

Fuentes de variación que tienen efecto sobre los atributos sensoriales de taza en sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica*) en el sur de Colombia

Sources of variation and its effects on the coffee cup sensory attributes in coffee (*Coffea arabica*) agroforestry systems in Southern Colombia

Engelberto Rodríguez Burgos, investigador grupo de investigación Yamboró
engelberto.rodriguezbu@misena.edu.co

Gustavo Adolfo Vega Cano, investigador grupo de investigación Yamboró
gavega@misena.edu.co

Juan Carlos Suárez Salazar, vicerrector de la Universidad de la Amazonía
juansuarez1@gmail.com

Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA
Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano
Regional Huila

FECHA DE RECEPCIÓN: 28 DE MARZO DE 2014

FECHA DE ACEPTACIÓN: 19 DE MAYO DE 2014

RESUMEN

En este documento se presentan resultados de la evaluación sensorial de la calidad en taza asociada a los diferentes arreglos agroforestales de producción de café que se desarrollan en el municipio de Timaná, en el departamento del Huila. Se caracterizaron variables de producción, manejo agronómico y especialmente características químicas del suelo, los cuales mediante un análisis estadístico multivariado arrojaron resultados que corroboran investigaciones realizadas en Costa Rica y aportan nuevo conocimiento en el efecto entre las características químicas del suelo y la calidad en taza del café.

Palabras claves: café, producción cafetera, agronomía, química del suelo.

ABSTRACT

In this document, the reader may see the results of the sensory evaluation of the coffee cup's quality related to the different agroforestry modifications in the coffee production process in the Timaná municipality (Huila). Production variables, agriculture management terms and specially soil chemistry characteristics were typified, which through an statistical multivariate analysis ended up in results which affirmed investigations done in Costa Rica and contributed fresh knowledge on the effect between the soil chemistry characteristics and the coffee cup's quality.

Keywords: Coffee, Coffee Production, Agronomy, Soil Chemistry.

INTRODUCCIÓN

El cultivo del café es la actividad económica que más aporta en el valor de la producción del subsector agrícola en el departamento del Huila, con una contribución del 57,52% (Plan de Desarrollo Departamental Huila 2008-2011), siendo competitivo a nivel nacional por tener características de cafés como “taza limpia”, especiales y orgánicos (Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad, 2007). Según la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2010), el departamento del Huila reporta un área cultivada con café, abarca 116.833,02 ha, en las cuales se encuentran dos sistemas de producción principales, como el tradicional y el tecnificado (94% del área total), con producción en promedio de 4 y 15 cargas de café pergamino seco por ha al año, respectivamente.

Para lograr una exitosa producción en cuanto a cantidad y calidad de grano, se requiere entender diversos factores que inciden en la obtención de un producto que cumpla con las exigencias del mercado. En la actualidad se han generado nichos de mercado cuya exigencia es obtener cafés de alta calidad con atributos sensoriales especiales. Avelino *et. al.* (2002) mencionan cuatro factores no genéticos relacionados con la calidad de bebida del café (altitud, pluvio-metría, acidez del suelo y la sombra) y dos factores genéticos (producción

y granulometría). Algunos de los mencionados factores tienen mayor o menor grado de incidencia sobre la calidad, como lo señalan Vaast *et. al.* (2006) en un estudio realizado en Costa Rica en cultivos de café variedad *Coffea arabica* cv., cuyo nivel de sombra (40%) afectó su maduración, por consiguiente la calidad de la bebida. Así mismo, Avelino *et. al.* (2005) mencionan que mayores altitudes junto con un mayor número de horas de exposición de la pendiente al sol son factores que favorecen una mejor calidad de bebida del café.

Se han realizado distintas investigaciones para lograr explicar las diferentes fuentes de variación que tienen incidencia sobre los atributos sensoriales. Este estudio, en especial, tiene como objetivo tratar de encontrar las posibles relaciones entre condiciones de manejo, altura y nivel de sombra; además, hace énfasis en tratar de explicar cuáles son las características del suelo que se relacionan con los atributos sensoriales.

1. Materiales y métodos

1.1 Caracterización de sitios seleccionados

La obtención de datos en la fase de campo consistió en la selección de lotes en fincas y colecta de la muestra de café para los análisis de las características de suelo y los atributos de calidad de taza.

Se colectaron un total de 54 muestras en fincas que hacen parte de la Asociación de Productores Agrícolas de Timaná en el departamento del Huila (Colombia). Para la selección de las muestras en cada una de las fincas se utilizó el proceso seguido por Lara (2005). Las muestras y datos fueron tomados en lotes o plantíos dentro de las fincas visitadas. La selección de lotes de café dentro de la finca se realizó en función de los factores en estudio. Se trató de seleccionar niveles contrastantes tanto para altitud, sombra y rendimiento. Las muestras se obtuvieron en campo de dos formas: la primera fue tomar el que ya había sido cosechado del lote por el productor; la segunda fue cortar el café directamente de los cafetos en el lote. Se tomaron en promedio muestras de 9 kg de café cereza. Se seleccionaron solamente cerezas maduras (rojas).

1.2 Parámetros químicos del suelo

Se hicieron las siguientes determinaciones químicas: pH medido en agua (relación suelo:agua de 1:2), aluminio (Al) intercambiable por diferencia de titulación de la acidez y el hidrógeno (H) intercambiable, la M. O. mediante Walkley-Black (1934), el nitrógeno (N) total por Kjeldahl, el fósforo (P) asimilable por Bray II. El calcio (Ca), magnesio (Mg) y potasio (K) intercambiables mediante el método de extracción por lixiviación con acetato de amonio y determinados con absorción

atómica. El hierro (Fe), cobre (Cu), zinc (Zn) y manganeso (Mn) se extrajeron mediante el método de extracción DTPA y fueron determinados por absorción atómica.

1.3 Información del manejo agronómico y rendimiento

A partir de una encuesta se definió en conjunto con el productor el rendimiento del lote (kg ha⁻¹), así como las actividades de manejo realizadas al cultivo. Se definieron el número de aplicaciones y tipo de fertilizantes, control de malezas, plagas y enfermedades, densidades de siembra y cronograma de actividades.

1.4 Evaluación sensorial de las muestras de café

Esta fase se desarrolló de abril a mayo del 2012, consistió en la evaluación sensorial de la infusión. Las muestras de 250 g de los granos se tostaron durante 11 minutos con una temperatura inicial de 200 °C a un estándar de color amarillo rojizo. El color fue controlado usando el Agtron/SCAA # 85 utilizando el sistema de clasificación de colores (Staub, 1995). Todas las muestras de café tostado se molieron al tamaño de partícula intermedia recomendada inmediatamente antes de la evaluación de la calidad de la bebida. Se utilizaron cinco tazas por muestra, a las cuales se les agregaron 10 g de agua (150 ml a 97 °C) y se evaluaron atributos

sensoriales como fragancia, aroma, acidez, sabor, cuerpo, dulzura, preferencia y puntuación final.

La fragancia es la sensación de gases que se desprenden del café molido. El aroma es la sensación de los gases liberados de café preparado. A la fragancia y al aroma se les asignó un valor. La acidez es una medida de la intensidad de la sensación ácida. El sabor residual es el sabor que queda en la boca después de haber probado la bebida de café. El cuerpo es la sensación bucal de la viscosidad, y especialmente peso. El sabor es la percepción del sabor de la bebida de café en la lengua.

Los atributos se calificaron en una escala de 1-10 con 0,5 incrementos de punto, utilizando el protocolo de catación de la Specialty Coffee Association of America (Lingle, 2001). Las muestras fueron evaluadas por un panel de tres catadores profesionales “Q Grader” de Coffee Quality Institute® en el Laboratorio de Calidad de Café del Centro de Gestión y Desarrollo Sostenible Surcolombiano del SENA Pitalito.

1.5 Análisis estadístico

Para cada una de las muestras de suelos y atributos sensoriales de calidad de taza se realizó análisis de estadística descriptiva (medias y frecuencias de las variables). Para las características de suelo se analizaron los componentes principales para

encontrar las relaciones entre las variables. En relación con los atributos del análisis sensorial, se elaboraron tablas de contingencia para la transformación de variables cuantitativas a cualitativas para los Análisis de Correspondencias Múltiples (ACM), y agrupación de K-medias. Asimismo, se realizó un Scatterplot Matrix para encontrar la relación entre atributos y Scatter Plot con variables adicionales utilizando el paquete R versión 2.15 (R Development Core Team, 2012) mediante la plataforma independiente para análisis estadísticos R Commander (Fox, 2005) basado en el paquete FactoMineR (Husson *et al.*, 2012) para el análisis exploratorio multivariado.

Mediante este análisis se observa la asociación entre las variables, de manera que se encontrara simultáneamente un gran número de los objetos (muestras) muy próximos entre sí. El Análisis de Correspondencias Múltiple (ACM) es una técnica exploratoria que permite representar gráficamente filas y columnas de una tabla de contingencia (Greenacre, 1984; Lebart *et al.*, 1984). La técnica de ACM también constituye una herramienta de principal importancia para el análisis de datos textuales donde se construyen tablas de contingencia relacionando el uso de varios vocablos entre distintos textos de discurso. El ACM puede ser interpretado como una técnica complementaria y a veces suplementaria del uso de modelos log-lineales para el estu-

dio analítico de las relaciones contenidas en tablas de contingencia y permite explorar gráficamente estas relaciones (Balzarini *et al.*, 2008). Al final se corrió un análisis de PLS (del inglés Partial Least Squares) para determinar la relación entre la matriz de características del suelo y los atributos sensoriales de taza.

2. Resultados y discusión

Se presentaron características diversas entre los lotes de café muestreados. Los rangos de altura oscilaron entre 1.239 y 1.820 m s. n. m. con

un área promedio de fincas de 3,97 $\pm$ 0,30 ha y edad del cultivo en promedio de 3,88 $\pm$ 0,08 años. En el Cuadro 1 se muestra cada una de las categorías para la variable altura, nivel de sombra, densidad de siembra y tiempo de fermentación. Se presentaron diferencias significativas para cada uno de los rangos generados ($P < 0,001$). La mayoría de las muestras eran provenientes de lotes de bajas alturas con niveles de sombra menores del 20% con densidades de siembra de entre 4.000 y 5.200 árboles/ha-1 y su manejo con respecto al tiempo de fermentación debía estar entre 24 y 48 horas.

Cuadro 1. Características de los lotes muestreados en el municipio de Timaná (Huila)

	Altura				Nivel de sombra				Densidad de siembra				Tiempo de fermentación					
	Media	E. E.	n		Media	E. E.	n		Media	E. E.	n		Media	E. E.	n			
1.239-1.432	1.357,40 ±	13,41	a*	20 <20	4,25 ±	0,99	a	40	4.000-5.200	4.562,07 ±	68,30	a	29	12-24 h	15,75 ±	0,94	a	12
Intermedia	1.528,00 ±	10,79	b	22 20-40	34,38 ±	2,20	c	8	5.200-6.200	5.588,89 ±	57,81	c	18	24-48 h	38,22 ±	0,67	b	37
>1626	1.723,42 ±	14,87	c	12 >40	51,67 ±	1,67	b	6	>6.200	6.965,71 ±	139,50	b	7	>48 h	56,00 ±	2,45	c	5
Total	1.508,24 ±	20,22			13,98 ±	2,47				5.215,93 ±	121,09				34,87 ±	1,66		
P-valor	<0,0001				<0,0001				<0,0001				<0,0001					

*Valores con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de LSD Fisher al 5%.

Del procesamiento estadístico se formaron tres grupos a partir de los atributos sensoriales, obteniendo tres calidades de taza, las cuales fueron estadísticamente diferentes ($P < 0,001$). Los grupos se formaron con los principales atributos organolépticos: acidez, balance,

cuerpo y calificación. El grupo denominado Q1 es el peor y el Q3 es el de mayor calificación (Cuadro 2). En general, se encontraron tazas de acidez media-baja y términos cualitativos opacos; en cuanto al balance en taza, es catalogado como bajo en cuerpo en relación con la acidez y

dulzura; por lo tanto, está desbalanceado. El cuerpo es medio-bajo catalogado como cuerpo ligero o caído; los puntajes otorgados por el panel de catadores fueron “bueno”.

Cuadro 2. Promedio de los atributos sensoriales a través del agrupamiento según calidad de café

Calidad de café	Acidez			Balance			Cuerpo			Calificación			n
	Media	E. E.		Media	E. E.		Media	E. E.		Media	E. E.		
Q1	7,09	± 0,03	a*	7,11	± 0,04	a	7,09	± 0,03	a	7,15	± 0,03	a	27
Q2	7,60	± 0,05	b	7,44	± 0,12	b	7,33	± 0,06	b	7,55	± 0,03	b	13
Q3	7,90	± 0,04	c	7,88	± 0,14	c	7,79	± 0,05	c	7,97	± 0,05	c	14
Total	7,42	± 0,05		7,39	± 0,07		7,33	± 0,05		7,46	± 0,05		
P-valor	<0,0001			<0,0001			<0,0001			<0,0001			

*Valores con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de LSD Fisher al 5%.

En el Cuadro 3 se muestra el promedio para los atributos sensoriales según el sabor, sabor residual y fragancia/aroma. Se presentaron diferencias significativas para cada variable ($P < 0,001$). Para el sabor y sabor residual, el valor encontrado en promedio fue de $7,38 \pm 0,04$ y $7,29 \pm 0,04$, respectivamente. Fragancia/aroma fue en promedio $7,76 \pm 0,06$, siendo el S1 el mejor. Le siguen el S2 y S3, al igual que para el sabor residual (SR) y fragancia/aroma (Fr).

Cuadro 3. Promedios para los atributos sensoriales según el sabor, sabor residual y fragancia/aroma

	Sabor				Sabor residual				Fragancia/aroma			
	Media	E. E.		n	Media	E. E.		n	Media	E. E.		n
S1	7,11	± 0,02	a*	29,00	SR1	7,10	± 0,02	a 39	Fr1	7,28	± 0,05	a 17
S2	7,54	± 0,02	b	14,00	SR2	7,54	± 0,02	b 9	Fr2	7,76	± 0,03	b 19
S3	7,86	± 0,03	c	11,00	SR3	7,90	± 0,04	c 8	Fr3	8,20	± 0,03	c 18
Total	7,38	± 0,04				7,29	± 0,04			7,76	± 0,06	
P-valor	<0,0001				<0,0001				<0,0001			

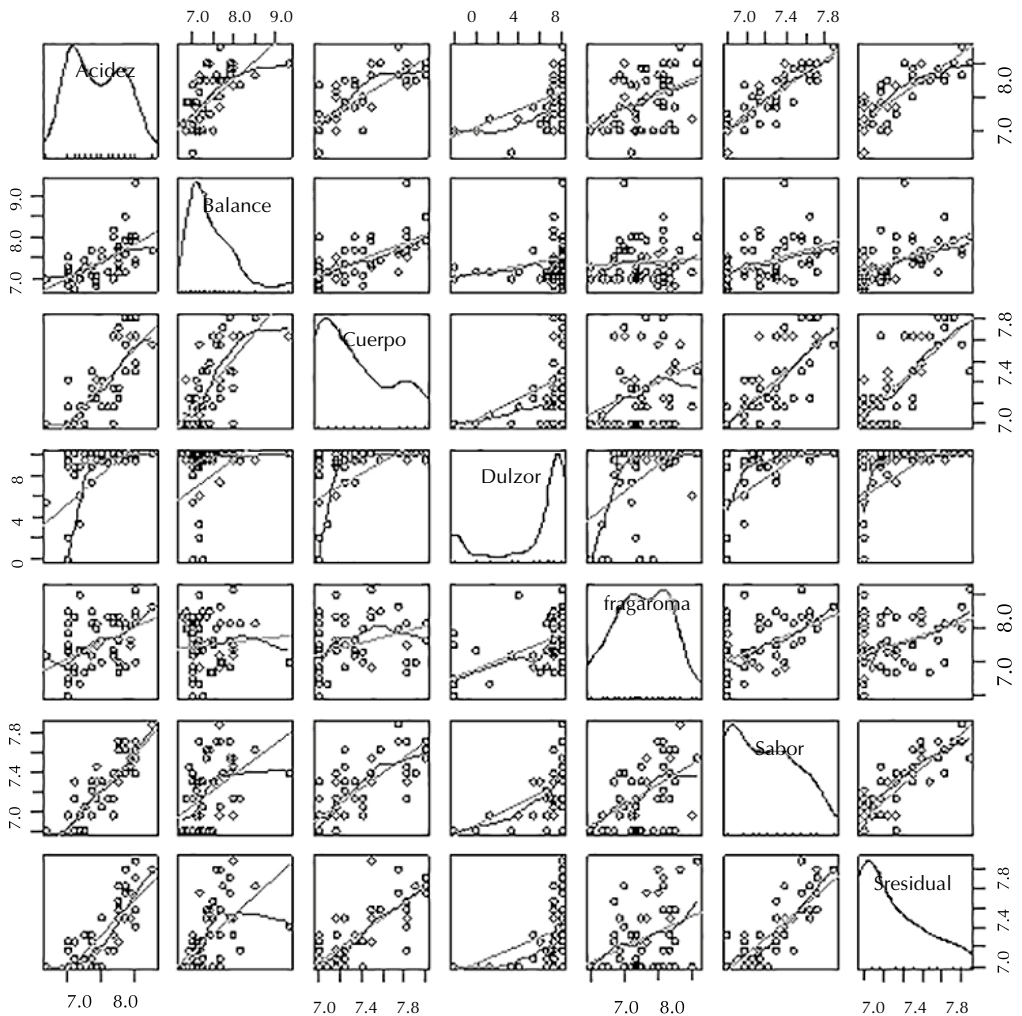
*Valores con la misma letra en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de LSD Fisher al 5%.

2.1 Relación entre atributos sensoriales en taza

En la Figura 1 se muestran las tendencias lineales entre las relaciones de cada atributo sensorial en taza. En general, todas las tenden-

cias fueron positivas. Se encontró relación entre acidez con balance, cuerpo, sabor y sabor residual. Como la fragancia/aroma es un atributo de la memoria sensorial del catador, no presentó relación alguna con los otros atributos.

Figura 1. Matriz de diagrama de dispersión entre cada uno de los atributos sensoriales en taza

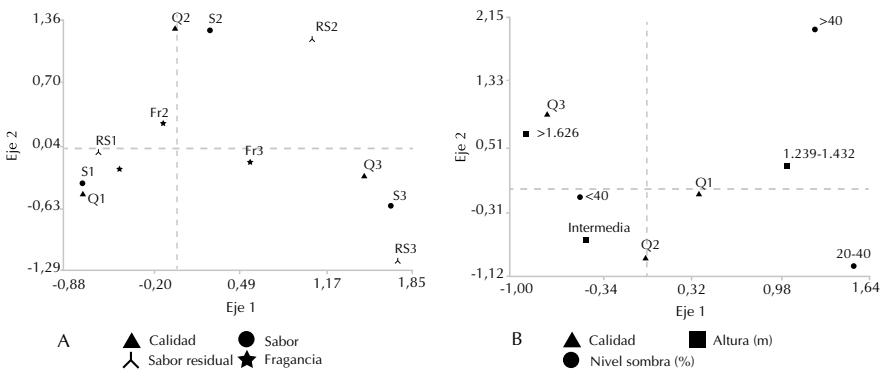


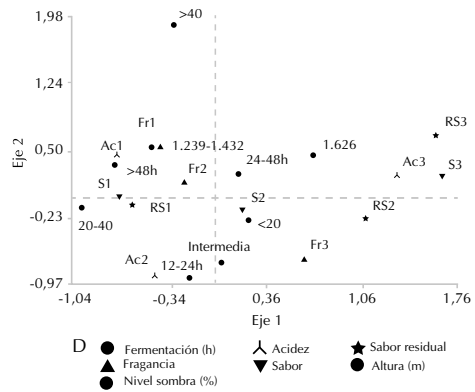
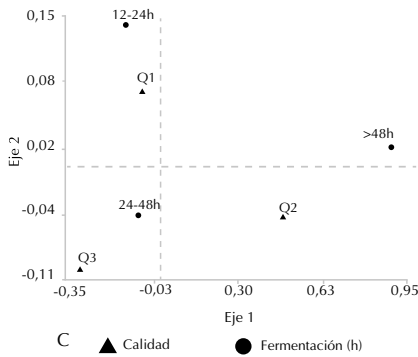
2.2 Relación entre los atributos sensoriales, calidad de taza, altura y manejo

En la Figura 2 se muestran las diferentes relaciones que tienen incidencia en la calidad de taza y los atributos sensoriales. Se encontró una clara relación entre la calidad de taza (Q) en relación con los atributos sensoriales como sabor (S), sabor residual (RS) y fragancia/aroma (Fr) (Figura 1). Los resultados obtenidos en el presente estudio son contrarios a los encontrados por Banegas (2009), quien no halló relación alguna entre las variables mencionadas. Se encontró una relación directa en la calidad de taza con la altura donde muestras de café de mayor calidad (Q3) se relacionaron directamente con aquellas mayores a 1.626 m s. n.

m. (>1.626) (Figura 2). Desde que se referenció la incidencia de la sombra sobre la calidad de café (Muscheler, 2001; Guyot *et al.*, 1996) han sido muchos estudios los que han evaluado la mencionada incidencia (Yadessa *et al.*, 2008; Avelino *et al.*, 2007; Vaast *et al.*, 2006; Avelino *et al.*, 2005). Estudios como los realizados por Bossemmann *et al.* (2009) en una zona muy cercana a la tomada para la presente investigación encontraron la misma relación sobre calidad de taza. Por otro lado, según Buena-ventura y Castaño (2002), no existe un efecto lineal significativo que describa el comportamiento de las variables organolépticas con respecto a la altitud, demostrando que no existe una influencia proporcional ni directa sobre las calidades del café.

Figura 2. Gráfica biplot obtenida a través de un análisis de correspondencias múltiples. A) Relación entre los atributos sensoriales y calidad de taza característicos. Q: calidad de taza; S: sabor; SR: sabor residual; Fr: fragancia/aroma. B) Relación entre la calidad de taza (Q) y altura. C) Relación entre la calidad de taza (Q) y tiempo de fermentación. D) Relación entre atributos sensoriales (S: sabor; SR: sabor residual; Fr: fragancia/aroma), altura (m), nivel de sombra (%) y tiempo de fermentación (horas)





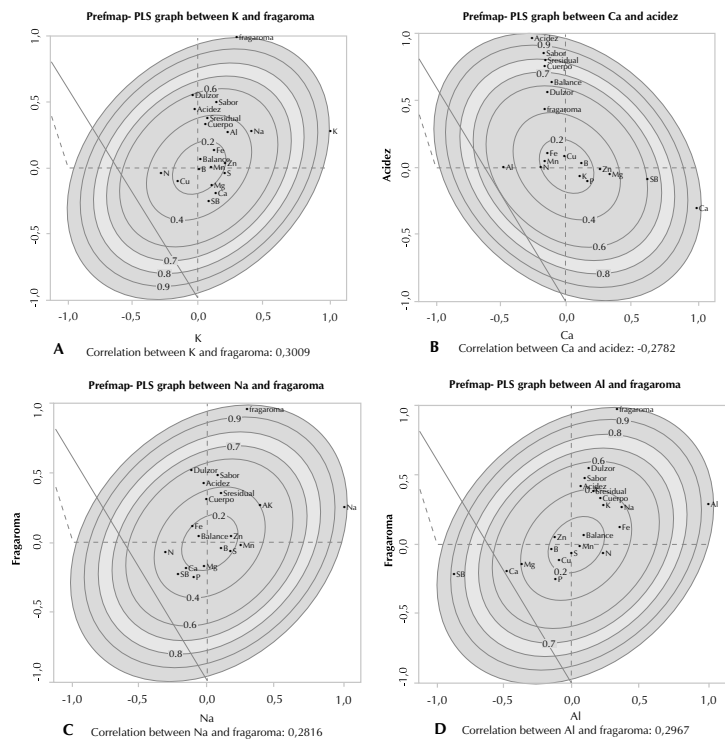
Se encontró una relación entre el nivel de calidad Q3 y el periodo de fermentación entre 24-48 horas (Figura 2), lo cual puede tener incidencia sobre otros atributos sensoriales como la acidez y el dulzor, debido a la transformación de los carbohidratos en alcoholes (Bhumiratana *et al.*, 2011). Barboza y Amaya (1995) encontraron que la fermentación por 30 horas afectó adversamente ($P < 0,05$) las variables aroma del café molido, aroma de la bebida e impresión global, sin afectar el resto de las variables (acidez, amargura, astringencia y cuerpo). La relación entre la altura y los atributos sensoriales de taza es similar a la descrita por Avelino *et al.* (2005), en el Valle de Oroqui (Costa Rica), quienes establecieron que los cafés ubicados a bajas alturas (1.020 y 1.250 m s. n. m.) se caracterizan por tener un sabor más ácido con respecto al café procedente de las regiones de mayor altura (1.550 y 1.780 m s. n. m.). Igualmente, Lara-Estrada y Vasst

(2004) determinaron que la calidad organoléptica (aroma, fragancia, sabor, sabor residual, cuerpo) influyó positivamente en el rango altitudinal de 950 hasta 1.255 m s. n. m. en la región norcentral de Nicaragua.

2.3 Relación entre las características del suelo y atributos sensoriales de taza

En el Cuadro 4 se muestran los resultados del análisis de correlación entre las características químicas del suelo y los atributos sensoriales en taza. Como el análisis en el presente estudio se enfoca en determinar la relación con atributos sensoriales con las características químicas del suelo, solo se analizará la relación entre estos. Se encontró relación solamente para K ($P < 0,0308$), Na ($P < 0,0461$), y Al ($P < 0,0338$), con fragancia/aroma, Ca y acidez en taza ($P < 0,0444$). En la Figura 3 se muestra Partial Least Squares para cada una de las variables como $P < 0,05$.

Figura 3. Scatterplot con variables adicionales. Relación entre variables sensoriales de taza y características del suelo con $P < 0,05$. A) Ca vs. fragaroma. B) Ca vs. acidez en taza. C) Na vs. fragaroma. D) Al vs. fragaroma



En general, los micronutrientes mostraron una correlación no lineal entre la concentración y calidad. En especial se demuestra que elementos como el calcio, sodio y aluminio tienen incidencia en la variación de los atributos sensoriales. La relación entre el nivel de calcio y la fragancia/aroma encontrada en el presente estudio es similar a lo reportado por Rosas *et al.* (2008). Avelino *et al.* (2002) muestran que el bajo contenido en calcio afecta la calidad del café; los mismos autores reportan también que el exceso de aluminio afecta negativamente la calidad del café.

Los anteriores resultados son similares a los encontrados en el presente estudio.

A pesar de que elementos como el nitrógeno no presentaron incidencia en los atributos de taza, Malavolta (1986) reporta disminuciones en la calidad de taza cuando existen adiciones de este elemento en altas cantidades. En general, con este estudio se puede identificar la necesidad de realizar análisis que permitan encontrar la relación entre los niveles de nutrientes y los atributos sensoriales para así poder tener una conclusión definitiva.

Cuadro 4. Coeficiente de correlación entre elementos de la composición química del suelo y atributos sensoriales en taza (coeficientes y probabilidades)

	pH	M. O.	N	P	K	Mg	Ca	Al	Na	S	Fe
pH	1,00										
M. O.	-0,02	1,00									
N	-0,01	1,00	<0,0001	1,00							
P	0,18	0,02	0,02	1,00							
K	-0,10	-0,26	-0,26	0,09	1,00						
Mg	0,35	0,0100	-0,12	-0,11	0,08	1,00					
Ca	0,60	<0,0001	-0,21	-0,22	0,17	0,29	0,0371	1,00			
Al	-0,80	<0,0001	0,23	-0,11	0,21	-0,38	0,0055	-0,48	0,0003	1,00	
Na	-0,43	0,0014	-0,29	0,0325	-0,30	0,0279	-0,10				
S	0,23	-0,08	-0,09	0,31	0,0253	0,20	0,11	0,34	0,0134	-0,01	1,00
Fe	-0,32	0,0212	0,23	0,15	0,13	-0,17	-0,15	0,38	0,0048	-0,10	0,18
B	0,17	-0,06	-0,07	0,03	-0,01	0,19	0,09	-0,17	0,10	0,19	0,14
Cu	-0,01	0,05	0,04	0,29	0,0358	0,01	-0,02	-0,09	4,7E-03	0,13	0,01
Mn	-0,30	0,0313	0,06	0,05	0,29	0,0343	-0,18	0,08	0,27	0,10	0,15
Zn	0,25	-0,05	-0,06	0,49	0,0002	0,15	0,24	-0,13	0,13	0,57	<0,0001
SB %	0,76	<0,0001	-0,28	0,0410	-0,28	0,0396	0,12	-0,88	<0,0001	-0,23	0,12
Cuerpo	-0,17	0,06	0,05	-0,05	0,05	0,05	-0,20	0,18	-0,01	0,03	0,15
Acidez	-0,05	0,03	0,04	-0,05	-0,03	0,01	-0,28	0,03	-0,04	-0,01	0,13
Balance	-0,06	-0,10	-0,10	-0,04	-3,0E-03	-1,1E-03	-0,14	0,10	-0,09	0,08	0,04
Sabor	-0,09	0,03	0,03	-0,04	0,12	-0,01	-0,21	0,06	0,02	0,04	0,16
Sabor residual	-0,14	-0,01	-0,02	0,03	0,06	-0,04	-0,20	0,13	0,06	-3,2E-03	0,12
Fragancia/aroma	-0,25	-0,04	-0,04	-0,22	0,30	-0,14	-0,18	0,29	0,0338	0,28	0,16
Dulzor	-0,13	-0,02	-0,03	0,07	-0,02	-0,24	-0,16	0,13	-0,12	0,07	0,15

REFERENCIAS

- Avelino, J., Barбора, B., Davrieux, F, and Guyot (2007). Shade effects on sensory and chemical characteristics of coffee from very high altitude plantation in Costa Rica. En *Making ecosystem services count for farmers, consumers and the environment*. Second International Symposium on Multi-Strata Agroforestry Systems with Perennial Crops: September 17-21, 2007 Turrialba, Costa Rica.
- Avelino, J., Barboza, B., Araya, J., Fonseca, C., Davrieux F., Guyot, B., Cilas C. (2005). Effects of slope exposure altitude and yield on coffee quality in two altitude terrioris of Costa Rica Orosi and Santa María de Dota. *Journal of the Science of food and Agriculture* 85, 1869-1876.
- Avelino, J., Savary, S. (2002). Rational and optimezed chemical control of coffee leaf rust (*Hemileia vastatrix*). In CIRAD (Centre de Coopération Internationale en Recherche 76 Agronomique pour le Développement) Ed. Recherche et Caféiculture. Montpellier Cedex, FR., 135-143.
- Banegas, K. (2009). *Identificación de las fuentes de variación que tienen efecto sobre la calidad del café (Coffea arabica) en los municipios de El Paraíso y Alauca, Honduras*. Tesis Mag. M. Sc. Catie, Turrialba, Costa Rica.
- Barboza, V., Amaya, F. (1995). Análisis de la calidad del grano y de la bebida del café var. Caturra en función de la maduración y tiempo de fermentación. *Agronomía Tropical* 46(3), 289-311.
- Bhumiratana, N., Adhikari, K., Chambers, E. (2011). Evolution of sensory aroma attributes from coffee beans to brewed coffee. *LWT - Food Science and Technology* 44, 2185-2192.
- Bosselmann, A. S., Dons, K., Oberthur, T., Olsen, C. S., Ræbild, A., Usma, H. (2009). The influence of shade trees on coffee quality in small holder coffee agroforestry systems in Southern Colombia. *Agric. Ecosyst. Environ* 129, 253-260.
- Buenaventura, S. Castaño, C. (2002). Influencia de la altitud en la calidad de bebida de muestras de café procedente del ecotopo 206B en Colombia. *Revista Cenicafé* 53(2), 119-131.
- Departamento Nacional de Planeación. (2007). Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad. Documento Regional Huila. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (2002). Información estadística cafetera (En línea). Consultado sep. 2011. Recuperado de: http://federaciondecafeteros.org/particulares/es/quienes_somos/119_estadisticas_historicas/
- Guyot, B., Gueule, D., Manez, J., Perriot, J., Giron, J., Villain, L. (1996). *Influence de l'altitude et de l'ombrage sur la qualité des cafés Arabica*. Plantations, recherche, développement. Juillet Août.

- Illy, I. (2001). The factors of quality in green coffee beans. En K. C. a. S. Subhadrabandhu (ed.) *First Asian Regional Round-table on Sustainable, Organic and Speciality Coffee Production, Processing and Marketing*. Royal Project Foundation and FAO, Chiang Mai, Thailand.
- Lara, D. (2005) *Efectos de la altitud, sombra, producción y fertilización sobre la calidad del café (Coffea arabica L, Var, Caturra) producido en Sistemas agroforestales de la zona cafetalera Norcentral de Nicaragua*. Tesis Mag. M. Sc. Catie, Turrialba, Costa Rica.
- Lara-Estrada, L., Vaast, P. (2007). Effects of altitude, shade, yield and fertilization on coffee quality (*Coffea arabica L. var. Caturra*) produced in agroforestry systems of the Northern Central Zones of Nicaragua. En *Second International Symposium on Multi-Strata agroforestry systems with perennial crops: Making ecosystem services count for farmers, consumers and the environment*. Turrialba, Costa Rica.
- Lingle, T. R. (2001). *The Coffee Cuppers Handbook - A Systematic Guide to the Sensory Evaluation of Coffee's Flavor*, Specialty Coffee Association of America ASIC. 3rd Edition, Long Beach, California, 1-71.
- Malavolta, E. (1986). *Nutrição, adubação e colagem para o cafeeiro. Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade*. Associação Brasileira para lá investigassem del fósforo y potássio. São Paulo, Brasil.
- Muschler, R., 2001. Shade improves coffee quality in a sub-optimal coffee-zone of Costa Rica. *Agroforest. Syst.* 85, 131-139.
- Plan de Desarrollo Departamental 2008-2011 (s. f.) *Huila naturaleza productiva*. Gobernación del Huila.
- Rosas, A. J; Escamilla, E. P; Ruiz, O. R. 2008. Relación de los nutrientes del suelo con las características físicas y sensoriales del café orgánico. *Terra Latinoamericana* 26(4), 375-384.
- Staub, C. (1995) *Roast Color Classification System Developed by Agron-SCAAA, 17 Specialty Coffee Association of America ASIC*. Long Beach, California.
- Vaast, P., van Kanten, R., Siles, P., Dzib, B., Franck, N., and Harmand, J. M. (2006). *Shade: a key factor for coffee sustainability and quality*, 887-896. ASIC. Montpellier, France.
- Walkley, A. and I. A. Black (1934) An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil Sci.* 37, 29-37.
- Yadessa, A., Burkhardt, J., Denich, M., Gole, T. W., Bekele, B., and Goldbach, H. (2008). *Effect of Different Indigenous Shade Trees on the Quality of Wild Arabica Coffee in the Afromontane Rainforests of Ethiopia*. Poster presented at 22nd International Conference on Coffee Science (ASIC), held between 14-19 September 2008, Campinas, SP, Brazil.

