ Linoleic acid	122407.4	2202.9	936.4	
9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)/ 9,17-Octadecadienal, (Z)	1666.7			
9,12-Octadecadienoic acid(Z,Z)/ hexadecanoic acid	1111.1			
2,3-Dimethylbenzofuran / 1H-Indene, 2,3-dihydro-4,7-dimethyl			22067.1	
9,17-Octadecadienal, (Z)/9,12 Octadecadienoic acid(Z,Z)	4691.4			
oleoamida			714.2	

El análisis de componentes principales (Figura 1) resume en forma gráfica las diferencias y similitudes que hay entre los tipos y concentraciones de los compuestos volátiles y semivolátiles de las cinco muestras de café analizadas. Se puede observar que las muestras de café antes y después de ser procesadas con el tratamiento de desacidificación se localizan muy cercanas en el mapa de componentes principales, sugiriendo que los tipos y concentraciones de los compuestos volátiles y semivolátiles no cambian en forma relevante. Al mismo tiempo, éstas muestras se colocan cercanas a la muestra de café Illy. De esta forma, se puede predecir que, basándose en esta información química, el sabor de las muestras antes del procesado, después del procesado e Illy, será similar, y que tendrán un sabor diferente a las muestras de Intelligentsia y Starbucks. Sin embargo, la reducción de acidez demostrada por el proceso de desacidificación podría tener un efecto en la percepción del sabor del café. El análisis sensorial es entonces necesario para identificar si hubo tal efecto.

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

Figura 1. Gráfica de Componentes Principales para muestras de café.



Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

Los resultados del análisis sensorial demostraron que el sabor de la muestra tratada mejora en comparación con la muestra no tratada, y que la muestra procesada se coloca en primer lugar de agrado sensorial (Tabla 3 y 4).

Tabla 3. Calificaciones promedio para el agrado sensorial general de muestras café. Escala del 1 al 10 (1 = pésimo, 10 = excelente)

Muestra	**Starbucks**	**Intelligentsia**	**Antes Proceso**	**Después Proceso**	**Illy**
Promedio	6.43	6.19	7.52	**8.08**	7.71

Tabla 4. Frecuencia (número de consumidores por nivel de agrado sensorial de muestras de café).
(1er lugar = más agradable, 5º lugar = menos agradable)

	1er lugar	**2º lugar**	**3er lugar**	**4º lugar**	**5º lugar**
STARBUCKS	17	12	10	24	44
RUANDA	4	22	12	33	36
ANTES PROCESO	25	27	24	20	11
DESPUÉS PROCESO	**35**	**30**	**25**	**12**	**5**
ILLY	26	16	36	18	11

Existe un cambio en la percepción de sabor de la muestra de café tratada con el proceso de desacidificación.

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

Este cambio promueve un mayor agrado sensorial de la muestra tratada, y parece ser contradictorio a los resultados encontrados para el perfil de volátiles, el cual no presenta cambios relevantes. Probablemente el mejor nivel de agrado sensorial se debe a un desenmascaramiento de los sabores, los cuáles, al eliminarse la acidez en el café, son mejor percibidos en el paladar y crean una mejor percepción del sabor. Además, la baja percepción de acidez puedo haber influido para que el consumidor calificara el café tratado como de sabor más agradable. Hay diversos atributos que pueden estar siendo afectados de manera positiva en la muestra. La tabla 5 muestra los comentarios proporcionados por los consumidores entrevistados acerca de la muestra de café tratada con el proceso de desacidificación, en comparación con el café no tratado.

Tabla 5. Comentarios de los consumidores acerca del café tratado con el proceso de desacidificación, en comparación con el café no tratado.

Sabor más relajado
Mejor aroma, sabor y cuerpo
Más agradable al paladar
Mayor calidad, mayor sabor, perdura mas su sabor
Sabor más consistente
Sabor a tabaco, sensación muy fuerte aun después de tomar agua Sabor y aroma en un punto medio
Tiene menos acidez y permite una mayor percepción de sabor
Sabor definido y más firme
Sabor más agradable
Aroma y fuerte sabor
Aroma y el sabor se integran muy bien

7. CONCLUSIONES

7. El proceso de desacidificación propuesto por el Director de Desarrollo e Investigación de Kusii Café de México, S, de R.L. de C.V. reduce efectivamente la acidez del café, al aumentar más de una unidad de pH medido en la bebida preparada.

8. El proceso de desacidificación no afecta el perfil de compuestos de sabor del café.

9. La cafeína se mantiene intacta después de aplicar el proceso de desacidificación.

10. El agrado sensorial del café tratado con el proceso de desacidificación es mayor que el del café que no es tratado.

11. El café tratado con el proceso de desacidificación fue calificado por el consumidor como de mejor sabor que las muestras de café comerciales, las cuales son de alto reconocimiento a nivel internacional.

12. El proceso de desacidificación parece tener un efecto de desenmascaramiento del sabor sin cambiar el perfil de compuestos, el cual hace que la percepción sensorial sea mejor.

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

American Association of Cereal Chemists (AACC) Approved Methods of Analysis. 1995 NinthEdition. American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN, USA.

Akiyama, M., K. Murakami, M. Ikeda, K. Iwatsuki, A. Wada, K. Tokuno, M. Onishi, and H. Iwabuchi. Analysis of the Headspace Volatiles of Freshly Brewed Arabica Coffee Using Solid-Phase Microextraction. 2007. *J. Food Sci.* 72(7) 388-396.

Bucking, M. y H., Steinhart. 2002. Headspace GC and Sensory Analysis Characterization of the Influence of Different Milk Additives on the Flavor Release of Coffee Beverages. *J. Agric.Food Chem*. 50: 1529-1534.

Czerny, M., F. Mayer, and W. Grosch. 1999. Sensory Study on the Character Impact Odorants of Roasted Arabica Coffee. *J. Agric. Food Chem*. 47: 695-699.

Engel W., Bahr W. y Schieberle P. 1999. Solvent-assisted flavor evaporation—a new and versatile technique for the careful and direct isolation of aroma compounds from complex food matrices. *Z Lebensm-Unters Forsch* 209(3/4):237– 41.

Fang, Y., y M. C. Qian. 2006. Quantification of selected aroma-active compounds in pinot noir wines from different grape maturities. *J Agric Food Chem*. 54 (22):8567-8573

Inovation in Dairy products. July 2006

Broadbent, J.R., Barnes, M., Brennand, C., Strickland, M., Houck, K., Johnson, M.E. and Steele, J.L. Contribution of *Lactococcus lactis* cell envelope proteinase specificity to peptide accumulation and bitterness in reduced fat Cheddar cheese. *Appl. Environ. Micro.* 2002; 68:1778-1785.

Chaintreau, A. Quantitative Use of Gas Chromatography- Olfactometry: The GC-"SNIF" Method. In *Flavor, Fragrance and Odor Analysis,* Marsili, R.T. (ed.), New York: Marcel Dekker. pp.333-348 (2002).

Drake, M.A. and Civille, G.V. 2003 Flavor Lexicons. *Compr. Rev. Food Sci.* 2(1):33-40. Engel, W., Bahr, W. and Schieberle, P. Solvent-assisted flavor evaporation—a new and versatile technique for the careful and direct isolation of aroma compounds from complex food matrices. *Eur. Res. Technol.* 1999; 209:237-241.

Marsili, R.T. Flavours and off-flavours in dairy foods. In *Encyclopedia of Dairy Sciences,* Roginski, H., Fuquay, J.W. and Fox, P.F. (eds.), London: Academic Press. pp. 1069-1081 (2003).

Meilgaard, Morten C. and M.Sc., D.Sc., F.I. Brew. Advanced Statistical Methods. In *Sensory Evaluation Techniques*. 3th edition. New York: Boca Ratón. pp. 1411-1413 (1999).

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

Werkhoff, P., Brennecke, S., Bretschneider, W. and Bertram, H.J. Modern methods for isolating and quantifying volatile flavor and fragrance compounds. *In Flavor, Fragrance and Odor Analysis,* Marsili, R.T. (ed.) , New York: Marcel Dekker. pp. 139-204 (2002).

Flavor analysis of Acidity-Reduced Roasted Coffee Beans

Introduction

Coffee world production is estimated to be 6 784 800 tons, and in Mexico 100 000 tons approximately.1 Coffee quality and price are mostly determined by its sensory attributes. The majority of experts agree that flavor and aroma are the most important characteristics to determine quality of coffee. Currently, the purchase and determination of coffee´s price in the big-volume market is still done by professional tasters who arrive to their decisions mainly based in the flavor, aroma, and palate sensation of brewed coffee samples.2,3,4,5 There are other factors of the process and previous at the process which can affect coffee flavor. Some of them are the origin and the cultivation method, storage, the toasting degree, and other additional processing techniques.6,7,8,9,10 Coffee beans contain several chemical compounds that impart a characteristic acid flavor. While acidity is sometimes a desirable flavor-attribute in coffee, excess acidity can lead to decreased acceptance, lowering its price and leading to expensive losses for coffee producers. Since coffee consumption it is increasing all around the world, it becomes important to develop ways to solve the excess acidity problem in coffee.
Besides, the generation of better incomings would be a great incentive for the farmers and processors of coffee all around the world. The objective of this work was to analyze the flavor and consumer sensory acceptance of acidity-reduced roasted coffee beans.

Materials and Methods

Samples. Green coffee beans were obtained from Sierra de Songolica, Veracruz, Mexico, and were treated with an acid-lowering process (patent pending). After this, the samples before and after the process were roasted in an i-Roast 2 roaster machine (Hearthware Products, Gurnee, Illionois, U.S.A.). Three other samples of roasted coffee beans with high commercial value were obtained at local stores.

pH measurement. Acidity of the samples was evaluated using an Orion 310 pHmeter (Orion Research Inc., Boston, Massachussets, U.S.A.). pH was measured in brewed coffee prepared with 10 g of roasted grains added with 240 mL of boiling water. Measurements were made in triplicate.

Determination of conditions for volatile compounds extraction by solid phase micro-extraction
(SPME). Some factors were tested to choose the conditions for better sensitivity in the extraction of volatiles from the coffee beans matrix. These factors were: time (15, 30, 45 and 60 min), extraction temperature (35, 40, 45 and 50°C), sample weight in the vial (0.5, 1, 2 and 4 g), kind of SPME fiber

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

(CAR/PDMS and DVB/CAR/PDMS) (Supelco/Sigma-Aldrich Co., Bellefonte, Pennsylvania,). Optimal conditions used were: 2 g of sample (grounded), 45 min extraction at 35°C, in 40 mL I-Chem vials, amber deactivated-borosilicate glass, with pierceable Teflon/rubber septa (Kimble-Chase Scientific Glass Inc., Rockwood, Tennessee, U.S.A.).

Semivolatiles compounds extraction. 25g of ground coffee were extracted with 250 mL of dichloromethane, followed by concentration in the Kudderna-Danish apparatus to reduce the extract to10mL.

Gas chromatography/ mass detection (GC/MS). Volatile and semivolatile compunds analysis were performed using an Agilent 7890 gas chromatograph (Agilent Technologies, Santa Clara, California, U.S.A.). A VF-5 capilar chromatographic column (Varian Inc., Palo Alto, California, U.S.A.) 0.32 mm inner diameter, 0.25 μm film thickness and 30 m long, was used. For the SPME injection, the splitless mode was utilized. For the solvent injection a split-ratio of 50:1 was employed. The temperature program used was 10 min at 40°C, 3°C/min until 150°C, 10 min at 150°C, 20°C/min until 230°C, 10 min at 230°C.

Compounds identification. Compounds identification was done by mass spectrometry, using an Agilent 5975C-VL mass detector (Agilent Technologies), with cuadrupole analyzer. Temperatures of transference line and ions source were 280 and 230°C respectively, employing ionization by electronic impact with a voltage of 70 eV, a mass range m/z 35-350 and data collection at 4.51 scans/s. The NIST library of mass spectra was used, taking a match of more than 80% as a positive identification.

Volatile and semivolatile compounds quantification. Quantification was performed by comparing the area of the volatile and semivolatile compounds with that of an internal standard. For the volatile compounds quantification hexanal was added at a concentration of 16 mg/kg. For the semivolatile compounds quantification, deuterated phenol was added at a concentration of 500 mg/kg. Quantification was done by triplicate.

Data analysis. Volatile and semivolatile concentrations of coffee samples were compared before and after the acidity-lowering process and with those of the commercial coffee samples. Fisher's Least Singnifficant Difference was used to assess difference between means employing the software Minitab 15 (Minitab Inc., State Collage, Philadelphia, U.S.A.). For comparison of the volatile and semivolatile profiles, Principal Components Analisys was used.

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

Consumer testing. Coffee samples were tasted and evaluated by 107 consumers (50 women and 57 men) with ages between 20 and 57 years old. Consumers were selected according to their average daily coffee consumption. To present the samples to consumers, roasted coffee beans were ground and prepared in a filter coffee machine just before the consumers evaluated it, using 10g of toasted grains per 240 mL of boiling water, and served hot. The evaluation form used included the following questions: How do you like the flavor and aroma of the sample you are tasting?; is there any off flavor and/or off-aroma in the sample you are tasting?; please grade in a scale of 1(very bad) to 10(very good) the flavor and aroma of the samples; please give any extra comments on the samples you just tasted.

Results and Discussion

pH measurement. Table 1 shows the pH values measured for the coffee samples used in this study. The acidity-lowering treatment was able to increase the pH of the samples more than one unit, which is a very important magnitude and shows that the treatment works.

Table 1. pH of coffee samples. Samples 1, 2 and 3 are from commercial brands.

Sample	Average*
1	6.29c
2	5.47a
Before the process	**5.47a**
After the process	**6.71d**
3	5.62b

*Different letter equals significant difference ($\alpha = 0.05$) between means.

Compounds Identification. 113 compounds were identified (complete results not shown) in the five coffee samples analyzed. Only 23 compounds were found in common for of the five samples (Table 2). The rest of the compounds corresponded to what is known as the fingerprint of the coffee's volatile flavor and are responsible for the different flavor notes in different coffee brands. Based on these results, there are a couple of very important observations. The first one is the fact that flavor volatile profile remained almost unchanged when comparing the samples before and after the acidity-lowering treatment. The second important observation is that caffeine is not decreased by the acidity-lowering process.

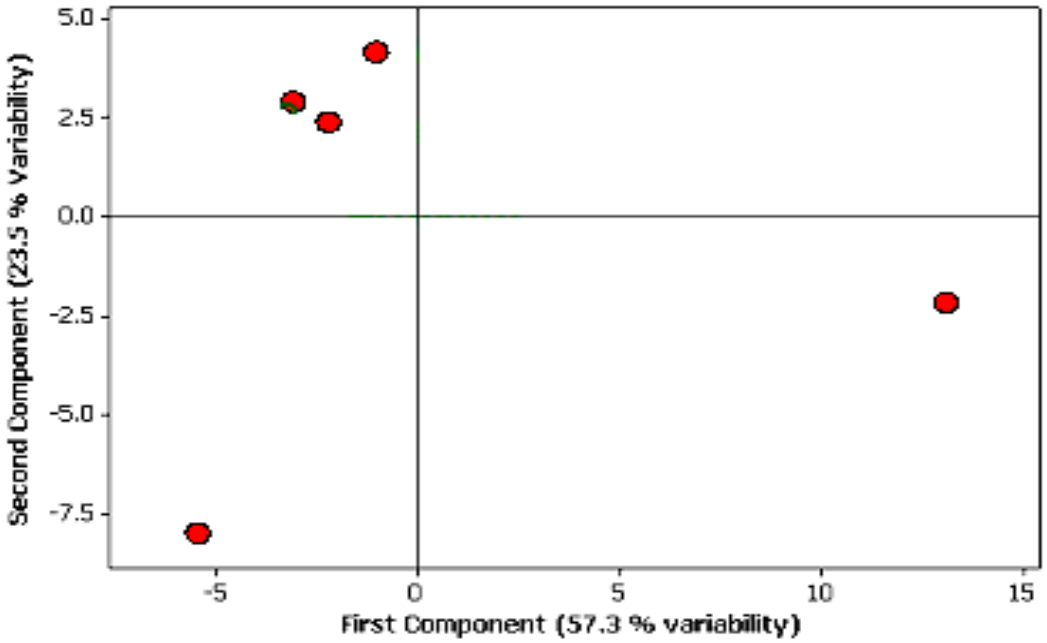
Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

Table 2. Volatile and semivolatile compounds concentration in coffee samples.

COMPOUNDS (CONCENTRATION mg/kg)	SAMPLE 1	SAMPLE 2	BEFORE PROCESS	AFTER PROCESS	SAMPLE 3
Furan, 2-methyl	33.3	3.7	15.7	15.5	17.8
Acetic acid	54.2	39.4	44.5	44.9	46.5
Acetoin (3-hydroxy-2-butanone)	7.5	2.0	4.4	4.6	4.1
Pyridine	63.8	16.9	34.0	30.3	33.9
3(2H)-furanone, dihidro-2-methyl	12.0	5.4	11.9	10.5	10.0
furfural/2-furancarboxaldehyde	35.8	4.2	51.9	47.9	31.4
2(2-propenylfuran)	3.3	0.5	2.2	2.9	1.92
2-furanmethanol	269.9	75.6	124.4	128.9	113.6
ethanone, 1-(2-furanyl)	4.1	11.9	16.8	14.2	11.6
Benzaldehyde	3.8	1.1	2.4	2.5	2.9
2-furancarboxaldehyde, 5-methyl	42.1	50.0	58.5	56.4	47.2
2-furfuryl methyl sulfide	9.1	1.6	2.8	2.5	3.5
furfuryl acetate	94.5	29.4	36.9	39.2	45.9
2 -ethyl- 6- methylpyrazine	19.5	3.4	7.1	6.5	9.8
pyrimidine / pyrazine	11.8	2.2	6.0	5.9	7.8
2,5-furandione-3,4-dimethyl	3.0	0.8	1.9	1.9	2.2
Cresol (hydroxymethylbenzene)	3.7	1.0	0.9	1.0	1.7
4H-pyrane-4-one,3-hydroxy-2-methyl	25.0	4.3	15.4	7.1	15.1
1H- pyrrole, 1-(2-furanylmethyl)	16.6	2.3	4.0	3.9	5.6
4-vinyl-2-methoxy-phenol	23.8	5.0	7.6	9.1	10.7
Trans-beta damascenone	0.9	0.5	0.5	0.5	0.5
benzene, 1, 4-dimethyl	679.0	1173.9	55 0.1	936.4	497.8
Caffeine	**25037.0**	**17985.5**	**15083.1**	**16473.5**	**22294.4**

Comparison of volatile and semivolatile profile. Principal Component Analysis (Figure 1) summarizes in a graphic the differences and similarities that exist between the volatile and semivolatile compounds concentration encountered in the five coffee samples analyzed. It can be observed that the coffee samples before and after to be processed with the acidity lowering treatment are localized very close to each other in the map of Principal Components, which suggest that the kinds and concentration of the volatile and semivolatile compounds is almost the same. Also, it can be observed that these samples are localized near to sample three. Therefore, it can be predicted that, based in this chemical information, the flavor of the samples before and after being processed, and sample 3 will be similar, and that they will have a different flavor than samples 1 and 2. However, the acidity reduction achieved by the acidity-lowering process could have an effect in the overall perception of the flavor of treated coffee beans. A consumer test was necessary to identify whether this effect is present.

Figure 1. Principal Component Analysis Graph
for the volatile and semivolatile profile of coffee samples.



Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

Consumer test

The results for the consumer test showed that flavor of the sample treated with the acidity-lowering process is improved, in comparison with that of the non treated sample, and that the processed sample was rated in the first place for overall liking (Tables 3 and 4).

Table 3. Average grades for overall liking of coffee samples.
Scale 1 to 10 (1 = very bad, 10 = very good).

SAMPLE	1	2	BEFORE PROCESS	AFTER PROCESS	3
Average*	6.43a	6.19a	7.52b	**8.08c**	7.71b

* Different letter equals significant difference ($\alpha = 0.05$) between means.

Table 4. Frequency (number of consumers) for ranking of coffee samples.
(1st place = best overall liking, 5th place = worst overall liking.)

Sample	1st place	2nd place	3rd place	4th place	5th place
1	17	12	10	24	44
2	4	22	12	33	36
BEFORE PROCESS	25	27	24	20	11
AFTER PROCESS	**35**	**30**	**25**	**12**	**5**
3	26	16	36	18	11

Results showed that it does take place a change in the flavor perception of the coffee samples treated with the acidity-lowering process. This change promotes an increased sensory acceptance of the treated sample. It is probable that this improved flavor perception is caused by an overall flavor unmasking due to the acidity decrease in the sample, rather than to a change in flavor composition itself. There are different tasting perception attributes that could have been affected in a positive way in the treated sample. Some consumer comments about the treated coffee sample, in comparison with the no treated coffee and the commercial coffee samples, were: more relaxed flavor, better aroma and body, more pleasant to palate, flavor lasts longer, more consistent flavor,

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
Tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027

flavor in a middle point, less acid, more defined flavor, more pleasant, aroma and taste are well integrated.

Conclusions

It was concluded that the acidity-lowering process applied does not affect the volatile profile of coffee. The better flavor perceived by the consumer is probably due to an overall flavor unmasking effect rather than to a change in flavor composition. Caffeine concentration is not decreased after application of the acidity-lowering process. These findings are valuable to producers that want to increase their coffee acceptance and price. This process can be used to enhance the flavor of coffee and in this way increase the product's sale price. The acidity-lowering process also has important health implications, since it could help prevent gastritis, an illness associated to frequent coffee consumption. On the other hand, it has been demonstrated that coffee flavor is improved substantially after applying this process.

From the economic point of view, the process gives added value to the coffee, increasing the benefit farmers and processors could obtain from their production.

References

(1)SAGARPA. 2003. Boletín No. 318/03. Consultado el 5 de Enero de 2008. http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2003/diciembre/B318.pdf

(2)Feldman J.R., Ryder W.S., Kung J.T. 1969. Importance of nonvolatile compounds to the flavor of coffee. J. Agric. Food Chem. 17:733-739.

(3)Akiyama M., Murakami K., Ikeda M., Iwatsuki K., Wada A., Tokuno K., Onishi M., Iwabuchi H. Analysis of the headspace volatiles of freshly brewed arabica coffee using solid-phase microextraction. 2007. J. Food. Sci. 72:388-396.

(4)Maeztu L., Sanz C., Anduela De Peña S.M., Bello J., Cid C. 2001. Characterization of espresso coffee aroma by static headspace GC-MS and sensory flavor profile. J Agric. Food Chem. 49:5437-5444.

(5)Czerny M., Mayer F., Grosch W... 1999. Sensory study on the character impact odorants of roasted arabica coffee. J. Agric. Food Chem. 47:695-699.

(6)Gonzalez-Rios O., Suarez-Quiroz M.L., Boulanger R., Barel M., Guyot B., Guiraud J.P., Schorr-Galindo S. 2007. Impact of ''ecological'' post-harvest processing on the volatile fraction of coffee beans: I. green coffee. J. Food Comp. Analys. 20:289-296.

(7)Gonzalez-Rios O., Suarez-Quiroz M.L., Boulanger R., Barel M., Guyot B., Guiraud J.P., Schorr-Galindo S. 2007. Impact of ''ecological'' post-harvest processing on the volatile fraction of coffee beans: II. roasted coffee. J. Food Comp. Analys. 20:296-303.

(8)Selmar D., Bytof G., Knopp S.E. 2008. The storage of green coffee (Coffea arabica): decrease of viability and changes of potential aroma precursors. Annals. Botany 101:31-38.

(9)Jhama G.N., Mullera H.V., Cecon P. 2008. Triacylglycerol molecular species variation in stored coffee beans determined by reverse-high-performance liquid chromatography/refractive index detector. J. Stored Prod. Res. 44:82-89.
(10)Nebesny E., Budryn G., Kula J., Majda T. 2007. The effect of roasting method on headspace composition of robusta coffee bean aroma. Eur. Food Res. Technol. 225:9-19.

* Nota del Director de Desarrollo e Investigación de Kusii Café de México, S. de R.L. de C.V.: El reporte científico arriba presentado contiene todos los datos y resultados originales que arrojaron todas las diferentes pruebas y mediciones realizadas. Sin embargo, ha sido editado en parte mínima con la finalidad de no divulgar información de carácter confidencial pertinente al proceso de reducción de acidez.

* The scientific report presented above contains all the original data acquired in all the different tests performed. It has been edited in minimal part so as not to divulge confidential information pertaining the acid reduction process.

Cerro Blanco 141
Colonia Colinas del Cimatario
Santiago de Querétaro, Querétaro, México C.P. 76090
tel /fax 52 (442) 2290538
Red Politécnica 01 55 57296300 ext. 81027