



Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha



ASOCIACION IBEROAMERICANA DE TECNOLOGÍA POSTCOSECHA, S.C.

VOLUMEN 18 NÚMERO 1



COMITÉ EDITORIAL DE LA REVISTA IBEROAMERICANA DE TECNOLOGÍA POSTCOSECHA

Dr. Reginaldo Báez Sañudo

Coordinador

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.

Carretera a La Victoria Km. 0.6; Hermosillo, Sonora. México.

e-mail: rbaez@ciad.mx; rebasa@hmo.megared.net.mx

Dr. Carlos Crisosto

Presidente AITEP

Universidad de California en Davis (EUA)

Davis, California. EUA

e-mail: chcrisosto@ucdavis.edu

MSc. María José Andrade Cuvi

Universidad Tecnológica Equinoccial (Ecuador)

Quito, Ecuador

e-mail: acmj2221@ute.edu.ec

Dra. Alma Centurión Yah

Instituto Tecnológico de Mérida

Mérida, Yucatán (México)

e-mail: almacy@uxmal.itmerida.mx

Dr. Francisco Artés Calero

Universidad Politécnica de Cartagena

Cartagena, Murcia. España

e-mail: fr.artes@upct.es

Dr. Ricardo Kluge

Dep. Ciências Biológicas

ESALQ/USP, Piracicaba, SP. (Brasil)

e-mail: rakluge@usp.br

Dr. Ricardo Elesbão Alves

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

(Brasil)

Fortaleza, Ceará. Brasil

e-mail: elesbao@cnpat.embrapa.br

Dr. Luis Luchsinger Lagos

Universidad de Chile (Chile)

Santiago de Chile, Chile

e-mail: lluchsin@uchile.cl

M.C. Carlos Demerutis Peña

Universidad EARTH (Costa Rica)

San José de Costa Rica. Costa Rica.

e-mail: cdemerut@earth.ac.cr

Dr. Crescenciano Saucedo Velóz

Colegio de Postgraduados (México)

Texcoco, Estado de México. México

e-mail: sauveloz@colpos.mx

Dr. Jorge A. Osuna García

Instituto Nacional de Investigaciones

Forestales y Agropecuarias (México)

Tepic, Nayarit. México

e-mail: josunaga@hotmail.com

Dr. Juan Saavedra del Aguila

Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA)

Campus Itaqui (Brasil)

e-mail: juanaguila@unipampa.edu.br

ISSN: 1665-0204

Revista Indizada en: RedAlyc, (www.redalyc.org) Latindex

(www.latindex.org) y CAB Abstracts International and/or Global Health database (www.cabi.org)

CALIDAD ORGANOLÉPTICA DE CAFÉS ARÁBIGOS EN RELACIÓN A LAS VARIETADES Y ALTITUDES DE LAS ZONAS DE CULTIVO, ECUADOR

Luis Alberto Duicela Guambi¹; Sofía del Rocío Velásquez Cedeño¹ y Diana Sofía Farfán Talledo²

¹Carrera Ingeniería Agrícola, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, Campus Politécnico El Limón, km 2.7 vía Calceta-El Limón. Calceta, Manabí, Ecuador, www.espam.edu.ec; ²Catadora acreditada Coffee Quality Institute (CQI). Investigadora independiente; Contacto: svelasquez@espam.edu.ec; (593)999055489

Palabras clave: Bebida, catación, Potencialidad de producción, evaluación sensorial, café especial.

RESUMEN

El estudio se realizó en 2012, en 40 muestras de café de las variedades Típica, Caturra, Bourbon y Sarchimor, tomadas en las provincias El Oro, Loja y Manabí, que se agruparon en tres categorías, según la norma NTE INEN 285: café estándar <800 msnm, café de altura 800<1200 msnm y café de estricta altura >1200 msnm. Los objetivos fueron: determinar la relación entre variedades y calidad organoléptica e identificar el efecto de la altitud de las zonas de cultivo sobre la calidad organoléptica de los cafés. Las variables físicas del grano evaluadas fueron: tamaño de grano y densidad. Las características organolépticas estudiadas fueron: fragancia/aroma, sabor, sabor residual, acidez, cuerpo, uniformidad, balance, limpidez, dulzor y puntaje del catador, además de la evaluación sensorial. Se realizó el análisis de varianza como DCA, la separación de medias con Tukey_{0,05}, análisis de correlaciones lineales, de regresión y de componentes principales. Los resultados permitieron establecer que las variedades Típica, Bourbon, Caturra y Sarchimor, cultivadas en El Oro, Loja y Manabí, no tienen diferenciación en atributos organolépticos, la altitud de la zona de cultivo si es un factor determinante del perfil sensorial de los cafés arábigos, pues a mayor altitud mejor calidad organoléptica.

ORGANOLEPTIC QUALITY OF ARABIAN COFFEES IN RELATION TO THE VARIETIES AND ALTITUDES OF THE GROWING AREAS, ECUADOR

Key words: Beverage, cupping, potentiality of production, sensory evaluation, specialty coffee.

ABSTRACT

The study was carried out in 40 coffee samples of the varieties Típica, Caturra, Bourbon and Sarchimor, taken in the provinces El Oro, Loja and Manabí in 2012, which were grouped into three categories according to the NTE INEN 285: standard coffee <800 meters above sea level (masl), coffee height 800 <1200 masl and coffee of strict height > 1200 masl. The objectives were to determine the relationship between varieties and organoleptic quality and to identify the effect of the altitude of the growing areas on the organoleptic quality of the coffees. The physical variables of the grain evaluated were: grain size and density. The organoleptic characteristics studied were: fragrance / aroma, flavor, residual taste, acidity, body, uniformity, balance, clean cup, sweetness and scoring of the taster, in addition to sensorial evaluation. We performed the analysis of variance as DCA, the separation of means with Tukey0.05, correlation analysis, linear regression and principal component analysis. The results allowed to establish that the varieties Típica, Bourbon, Caturra and Sarchimor, cultivated in El Oro, Loja and Manabí, do not have differentiation in organoleptic attributes, the altitude of the growing areas if it is a determinant factor of the sensorial profile of the arabian coffees, because at higher altitude better organoleptic quality.

INTRODUCCIÓN

El café, según el Instituto Ecuatoriano de Normalización-INEN, es el término empleado para el fruto y/o granos provenientes de las plantas del género *Coffea*; así como, de los productos del procesamiento del grano destinados al consumo humano (INEN, 2006). Las especies de café más importantes en el mundo son: *Coffea arabica* L. y *C. canephora* Pierre ex Froehner, identificados como arábigos y robustas, en su orden. En Ecuador, el Consejo Cafetalero Nacional-COFENAC, indica que los cafetales arábigos ocupan 68% área cafetalera nacional y la especie robusta 32% (COFENAC, 2013). Las provincias El Oro, Loja y Manabí, representan 80% del área cultivada de cafetales arábigos, el 20% restante se distribuye en otras 19 provincias productoras (COFENAC, 2013).

La baja producción nacional es el problema central de la caficultura. Se estima una producción anual de 500.000 sacos de 60 kg (COFENAC, 2013), un consumo interno de 155.000 sacos (ICO, 2016), una capacidad instalada para exportación en grano de 600.000 sacos y un déficit anual aproximado de un millón de sacos (Vera, 2015). Como referencia, en 2014, el Ecuador importó 1.174.181 sacos (Pinargote, 2016).

En la perspectiva de motivar la reactivación de la caficultura, se realizó un estudio sobre la calidad organoléptica del café, en relación a las variedades y altitudes de las zonas de cultivo, explorando posibilidades de acceso a mercados diferenciados. La calidad organoléptica para ser aceptada por los consumidores, deben ser valorada por catadores acreditados en Coffee Quality Institute (CQI: siglas en inglés), en base a protocolos de "Specialty Coffee Association of América" (SCAA: siglas en inglés).

Con estos antecedentes, se planeó y ejecutó un ensayo cuyo objetivo general fue: valorar la calidad organoléptica de las variedades de café arábigo, beneficiadas por la vía húmeda, en relación a las altitudes de las

zonas de cultivo, en la perspectiva de impulsar la producción de cafés diferenciados en las provincias El Oro, Loja y Manabí.

Los objetivos específicos fueron:

- Determinar la relación entre variedades y calidad organoléptica de los cafés arábigos cultivados en las provincias El Oro, Loja y Manabí.
- Identificar el efecto de la altitud de las zonas de cultivo sobre la calidad organoléptica de los cafés arábigos.

Las hipótesis de investigación que se formularon fueron:

- Los cafés lavados de las variedades arábigas cultivadas en El Oro, Loja y Manabí tienen diferenciación en atributos físicos y organolépticos.
- Las altitudes de las zonas de cultivo determinan el perfil de calidad sensorial de los cafés arábigos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Período de estudio.

El estudio se realizó de junio a diciembre 2012. Las muestras de café fueron tomadas en 40 fincas cafetaleras ubicadas en las provincias: El Oro (9), Loja (15) y Manabí (16).

Muestreo.

Los cafetales fueron identificados por el equipo técnico del COFENAC y los caficultores en base de los siguientes criterios: a) disponibilidad de cosecha en un período específico, en variedades de mayor importancia; y, b) decisión de colaboración del productor. Se determinó que n=40 muestras de café lavado, obtenidas en igual número de fincas, eran representativas, dadas las circunstancias de operación en campo.

En un lote predeterminado, se cosechó a razón de cinco kg café cereza madura, por muestra. El beneficio fue realizado por vía húmeda, que es un proceso de transformación de café cereza en café oro (sinónimo de café verde o café en grano). El beneficio por vía húmeda comprendió: despulpado del café cereza

(inmediatamente de cosechado), fermentación del café despulpado sin adición de agua hasta alcanzar su punto óptimo (según zona varió de 12 a 20 h), lavado del café fermentado con agua limpia y secado en zaranda de malla metálica. El producto de este proceso es el café pergamino seco.

El uso del método de beneficio por vía húmeda se basó en estudios previos, donde se determinó que los cafés lavados (por vía húmeda, húmedo enzimático y subhúmedo) permiten obtener cualidades organolépticas similares (COFENAC, 2010). Además, hay otro estudio donde comparan los cafés lavados (por vía húmeda y método húmedo enzimático) y café semilavado, concluyendo que son estadísticamente iguales en atributos organolépticos (Quiliguango *et al.*, 2015).

Variedades.

Las muestras de café, según las variedades, se agruparon: Típica (V1=16), Caturra (V2=12), Bourbonn (V3=4) y Sarchimor (V4=8), por tanto n=40.

Típica es una variedad originaria de Etiopia (África), de porte alto (Monroig, s.f.). El color de los brotes tiernos es bronceado oscuro. Los frutos en su estado de madurez son rojos. Es susceptible a roya del cafeto.

Bourbonn es una variedad originaria de la Isla Reunión (antes Bourbonn), situada cerca de Madagascar, al sureste del África, tiene porte alto (Monroig, s.f.). El color de los brotes tiernos es verde y por el color de los frutos en su estado de madurez se clasifica en: Bourbonn rojo y Bourbonn amarillo. Es susceptible a roya del cafeto.

La variedad Caturra fue descubierta en el Estado de Minas Gerais, Brasil, es una mutación de Bourbonn (Monroig, s.f.), de porte bajo. El color de los brotes tiernos es verde y por el color del fruto en su estado de madurez se clasifica en: Caturra rojo y Caturra amarillo. Es susceptible a roya del café (Amores *et al.*, 2004).

La variedad Sarchimor 1669 se originó del cruce Villa Sarchi CIFC 971/10 x Híbrido de Timor CIFC 832/2, realizado en el Centro de Investigaciones de las Royas del café, Portugal (Quijano y Gil, 2009). Tiene porte bajo, brotes tiernos de color bronceado y resistencia a la roya (Amores *et al.*, 2004).

Altitud de las zonas de cultivo.

Las altitudes de los cafetales muestreados estuvieron dentro del rango de 200 a 1950 msnm, agrupados en tres categorías, de acuerdo a la normativa NTE INEN 285 (INEN, 2006): *café estándar* <800 msnm (n1=19), *café de altura* 800<1200 msnm (n2=8) y *café de estricta altura* >1200 msnm (n3=13).

Análisis físico y sensorial.

El análisis físico y la evaluación sensorial se realizaron en el laboratorio de Calidad del COFENAC, ubicado en el edificio MAGAP, en Portoviejo, provincia Manabí. Las 40 muestras de café en pergamino fueron secadas hasta homogenizar la humedad del grano al 12% y luego trilladas para eliminar el pergamino y película plateada. El proceso continuó con la limpieza, eliminando las impurezas y defectos físicos del café en grano.

En muestras 350 g de café en grano, se determinaron dos características físicas: tamaño de grano y densidad, según la norma NTE ISO 4150 (INEN, 2011). Para que un café sea especial debe tener 0 defectos de categoría 1 y máximo 5 defectos de categoría 2.

Las muestras de café fueron valoradas en base al protocolo SCAA (2015), por un panel de cuatro catadores del COFENAC (Diana Farfán, Freddy Chóez, Auro Macías y Ciro Verduga), los dos primeros con acreditación CQI. La catadora líder del panel se ha desempeñado como Jueza de los Concursos "Taza Dorada" ediciones 2011, 2012, 2013 y 2016, y Jueza del II Campeonato Nacional de Baristas 2013.

El protocolo de SCAA (2015) fue aplicado en todas sus partes: tueste de color de claro a medio, tiempo entre tueste y molienda, mínimo 8 h, finura media de molienda, agua con $\text{pH} \leq 7$, concentraciones de sales de 125 a 175 ppm, temperatura de degustación 93°C y concentración de la bebida $m/v=5,5\%$. Cada muestra de café para evaluación sensorial estuvo conformada de cinco tazas de 150 mL, de acuerdo con la norma SCAA (2008).

Variables y registro de datos.

Las características físicas del grano evaluadas, según la norma NTE ISO 4150 (INEN, 2011), fueron tamaño de grano y densidad de grano: Tamaño de grano (TG) se expresó porcentaje de grano de diámetro $\geq 6,7 \pm 0,08$ mm. Densidad de grano (DEN) es la relación g L^{-1} , considerando 650 g L^{-1} como límite mínimo aceptable.

Los atributos organolépticos evaluados, según el protocolo de SCAA (2015), fueron:

Fragancia/aroma (FR/AR), donde fragancia es la valoración olfativa del café molido, sin adición de agua, y aroma es la impresión olfativa del café, debido a las sustancias volátiles, que se perciben luego de añadir agua en estado de ebullición sobre el café molido. Sabor (SA) es la compleja combinación de atributos gustativos percibidos en la bebida. Sabor residual (SR) es la sensación que queda en el paladar luego de degustar la bebida. Acidez (AC) es la percepción gustativa causada por la sensación de soluciones diluidas de los ácidos cítrico, tartárico u otros. Cuerpo (CU) es la valoración de los sólidos solubles en la infusión persistentes en la boca. Uniformidad (UN) es la no variación del gusto entre una taza y otra, pues cualquier variación indica inconsistencia en la taza. Balance (BA) es la sensación de equilibrio que denota interacción y complementariedad entre sabor, sabor residual, acidez y cuerpo. Limpidez (TL) que equivale a taza limpia es la ausencia de contaminación con olores o sabores extraños. Dulzor (DU) es la sensación del sabor dulce

percibido por la presencia de ciertos carbohidratos, principalmente fructosa. Puntaje del catador (PCAT) es la calificación directa que otorga el evaluador a una bebida, según su particular criterio. Evaluación sensorial (EVSEN) es la suma de las valoraciones parciales. Si se constata defectos en la bebida, a la suma total se restan de dos a cuatro puntos por cada taza defectuosa (5 tazas/muestra). Las calificaciones sensoriales <80 puntos indican que los cafés no son especiales, los cafés con puntajes de 80,0 a 84,99 se califican como muy buenos, cafés con puntajes de 85 a 89,99 se categorizan como excelentes y cafés de 90-100 puntos son excepcionales (SCAA, 2008).

Análisis estadístico.

El análisis estadístico comprendió el cálculo de estadígrafos para dos atributos físicos y siete atributos organolépticos. Se excluyeron del análisis estadístico los atributos con nula o poca variación (a causa de la rigurosa preparación de muestras, sin embargo, las valoraciones parciales se sumaron para configurar la evaluación sensorial (EVSEN). Se realizaron análisis de varianza (ADEVA), en diseño completo al azar. El primero con el factor "variedades", probándose: Típica ($V1=16$), Caturra ($V2=12$), Bourbón ($V3=4$) y Sarchimor ($V4=8$); y, el segundo con el factor "rangos altitudinales": cafés estándar ($n1=9$), cafés de altura ($n2=8$) y cafés de estricta altura ($n3=13$). La significación estadística (SE) se describe como: NS "no hay diferencia estadística", * "hay diferencia estadística significativa" ($p < 0,05$) y ** hay diferencia altamente significativa ($p < 0,01$).

Para comparar medias se usó la prueba Tukey ($p=0,05$). Se realizaron análisis de correlaciones lineales (r) y análisis de regresión lineal bivariada: $EVSEN=f(ALT)$ y $EVSEN=f(PCAT)$. Además, se realizó análisis de componentes principales (ACP), técnica que se basa en la transformación del espacio de variables originales R^p a un nuevo espacio R^q ,

donde $q < p$, de modo que preserven las propiedades de la estructura de datos y permita visualizarlos mediante su reducción a una dimensión máximo de tres. El procesamiento de los datos se realizó usando el software estadístico INFOSTAT.

RESULTADOS

Los resultados de los estadígrafos se exponen en el Cuadro 1, destacándose que, en tamaño del grano (TG) $\geq 6,7 \pm 0,08$ mm (Tamiz 17) hubo variación desde 37% (Caturra) hasta 89% (Típica), siendo $\mu = 64,6 \pm 4,15\%$ con el 95% de confianza. La densidad del grano (DEN) varió de 682 (Típica) a 768 g L⁻¹ (Caturra) con $\mu = 735 \pm 5,28$ g L⁻¹ ($p=0,05$).

En fragancia/aroma (FR/AR), la calificación más baja fue 7,25 (Caturra) y la más alta 8,25 (Típica) con $\mu = 7,73 \pm 5,28$ puntos ($p=0,05$). En Sabor (SA), la valoración más baja fue 6,88 (Sarchimor) y la más alta 8,38 (Típica) con $\mu = 7,51 \pm 0,09$ puntos. En sabor residual (SR), el

valor más bajo fue 6,63 (Sarchimor) y el más alto 8,00 (Típica) con $\mu = 7,34 \pm 0,10$ puntos. En cuanto a acidez (AC), varió de 6,63 (Sarchimor) a 8,25 (Típica) con $\mu = 7,47 \pm 0,13$ puntos. En cuerpo (CU), la valoración más baja fue 7,13 (Sarchimor) y más alta 8,00 (Típica) con $\mu = 7,57 \pm 0,07$ puntos. El balance (BA) varió de 6,63 (Sarchimor) a 7,88 (Típica) con $\mu = 7,25 \pm 0,10$ puntos. En Puntaje de catador (PCAT), la valoración más baja fue 6,50 (Sarchimor) y más alta 8,25 (Típica) con $\mu = 7,32 \pm 0,13$ puntos.

En la Evaluación sensorial (EVSEN), el valor más bajo fue 75,13 (Caturra) y el más alto 86,38 (Típica) con $\mu = 81,61 \pm 0,66$ puntos al 95% de confianza. El parámetro μ de evaluación sensorial, de cafés lavados provenientes de las principales zonas cafetaleras de El Oro, Loja y Manabí fluctúa de 80,95 a 82,27 puntos, por tanto se ubican en la categoría de cafés especiales.

Cuadro 1. Estadígrafos de las variables tamaño de grano (TG $\geq 6,7 \pm 0,08$ mm), densidad del grano (DEN g L⁻¹), fragancia/aroma (FR/AR:0-10), sabor (SA:0-10), sabor residual (SR:0-10), cuerpo (CU:0-10), acidez (AC:0-10), balance (BA:0-10), puntaje de catador (PCAT:0-10) y evaluación sensorial (EVSEN:0-100) de cafés arábigos procedentes de las provincias El Oro, Loja y Manabí, Ecuador.

Estadísticos	TG	DEN	FR/AR	SA	SR	AC	CU	BA	PCAT	EVSEN
Media	64,64	735,18	7,73	7,51	7,34	7,47	7,57	7,25	7,32	81,61
Mediana	66,77	733,60	7,75	7,50	7,38	7,50	7,56	7,25	7,31	81,75
Moda		732,80	7,75	7,50	7,25	7,25	7,50	7,00	7,00	82,50
Varianza	179,59	290,64	0,04	0,08	0,10	0,17	0,05	0,10	0,18	4,48
Desviación estándar	13,40	17,05	0,20	0,28	0,31	0,42	0,22	0,31	0,42	2,12
Error típico	2,12	2,70	0,03	0,04	0,05	0,07	0,03	0,05	0,07	0,33
Coefficiente de variación	20,73	2,32	2,54	3,75	4,23	5,59	2,89	4,26	5,71	2,59
Intervalo de confianza de μ ($p=0,05$)	4,15	5,28	0,06	0,09	0,10	0,13	0,07	0,10	0,13	0,66
Mínimo	37,00	681,60	7,25	6,88	6,63	6,63	7,13	6,63	6,50	75,13
Máximo	89,47	767,60	8,25	8,38	8,00	8,25	8,00	7,88	8,25	86,38
n	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40

Los análisis de varianza (ADEVA) se resumen en el Cuadro 2, exponiéndose los cuadrados medios (CM), valor de probabilidad (p), significación estadística de la prueba F y coeficiente de variación (CV%). Se determinó que no hubo diferencias estadísticas significativas entre variedades, en: TG y DEN

($p > 0,05$), tampoco en las características organolépticas: FR/AR, SA, SR, CU, AC, BA y PCAT ($p > 0,05$). En consecuencia: Típica=Caturra=Bourbón=Sarchimor.

Cuadro 2. Cuadrados medios de los factores “rangos de altitud” y “variedades” (CM), probabilidad (p), Significación estadística (SE) y Coeficiente de variación (CV%) de las variables: tamaño de grano (TG), densidad del grano (DEN), fragancia/aroma (FR/AR), sabor (SA), sabor residual (SR), cuerpo (CU), acidez (AC), balance (BA), puntaje de catador (PCAT) y evaluación sensorial (EVSEN) de cafés arábigos procedentes de las provincias El Oro, Manabí y Loja, Ecuador.

Variables	Estadísticos	Fuentes de variación		
		Rangos de altitud	de Variedades	Error experimental
TG $\geq 6,7 \pm 0,08$ mm	CM	638,24	68,82	162,38
	P	0,0291	0,7372	
	SE	*	NS	
	CV (%)			
DEN ($g L^{-1}$)	CM	156,82	286,02	298,63
	P	0,596	0,424	
	SE	NS	NS	
	CV (%)			
FR/AR	CM	0,09	0,070	0,03
	P	0,068	0,107	
	SE	NS	NS	
	CV (%)			
SA	CM	0,49	0,030	0,06
	P	0,0014	0,677	
	SE	**	NS	
	CV (%)			
SR	CM	0,530	0,040	0,08
	P	0,0032	0,680	
	SE	**	NS	
	CV (%)			
CU	CM	0,190	0,040	0,04
	P	0,015	0,384	
	SE	*	NS	
	CV (%)			
AC	CM	1,800	0,030	0,09
	P	0,0001	0,772	
	SE	**	NS	
	CV (%)			
BA	CM	0,760	0,050	0,06
	P	0,0001	0,45	
	SE	**	NS	
	CV (%)			
PCAT	CM	1,250	0,100	0,12
	P	0,0003	0,491	
	SE	*	NS	
	CV (%)			

El análisis de varianza considerando los “rangos altitudinales” como factor en estudio” permitió determinar que la altitud de las zonas de cultivo no tuvo efecto significativo sobre: DEN ($p=0,596$) y FR/AR ($p=0,068$). Las altitudes de las zonas de cultivo si mostraron influencia sobre las variables: TG ($p=0,0291$), SA ($p=0,0014$), SR ($p=0,0032$), CU ($p=0,015$), AC ($p=0,0001$), BA ($p=0,0001$) y PCAT ($p=0,0003$).

En el Cuadro 3, se exponen los rangos de Tukey_{0,05}, así como, el número de observaciones por rango altitudinal, medias y error estándar. En TG, los cafés provenientes de localidades >800 msnm (cafés de altura y estricta altura), mostraron mayores proporciones de granos grandes en comparación a los cafés ≤ 800 msnm, denominados cafés estándar. La media TG \geq

6,7±0,08 mm en cafés de estricta altura fue 70%, en cafés de altura 72% y en cafés estándar 59%. En DEN no hubo diferencias significativas ($p>0,05$). En la valoración de los atributos organolépticos, los rangos

altitudinales no influyeron en FR/AR ($p>0,05$), pero si hubo diferencias estadísticas significativas en SA, SR, CU, AC, BA y PCAT ($p<0,05$).

Cuadro 3. Muestras (n), medias, error estándar y rangos de Tukey_{0,05} para los atributos físicos y organolépticos del café arábigo en relación a rangos altitudinales en provincias El Oro, Loja y Manabí, Ecuador

Variables	Estadísticos	Rangos de altitud (msnm)		
		<1200	801≤1200	≤800
TG (≥6,7±0,08 mm)	n=	13	8	19
	\bar{X} =	70	72	59
	$S_{\bar{X}}$ =	3,5	4,5	2,9
	Tukey _{0,05}	AB	A	B
DEN (g L ⁻¹)	n=	13	8	19
	\bar{X} =	740,5	734	734,4
	$S_{\bar{X}}$ =	4,8	6,1	4
	Tukey _{0,05}	A	A	A
FR/AR	n=	13	8	19
	\bar{X} =	7,8	7,74	7,66
	$S_{\bar{X}}$ =	0,05	0,06	0,04
	Tukey _{0,05}	A	A	A
SA	n=	13	8	19
	\bar{X} =	7,72	7,59	7,36
	$S_{\bar{X}}$ =	0,07	0,09	0,06
	Tukey _{0,05}	A	AB	B
SR	n=	13	8	19
	\bar{X} =	7,52	7,46	7,17
	$S_{\bar{X}}$ =	0,08	0,1	0,06
	Tukey _{0,05}	A	A	B
CU	n=	13	8	19
	\bar{X} =	7,7	7,51	7,49
	$S_{\bar{X}}$ =	0,06	0,07	0,05
	Tukey _{0,05}	A	AB	B
AC	n=	13	8	19
	\bar{X} =	7,84	7,56	7,17
	$S_{\bar{X}}$ =	0,08	0,11	0,07
	Tukey _{0,05}	A	A	B
BA	n=	13	8	19
	\bar{X} =	7,5	7,3	7,06
	$S_{\bar{X}}$ =	0,07	0,09	0,06
	Tukey _{0,05}	A	AB	B
PCAT	n=	13	8	19
	\bar{X} =	7,65	7,41	7,07
	$S_{\bar{X}}$ =	0,1	0,12	0,08
	Tukey _{0,05}	A	AB	B

El análisis de correlaciones lineales Momento Producto de Pearson (r), permitió determinar correlaciones positivas significativas (*) entre altitud y los atributos organolépticos: FR/AR, SA, SR, CU, AC, BA, PCAT y EVSEN ($p<0,05$). Los valores críticos

fueron: $r_{0,05}= 0,317$ y $r_{0,01}= 0,408$, con 38 grados de libertad.

Los valores r entre PCAT y FR/AR, SA, SR, CU, AC, BA, PCAT y EVSEN fueron positivas y altamente significativas ($p<0,01$).

A partir de esta información se realizó el análisis de regresión lineal entre Evaluación sensorial (EVSEN) y la altitud de la zona de cultivo (ALT), donde $r=0,360^*$ resultó significativa ($p<0,05$), derivándose el modelo matemático: $EVSEN= 80,3+0,004(ALT)$

De este modelo se deduce que, por cada 250 msnm de aumento de altitud, la calificación sensorial se incrementa en un punto en escala SCAA.

Cuadro 4. Correlaciones lineales (r) entre altitud y atributos físicos-organolépticos del café arábigo en las provincias El Oro, Loja y Manabí, Ecuador.

Variables	ALT	TG	DEN	FR/AR	SA	SR	AC	CU	BA	PCAT	EVSEN
Altitud (ALT)	1										
Tamaño de grano (TG)	0,197	1									
Densidad (DEN)	0,114	0,085	1								
Fragancia /Aroma (FR/AR)	0,371**	0,122	-0,284	1							
Sabor (SA)	0,562**	0,122	-0,028	0,631**	1						
Sabor Residual (SR)	0,522**	0,009	-0,112	0,583**	0,860**	1					
Acidez (AC)	0,707**	0,381*	0,098	0,481**	0,747**	0,684**	1				
Cuerpo (CU)	0,439**	0,219	-0,199	0,296	0,494**	0,451**	0,647**	1			
Balance (BA)	0,685**	0,015	-0,142	0,581**	0,796**	0,812**	0,788**	0,609**	1		
Puntaje Catador (PCAT)	0,645**	-0,011	-0,112	0,598**	0,831**	0,846**	0,715**	0,552**	0,910**	1	
Evaluación sensorial (EVSEN)	0,360*	-0,085	-0,041	0,287	0,274	0,288	0,248	0,237	0,341*	0,481**	1

Valorando las “variedades” como factor en estudio, los componentes principales 1 y 2 representan el 95,6% de la varianza acumulada y se destaca que la densidad del grano (DEN) no se asocia con tamaño del grano (TG) ni con los atributos organolépticos, la fragancia/aroma (FR/AR) tiene un comportamiento diferenciado respecto del tamaño de grano y otros atributos organolépticos, mientras que el resto de variables tienden a correlacionarse (Figura 1). Aunque las variedades resultaron estadísticamente iguales, analizando en conjunto, tanto en características físicas del grano como en atributos de taza, las variedades Caturra y Sarchimor tienden a aproximarse, según ACP.

Considerando el factor “rangos altitudinales”, los componentes principales 1 y 2 que representan la varianza acumulada de 100%, donde la densidad del grano (DEN) y el cuerpo (CU) tienen comportamientos diferenciados, mientras que las otras variables

tienden a asociarse, como se observa en la Figura 2. Por otra parte, es evidente que los cafés de altura (800-1200 msnm) y de estricta altura (>1200 msnm) tienden a aproximarse, mientras que los cafés estándar (≤ 800 msnm) están muy alejados.

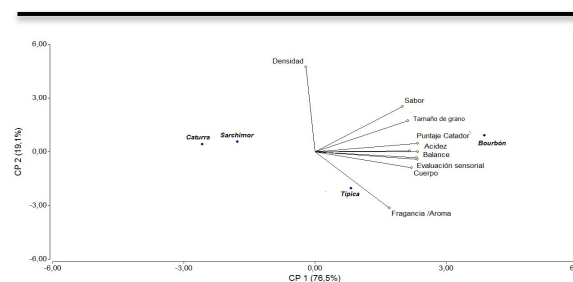


Figura 1. Componentes principales en relación al factor “variedades”, Ecuador

Las probabilidades de obtener puntajes ≥ 80 puntos SCAA en cafés lavados, por tanto ser calificados como especiales, son altas: El Oro $p=0,78$, Loja $p=0,93$ y Manabí $p=0,81$, siempre que se cumplan los protocolos de beneficio

por vía húmeda y de preparación para la evaluación sensorial con los protocolos de SCAA.

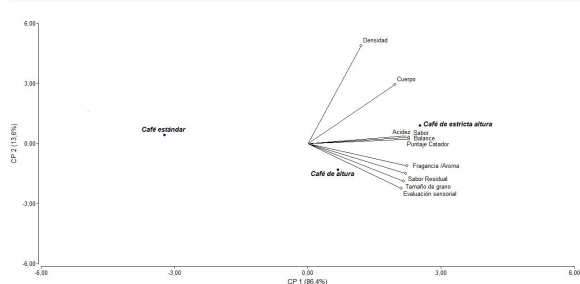


Figura 2. Componentes principales en relación al factor "rangos altitudinales", Ecuador

DISCUSIÓN

Las características físicas del grano y organolépticas de la bebida dependen del genotipo, ambiente y manejo en pre cosecha y poscosecha. Según Puerta (2016), la calidad de bebida café está influenciada por las características físicas del grano, la humedad y los defectos. En el presente estudio se homogenizó el beneficio y preparación del grano para poder valorar "sin ruido" los factores "variedades" y "rangos altitudinales".

En el presente estudio, el promedio de evaluación sensorial fue 81,61 puntos SCAA, mientras que en el Noroccidente de Pichincha, Ecuador, fue 83,9 puntos (Quiliguango *et al.*, 2015). Gamboa *et al.* (2015) indican que el tamaño del grano no está relacionado con la calidad de la bebida, coincidiendo con los resultados del presente estudio; sin embargo, entre TG y AC se constató correlación positiva (*).

Las variedades arábigos cultivadas en el Ecuador, según Monteros (2016), son: Sarchimor, Caturra y Catuaí, pero en opinión de los autores, en El Oro, Loja y Manabí prevalecen las variedades Típica, y Bourbon. En el presente estudio, no se encontraron diferencias estadísticas para las variables físicas del grano TG y DEN ($p > 0,05$) ni para los atributos organolépticos FR/AR, SA, SR, CU, AC, BA y PCAT ($p > 0,05$), por tanto: Típica=Caturra=Bourbon=Sarchimor. En un

estudio de 349 muestras de café, se determinó que las variedades arábigos puras tienden a mostrar similares características organolépticas (Duicela *et al.*, 2003). Estos resultados coinciden con los obtenidos por Puerta (1998), en Colombia, donde no encontró diferencias en las características sensoriales entre variedades arábigos.

Respecto de la altitud, ANACAFÉ (2015) indica que es un factor determinante en la calidad de taza, independientemente de la variedad; el cuerpo, aroma y fineza se acentúan a medida que se incrementa la altitud, mientras que la acidez se manifiesta de manera discreta. Salazar *et al.* (2015) indican que las mejores calificaciones sensoriales se obtienen a mayores altitudes. En un estudio realizado en Manabí, evaluando cafés provenientes de 200 a 640 msnm, que equivale a cafés estándar, se concluyó que la altitud no tenía efecto sobre la calidad organoléptica dentro de este rango altitudinal (Duicela *et al.*, 2016). Valorando acidez de la taza, Duicela *et al.* (2003) determinaron que la acidez y altitud se asocian positivamente hasta los 1500 msnm.

En el presente estudio, evaluando una amplitud altitudinal de 200 a 1950 msnm, se establece que la altitud de la zona de cultivo si influye significativamente sobre los atributos de taza (EVSEN).

En las provincias El Oro, Loja y Manabí, que representan el 80% del área cafetalera de Ecuador, hay alta potencialidad para producir cafés especiales. Sin embargo, hay urgencia en definir estrategias de acceso a los mercados de nichos. Xi-Le (2015), indica que existen implicaciones políticas para los cafés diferenciados por calidad, donde se evidencia asimetría entre precio en el mercado mundial y el precio pagado al productor. Un avance significativo en negocios de cafés finos en el Ecuador, se evidenció en la edición X Taza Dorada 2016, donde se identificaron cafés con puntajes SCAA de 84,80 a 90,45 (ANECAFÉ, 2016), que se subastaron directamente como

una forma de hacer negocios entre productores y compradores de cafés especiales.

CONCLUSIONES

Las conclusiones derivadas del estudio fueron:

- Los cafés lavados de las variedades arábigos: Típica, Bourbón, Caturra y Sarchimor, cultivadas en las provincias El Oro, Loja y Manabí, no tienen diferenciación en atributos organolépticos.
- La altitud de la zona de cultivo si es un factor determinante del perfil de calidad sensorial de los cafés arábigos cultivados en las provincias El Oro, Loja y Manabí. A mayor altitud mejor calidad organoléptica, independientemente de las variedades.
- La probabilidad de obtener puntajes ≥ 80 puntos SCAA se calculó en $p=0,85$, siempre que se cumplan los protocolos de beneficio y preparación del café en grano.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a los profesionales que acompañaron el proceso de investigación, muestreo, análisis físico y evaluación sensorial: Fredy Choez Tenorio (Catador CQI), Auro Macías Navarrete, Ciro Eduardo Verduga Avellán, Angelino Abad Flores, John Cueva, Richard Palma y Carlos Javier Reyes Pilay.

LITERATURA CITADA

Amores, F., L. Duicela, G. Corral, H. Guerrero, A. Vasco, N. Motato, G. Solórzano, L. Zambrano, T. Aveiga y R. Guedes. 2004. Variedades mejoradas de café arábigo: Una contribución para el desarrollo de la caficultura en el Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC), Programa de Modernización de los Servicios Agropecuarios (PROMSA). Quevedo, Ecuador. 26 p.

Asociación Nacional del Café (ANACAFE). 2015. Influencia de la variedad y la altitud en las

características organolépticas del café. Guatemala. Disponible en: https://www.anacafe.org/glifos/index.php?title=Investigaciones_Organolepticas

Asociación Nacional de Exportadores de Café (ANECAFE). 2016. Top ten Taza Dorada Arábigo 2016. Guayaquil, Ecuador. Disponible en: <http://www.anecafe.org.ec/1940-resultados-etapa-final-taza-dorada-arabiga-2016.html>

Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC). 2010. Influencia de métodos de beneficio sobre la calidad organoléptica del café arábigo. Informe Técnico. COFENAC-SICA. Portoviejo, Ecuador. 23 p

Consejo Cafetalero Nacional (COFENAC). 2013. Situación del sector cafetalero ecuatoriano: Breve diagnóstico. COFENAC. Portoviejo, Ecuador. 65 p.

Duicela, L., D. Farfán y E. García. 2016. Calidad organoléptica del café (*Coffea arabica* L.) en las zonas centro y sur de la provincia de Manabí, Ecuador. Rev. Esp. de Est. Agro. y Pesq. (REEAP). 244/2016:15-32.

Duicela, L., G. Corral, D. Farfán, L. Cedeño, R. Palma, J. Sánchez y J. Villacís. 2003. Caracterización Física y Organoléptica de Cafés Arábigos en los Principales Agroecosistemas del Ecuador. COFENAC-NESTLE-ULTRAMARES-PROMSA. Manta-Ecuador. 248 p.

Gamboa P., S. Mosquera-Sánchez y I. Paz-Narváez. 2015. Caracterización física de café especial (*Coffea arabica*) en el municipio de Chachagüí (Nariño, Colombia). Caldas. Rev. Las. Inv. 12(1):90-98.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 2006. NTE INEN. 285: 2006. Café en grano: Clasificación y requisitos. Quito. 11 p.

Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). 2011. NTE INEN ISO 4150:2011. Café verde: Análisis granulométrico, Tamizado manual. Quito. 10 p.

International Coffee Organization (ICO). 2016. Domestic consumption by all exporting

- countries. Disponible en: http://www.ico.org/new_historical.asp?section=Statistics
- Monroig, M. s.f. Variedades de café. Descripción de variedades de *Coffea arabica* más cultivadas en Puerto Rico. Disponible en: <http://academic.uprm.edu/mmonroig/id45.htm>
- Monteros, A. 2016. Rendimientos de café grano seco en el Ecuador. Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información, Coordinación General del Sistema de Información Nacional. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito, Ecuador. p. 10 p.
- Pinargote, P. 2016. Situación actual de la Caficultura: Perspectivas en el Ecuador y el Mundo. Conferencia en la Red Universitaria de Investigación Cafetalera. Guayaquil, Ecuador. PPT 33 diapositivas.
- Puerta, G. 1998. Calidad en taza de las variedades de *Coffea arabica* L. cultivadas en Colombia. *Rev. Cen.* 49(4):265-278.
- Puerta, G. 2016. Calidad física del café de varias regiones de Colombia según altitud suelos y buenas prácticas de beneficio. *Rev. Cen.* 67(1):7-40.
- Quijano, J. y S. Gil. 2009. Conozca la variedad del café "centroamericano" para la caficultura del futuro. Santa Tecla, SV, PROCAFÉ. Disponible en: http://www.procafe.com.sv/menu/Archivo_sPDF/Hoja%20Tecnica%20Variedad%20Centroamericano.pdf
- Quiliguango, R., L. Duicela, N. Mastrocola y D. Farfán. 2015. Métodos de beneficio y calidad organoléptica del café arábigo (*Coffea arabica* L.) en el noroccidente de la provincia de Pichincha. En Libro de Actas. III Congreso de Ciencia, Tecnología, Innovación y emprendimiento. Noviembre 10-12 del 2015. Guaranda, Ecuador: Universidad Estatal de Bolívar. p. 299-305.
- Salazar, J., E. Burgos, y E. Bautista. 2015. Efecto de las condiciones de cultivo, las características químicas del suelo y el manejo de grano en los atributos sensoriales de café (*Coffea arabica* L.) en taza. *Rev. Act. Agro.* 64(4):342-348.
- Speciality Coffee Association of America (SCAA). 2008. Protocolos de catación. USA.
- Specialty Coffee Association of America (SCAA). 2015. Cupping Specialty Coffee, USA. 10 p.
- Vera, J. 2015. Diagnóstico del sector cafetalero. Seminario Internacional del Café, Ecuador, Julio 16-17 de 2015, Guayaquil. PPT- 45 diapositivas.
- Xi-Le L. 2016. Price Analysis under production differentiation in green coffee markets". Theses and Dissertations-Agricultural Economics 44. Disponible en: http://uknowledge.uky.edu/agecon_etds/4
-