

CAFÉ ORGÁNICO Y CONVENCIONAL EN TRES PISOS ALTITUDINALES EN LA PROVINCIA DE LA CONVENCION, CUSCO, PERÚ

ORGANICALLY AND CONVENTIONALLY GROWN COFFEE IN THREE ALTITUDINAL FLOORS IN LA CONVENCION PROVINCE, CUSCO, PERU

Fanny Márquez R.¹, y Alberto Julca O.^{1*}

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía, Av. La Molina s/n, La Molina-Lima, Apartado postal: 456, Lima 100, Perú. E-mail: famarquez222@yahoo.com.

* Autor para correspondencia E-mail: ajolamolina@edu.pe

RESUMEN

Se estudiaron los agro-ecosistemas de café orgánico y convencional en tres pisos altitudinales de la provincia La Convención, Cusco, Perú. Se evaluó el índice de Shannon, índice de Equidad, índice de Dominancia, incidencia de plagas, cantidad de microorganismos edáficos, características químicas del suelo, rendimiento, calidad del café y rentabilidad del agro-ecosistema. Para la mayor parte de las variables evaluadas no se encontraron diferencias estadísticas entre los agro-ecosistemas orgánico y convencional, con excepción de la calidad organoléptica. Los resultados fueron similares para la mayor parte de variables estudiadas cuando se evaluó el efecto de los pisos altitudinales, con excepción de la incidencia de *Hypothenemus hampei* (Ferrari), *Hemileia vastatrix* (Berk. and Br.) y *Mycena citricolor* (Berkeley y Curtis), pH y CIC del suelo. El rendimiento de café pergamino seco, café exportable, precio y los costos de producción fueron mayores en los sistemas de producción orgánica. La mayor rentabilidad financiera correspondió al sistema de producción orgánica a una altitud de 1600 msnm.

Palabras claves: *Hemileia*, *Hypothenemus*, *Mycena*, rendimiento, calidad.

ABSTRACT

Coffee agroecosystems under organic and conventional management systems were studied in three different altitudinal floors in La Convencion Province, Cusco, Peru. The Shannon index, equity index, index of dominance, incidence of pests, amount of soil microorganisms, chemical soil characteristics, yield, quality and profitability of coffee agroecosystems were evaluated. No statistical differences were found between organic and conventional agroecosystems for most of the variables evaluated, except for organoleptic quality. The results were similar for most variables studied when the effect of altitude was evaluated, except in the incidence of *Hypothenemus hampei* (Ferrari), *Hemileia vastatrix* (Berk. and Br.) and *Mycena citricolor* (Berkeley y Curtis), soil pH and CIC values. The yield of dry parchment coffee, export coffee and price and production costs were higher in organic production systems. The highest financial profitability corresponded to the organic production system at an altitude of 1600 masl.

Key words: *Hemileia*, *Hypothenemus*, *Mycena*, yield, quality

INTRODUCCION

El café históricamente es el principal producto de exportación agrícola de Perú. El área cultivada se estima en 427 000 ha y el 94% de la producción se exporta, tanto a EE.UU. como Europa. Del total exportado, aproximadamente el 30% se vende como cafés especiales, uno de estos es el café orgánico. Actualmente, nuestro país es considerado como el primer productor mundial de café orgánico certificado (JNC, 2013).

La producción orgánica es considerada una alternativa importante, porque participa en el mercado de cafés especiales, y se puede obtener mejores precios. Se estima que un café especial puede tener hasta 30% de mayor precio, comparado con el café convencional.

En general, la discusión sobre las ventajas de un sistema de producción orgánica comparado con el convencional es amplia y apasionada, no siempre sustentada en resultados de investigación, sino más bien en consideraciones filosóficas e ideológicas. En el café ocurre lo mismo. Sin embargo, es importante señalar que en el Cusco la caficultura es una actividad prácticamente de supervivencia y sin mayor capacidad de inversión por parte del propietario de la finca, como ocurre lamentablemente en el 70% de las fincas cafetaleras del Perú. Una finca es considerada orgánica solamente si tiene la certificación otorgada por una empresa autorizada, que exige el cumplimiento de ciertos compromisos de mejora en el predio.

Por lo expuesto, este trabajo se realizó con el objetivo de comparar los sistemas productivos de café convencional y orgánico en tres pisos altitudinales en la provincia La Convención, Cusco, Perú.

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó en el distrito de Santa Ana (Coordenadas geográficas en Tabla 1) de la provincia de La Convención, Cusco en Perú. La zona presenta temperatura media de 23,3°C, con una estación seca bien definida, con precipitación pluvial promedio de 989,5 mm y 71% de humedad relativa. Los suelos son granulares con presencia de finos parcial o totalmente consolidados. La topografía es ondulada a abruptamente empinada, predominando pendientes de 45 a 60%. En la Tabla 1 se detalla la altitud, pendiente, ubicación y características de las fincas en estudio.

La selección de las seis fincas se hizo considerando la cercanía y la mayor homogeneidad entre una y otra (variedad, edad, etc.). En cada una se formaron 3 grupos de 27 plantas cada uno (3 hileras de 9 plantas) a manera de repetición (3 repeticiones/parcela); las evaluaciones se hicieron en las 5 plantas centrales de la hilera central. Durante el ensayo, se realizaron las siguientes evaluaciones:

Diversidad de la sombra. Al inicio del estudio, en cada parcela experimental se realizó un censo de todas las especies de sombra que tenía 15 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP); se registró el número de especies y la cantidad de individuos por especie. El análisis de datos de diversidad se realizó mediante el Índice de diversidad de Shannon-Weaver (H') (Shannon & Weaver, 1949), la fórmula es la siguiente:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

donde: $p_i = n_i/N$ abundancia relativa de especie i ; n_i = número de individuos de cada especie; N = número total de individuos de todas las especies.

Tabla 1. Características de los agro-ecosistemas cafetaleros estudiados en La Convención, Cusco, Perú.

Table 1. Characteristics of coffee agroecosystems studied in La Convencion, Cusco, Peru.

Características	Sistema					
	Orgánico			Convencional		
	1000 msnm	1300 msnm	1600 msnm	1000 msnm	1300 msnm	1600 msnm
Altitud, msnm	1019	1267	1604	1005	1265	1588
Variedad de café	Typica	Typica	Typica	Typica	Typica	Typica
Edad del cafetal, años	20	25	23	22	24	24
Coordenadas UTM	0748866	0746089	0746285	0748950	0746295	0745705
	8578132	8574680	8575342	8578220	8574582	8575198
Clave de campo	ORG1000	ORG1300	ORG1600	CON1000	CON1300	CON1600

msnm = metros sobre el nivel del mar; UTM = Universal Transverse Mercator;

Nota: Las fincas orgánicas tenían 7 años de certificación.

El Índice de Equidad de Pielou de las especies dentro de los hábitats (J') (Magurrán, 1988), se calculó con la siguiente fórmula:

$$J' = H'/H_{max}$$

dónde: $H_{max} = \log S$, y S es la riqueza o número de especies de la colección.

La dominancia de las especies en los hábitats se estimó con el índice de Berger Parker (d); es un índice de dominancia que varía entre 0 y 1, cuanto más se acerca a 1 es mayor la dominancia y menor la diversidad (Magurran, 1988). La fórmula es:

$$d = n_{max} N^{-1}$$

dónde: n_{max} = número de individuos de la especie más abundante; N = número total de individuos de todas las especies.

Incidenia de plagas. La incidencia de la “roya” (*Hemileia vastatrix* Berk. and Br.) y “ojo de gallo” (*Mycena citricolor* Berkeley y Curtis), se evaluó dos veces por año (época seca y lluviosa) y la “broca” (*Hypotenemus hampei* Ferrari) al momento de la cosecha. En el caso de la “broca” se dividió el número de frutos atacados entre el número total de frutos, para la “roya” y “ojo de pollo”, se dividió el número de hojas afectadas entre el número total de hojas en la rama evaluada (Julca et al., 2010a).

Características del suelo. Se evaluó dos veces por año (época seca y lluviosa); se tomó una muestra compuesta de suelo de la rizósfera de las 5 plantas de la hilera central en cada parcela experimental. La muestra de 2 kg se dividió en dos partes iguales, una para el análisis de microorganismos y la otra para el análisis de las características químicas del suelo. La evaluación de la población de bacterias y hongos se realizó en la Clínica de Diagnóstico de Fitopatología y Nematología de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Se usó el método de siembra de alícuotas de diluciones de suelo en los medios de cultivo papa-dextrosa-agar-oxatetraciclina (PDAO) + agar nutritivo (Julca et al., 2006). El análisis de caracterización del suelo, se realizó en el Laboratorio de Análisis de Suelos y Plantas de la UNALM.

Rendimiento del café pergamino seco. Al final de la campaña se cosecharon los frutos maduros del café (cerezo), se registró el peso del cerezo, luego se procedió al despulpado, fermentado y secado hasta tener una humedad del 12%. La muestra obtenida se denomina café pergamino seco y se trilla para obtener el café verde u oro, que es el café exportable.

Calidad del café. Se refiere a la calidad física o cantidad de café exportable (%) y la calidad organoléptica, según los criterios y escala de puntos de la Asociación Americana de Cafés Especiales (SCAA); se realizó en el Laboratorio de control de calidad de la Central de Cooperativas COCLA Ltda. 281, ubicado en Quillabamba (La Convención), que tiene equipos y catadores autorizados para esta labor.

Rentabilidad de la finca. La renta neta de los agricultores es un indicador definido como la diferencia entre los ingresos brutos y todos los costos en los que incurre el agricultor en el desarrollo de su actividad productiva, incluyendo la depreciación que sufren los bienes de capital utilizados..

Se utilizó el análisis de varianza multifactorial considerando como factores de estudio 2 agro-ecosistemas (orgánico y convencional) y 3 niveles altitudinales (1000, 1300 y 1600 msnm); las medias se compararon con Tukey al 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversidad de sombra. No se encontraron diferencias estadísticas entre agro-ecosistemas y pisos altitudinales, para el índice de diversidad (H'), índice de equidad (J') e índice de dominancia (d) (Tabla 2).

La mayor cantidad de árboles se encontró en el agro-ecosistema de café orgánico ubicado a 1300 msnm, hubo 55 individuos pertenecientes a 6 especies forestales, un número similar se encontró en los ecosistemas de café convencional a 1300 y 1600 msnm. Contrariamente a lo esperado, la mayor diversidad y menor dominancia se encontró en el sistema convencional a 1300 msnm ($H' = 1,546$ y $d = 0,324$), mientras que el ecosistema orgánico a 1000 msnm presentó la menor diversidad, el menor índice de equidad y el mayor índice de dominancia, debido a que está dominado por la especie *Leucaena* sp., presente con 26 individuos.

Los cafetales en el Perú están instalados siempre bajo sombra de árboles, pero esta práctica no siempre corresponde a criterios técnicos previamente definidos. Julca et al. (2010b), encontraron que en Perú la mayor parte de los agricultores usa como sombra el pacaé (*Inga* sp.) y señalan que mayormente lo instalan a una distancia de 10 x 10 m; pero este dato contrasta con las observaciones de campo, donde la sombra es muy irregular y, generalmente excesiva. En este estudio, la mayor cantidad de árboles corresponde a la parcela ORG1300, que no tiene el mayor nivel de sombra ni la pendiente más pronunciada (Tabla 2).

Tabla 2. Composición florística, diversidad, equidad y dominancia en agro-ecosistemas de café orgánico y convencional en diferentes altitudes en La Convención, Cusco, Perú.**Table 2. Floristic composition, diversity, equity and dominance in coffee agroecosystems under organic and conventional management at different altitudes in La Convencion, Cusco, Peru.**

Indicadores biológicos	Orgánico			Convencional			Valor <i>p</i>	
	1000 msnm	1300 msnm	1600 msnm	1000 msnm	1300 msnm	1600 msnm	Sistema	Altitud
Número de especies	3	6	5	4	6	6	--	--
Total individuos (DAP ≥ 15 cm)	33	55	10	20	37	12	--	--
Pendiente, %	32	35	30	38	40	35	--	--
Cantidad de sombra, %	55	45	40	50	55	40	--	--
<i>H'</i>	0,6617	1,4027	1,4186	1,2752	1,5468	1,4737	0,2583	0,2176
<i>J'</i>	0,6022	0,7828	0,8814	0,9197	0,8632	0,8224	0,4121	0,8075
<i>d</i>	0,7879	0,4364	0,4000	0,4500	0,3243	0,5000	0,4535	0,4433

DAP = Diámetro a la altura del pecho; la pendiente se midió con un eclímetro; la cantidad de sombra se estimó midiendo la radiación fotosintéticamente activa que llega al cafetal; msnm = metros sobre el nivel del mar; *H'* = índice de Shannon; *J'* = Índice de equidad de Pielou; *d* = Índice de dominancia de Berger-Parker.

Cantidad de microorganismos del suelo. Según Wild (1992), los suelos contienen una amplia variedad de organismos como bacterias, hongos y otros, pero la importancia de cada uno depende de las propiedades del suelo. En este estudio no se encontraron diferencias estadísticas para la población de bacterias y hongos, entre los agro-ecosistemas y los diferentes pisos altitudinales (Tabla 3).

La mayor población de bacterias correspondió al agro-ecosistema con producción orgánica a una altitud de 1300 msnm con un valor $6,00E + 07$ UFC g^{-1} suelo (Unidades formadoras de colonia por gramo de suelo), mientras que la población más baja correspondió al agro-ecosistema convencional a 1000 msnm con $2,10E + 07$. La población de hongos fue mayor en el agro-ecosistema orgánico con $97,5E + 05$, seguido del agro-ecosistema convencional a una altitud de 1300 msnm. Los resultados mostraron que los sistemas convencionales también mantienen una buena población microbiana (Vivanco, 2009; Guerrero, 2011). Pero Wild (1992), señala que la cantidad de tejido microbiano o biomasa no debe considerarse como una medida de actividad, pues muchas células microbianas pueden estar vivas, pero aletargadas, por ello, la actividad biológica del suelo no es un concepto que se pueda definir fácilmente en términos cuantitativos.

Incidenia de plagas. La incidencia de la "broca", "roya" y "ojo de pollo" no presentó diferencias estadísticas entre agro-ecosistemas pero si entre pisos altitudinales. Sin embargo, la incidencia de cada plaga casi siempre fue mayor en los agro-

ecosistemas convencionales, comparados con los orgánicos (Tabla 4, Fig. 1). En general se considera que la "broca" y la "roya" tiene mayor incidencia en las zonas bajas (Julca et al., 2010a) y el "ojo de pollo" en las zonas altas (Muller et al., 2004). Julca et al. (2009) en ensayos con café orgánico realizados en tres localidades de la selva central y en dos campañas cafetaleras, no encontraron diferencias estadísticas en el nivel de "broca" en parcelas abonadas con productos orgánicos y comparadas con un testigo sin tratar. Resultados similares reportaron para la "roya" del café, con excepción de la localidad de Villa Rica, donde se encontraron diferencias estadísticas tanto al inicio como al final del estudio.

Características químicas de los suelos. No se encontraron diferencias estadísticas entre los agro-ecosistemas para ninguna de las características químicas del suelo. Cuando se evaluó el efecto de la altitud, no se encontró diferencias estadísticas para la mayoría de variables del suelo, con excepción del pH y la capacidad de intercambio catiónico (CIC) (Tabla 5 y Fig. 1). Estos resultados corroboran a García et al. (2003) quienes consideran que los indicadores físicos y químicos de suelos son relativamente estables, y los cambios en un sistema tardan en modificar apreciablemente ese tipo de propiedades. Sin embargo Fassbender (1975), señala que en los suelos de altura hay un mayor lavado de bases y por ello se incrementa la acidez cambiante, el mismo que está directamente relacionado al pH. Carhuallanqui (2003), en un estudio realizado en la selva central

Tabla 3. Promedio y valor p del análisis de varianza de microorganismos del suelo en sistemas orgánico y convencional a tres altitudes en La Convención, Cusco, Perú.**Table 3. Mean and p value for the analysis of variance of soil microorganisms in organic and conventional systems at three different altitudes in La Convencion, Cusco, Peru.**

Microorganismos del suelo†	Orgánico			Convencional			Valor p	
	1000 msnm	1300 msnm	1600 msnm	1000 msnm	1300 msnm	1600 msnm	Sistema	Altitud
Bacterias, UFC g ⁻¹ suelo	4,28E+07	6,00E+07	3,53E+07	2,10E+07	4,55E+07	5,30E+07	0,6602	0,5015
Hongos, UFC g ⁻¹ suelo	97,5E+05	3,95E+05	3,53E+05	1,03E+05	95,0E+05	1,95E+05	0,2296	0,4028

† Valores promedio de dos muestreos; msnm = metros sobre el nivel del mar; UFC: Unidades formadoras de colonia.

Tabla 4. Promedio y valor p del análisis de varianza de indicadores biológicos en sistemas orgánico y convencional a tres altitudes en La Convención, Cusco, Perú.**Table 4. Mean and p value for the analysis of variance of biological indicators in organic and conventional systems at three different altitudes in La Convencion, Cusco, Peru.**

Indicadores biológicos†	Orgánico			Convencional			Valor p	
	1000 msnm	1300 msnm	1600 msnm	1000 msnm	1300 msnm	1600 msnm	Sistema	Altitud
Incidencia de broca, %	16,56	11,38	2,67	20,24	13,72	1,46	0,3864	0,0228 [§]
Incidencia de roya amarilla, %	11,83	7,38	6,56	14,33	8,65	7,18	0,1174	0,0204 [§]
Incidencia de ojo de pollo, %	0,00	3,63	6,57	0,00	4,62	8,78	0,2371	0,0203 [§]

† Valores promedio de dos muestreos; msnm = metros sobre el nivel del mar; [§] Comparaciones que presentan diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

del Perú para conocer el efecto de la sombra en café var. Catimor, tampoco encontró diferencias estadísticas para las diferentes características del suelo. Además, los valores encontrados en este ensayo variaron de 13,92 a 18,56 meq 100 g⁻¹ y se encuentran dentro del rango normal para America Latina.

Rendimiento de café pergamino seco y calidad del café.

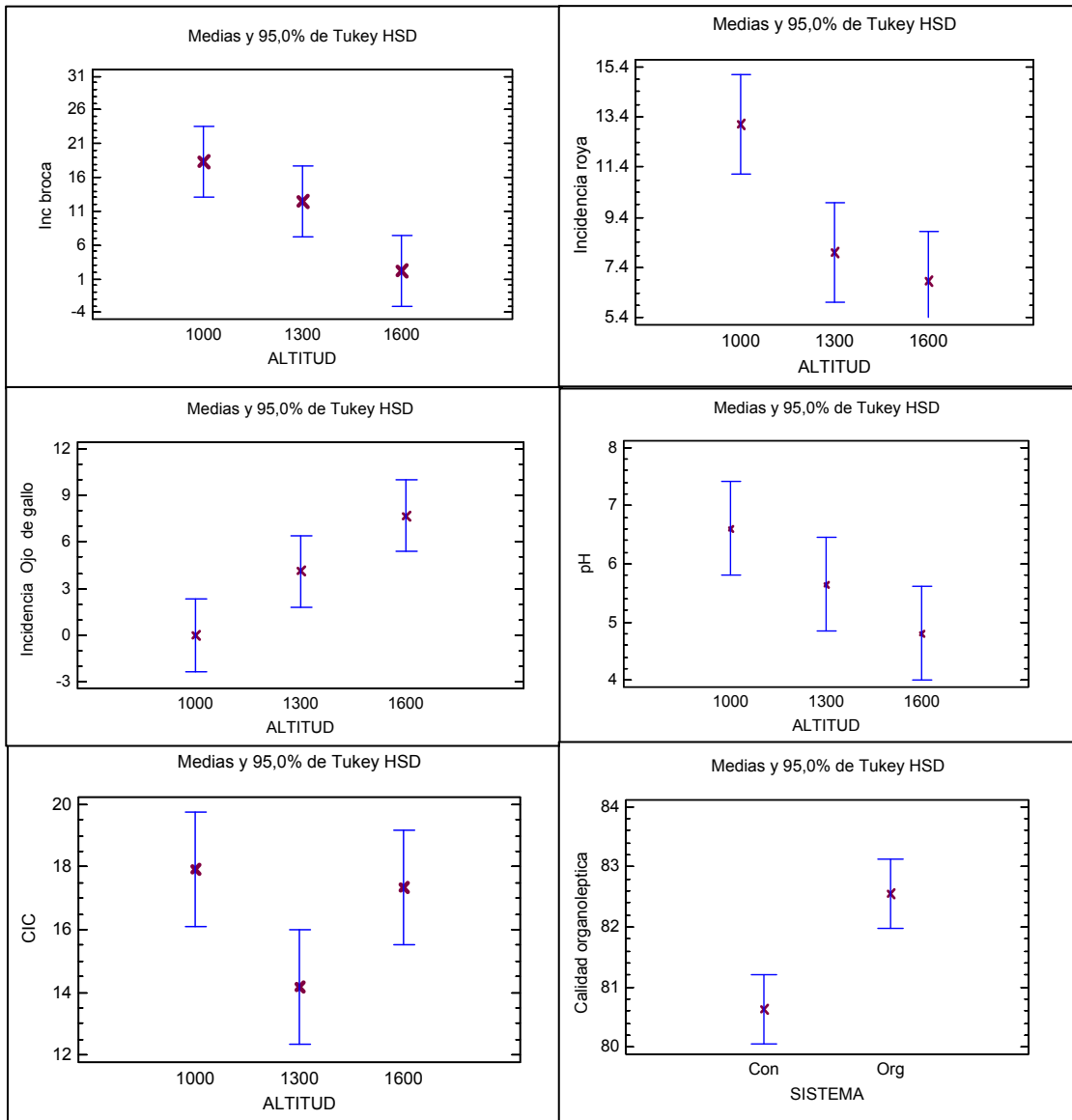
El rendimiento de café pergamino seco y la calidad física no fueron afectados por el sistema de producción empleado, pero si afectó la calidad organoléptica, que fue un tanto mayor en los agro-ecosistemas de café orgánico comparado con el convencional (Tabla 6 y Fig. 1). Estos resultados coinciden con los reportados por De Muner (2011), cuando señala que el café orgánico puede tener calidad de excelencia.

Pero la altitud no tuvo efecto estadístico significativo sobre las tres variables evaluadas,

aunque en todos los casos se observó que los valores se incrementan cuando la altitud de la zona de producción es mayor (Tabla 6, Fig. 1). Julca et al. (2009), en un estudio realizado en la selva central del Perú, encontraron que la calidad del café no estuvo relacionada directamente con la altitud de la zona productora, además varió de un año a otro.

Análisis económico. Es importante señalar que en La Convención, Cusco, la caficultura es una actividad prácticamente de supervivencia y sin mayor capacidad de inversión por parte del propietario de la finca, como lamentablemente ocurre en el 70% de las fincas cafetaleras del Perú. Una finca es considerada como "orgánica" si tiene certificación otorgada por una empresa autorizada, que exige el cumplimiento de ciertos compromisos de mejora en el predio. En la Tabla 7 se observa que el rendimiento

Fig. 1. Efecto de la altitud sobre la broca, roya, ojo de gallo, pH, CIC y efecto del sistema convencional (con) y orgánico (org) sobre la calidad organoléptica del café en La Convención, Cusco, Perú.
Fig. 1. Effect of altitude on coffee berry borer, rust, American leaf spot of coffee, pH, CIC and effect of conventional (con) and organic (org) systems on the organoleptic quality of coffee in La Convencion, Cusco, Perú.



Con: convencional; Org: orgánico

de café pergamino seco, rendimiento físico, precio y costos de producción fueron mayores en los sistemas de producción orgánica. En otros estudios los costos totales de producción fueron mayores en los sistemas de cultivo que utilizaron buenas prácticas agrícolas (De Muner, 2011) y en el orgánico (Formetini et al., 2008), pero estadísticamente no fueron diferentes

de los sistemas convencionales. El precio del café orgánico fue mayor que el convencional, aproximadamente en un 30%, diferencia que contribuye en la mayoría de los casos a la mayor rentabilidad financiera de este sistema de producción (Saito, 2004). En este estudio la mayor rentabilidad se obtuvo en el sistema de producción orgánica, a una altitud de 1600

Tabla 5. Promedios y valor p del análisis de varianza de las características químicas de los suelos en café orgánico y convencional a tres altitudes en Santa Ana, La Convención, Cusco, Perú.
Table 5. Means and p value for the analysis of variance of the chemical characteristics of soils in organic and conventional coffee at three different altitudes in Santa Ana, La Convención, Cusco, Perú.

Características químicas†	Orgánico			Convencional			Valor p	
	1000	1300	1600	1000	1300	1600	Sistema	Altitud
	msnm	msnm	msnm	msnm	Msnm	msnm		
pH	7,06	5,90	4,88	6,15	5,40	4,74	0,1459	0,044§
CE, dS m ⁻¹	0,24	0,17	0,22	0,18	0,15	0,84	0,4997	0,4746
M.O., %	4,30	3,30	3,7	3,60	3,30	3,7	0,4226	0,2753
P, mg kg ⁻¹	20,10	19,50	66,6	27,80	16,40	22,4	0,4916	0,4916
K, mg kg ⁻¹	231,00	70,00	172	174,00	130,00	260	0,5651	0,2688
CIC, meq 100g ⁻¹	18,56	14,40	17,12	17,28	13,92	17,6	0,4899	0,045§
Ca ²⁺ , meq 100g ⁻¹	14,61	10,06	6,31	11,02	10,47	8,24	0,8238	0,2091
Mg ²⁺ , meq 100g ⁻¹	2,75	3,16	1,48	3,45	2,63	1,86	0,6681	0,1455
K ⁺ , meq 100g ⁻¹	0,84	0,24	0,49	0,49	0,28	0,69	0,8432	0,3012
Na ⁺ , meq 100g ⁻¹	0,36	0,24	0,29	0,21	0,24	0,35	0,6784	0,6452
Al ³⁺ +H ⁺ , meq 100g ⁻¹	0,00	0,70	0,6	0,00	0,30	0,3	0,1917	0,125

† Valores promedio de dos muestreos; msnm = metros sobre el nivel del mar; § Comparaciones que presentan diferencias significativas (p ≤ 0,05); CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico; CE: Conductividad Eléctrica; MO: Materia orgánica.

Tabla 6. Análisis de varianza de los indicadores económicos de la producción de café de dos sistemas productivos convencional y orgánico a tres altitudes en Santa Ana, La Convención, Cusco, Perú.
Table 6. Analysis of variance for the economic indicators of coffee production under conventional and organic production systems at three different altitudes in Santa Ana, La Convencion, Cusco, Peru.

Indicadores económicos	Orgánico			Convencional			Valor p	
	1000	1300	1600	1000	1300	1600	Sistema	Altitud
	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm	msnm		
Rendimiento CPS, t ha ⁻¹	0,596	0,879	1,039	0,594	0,570	0,830	0,1949	0,1729
Calidad física, % [†]	77,75	78,15	80,00	73,00	75,00	78,58	0,0839	0,1470
Calidad organoléptica, puntaje [§]	81,58	82,75	83,33	79,74	80,33	81,83	0,019 ^b	0,0553

CPS = Café pergamino seco; t ha⁻¹ = toneladas por hectárea; msnm = metros sobre el nivel del mar; [†] Café exportable; [§] Puntaje según escala de la SCAA. ^bIndican diferencias significativas entre valores promedios de los sistemas (p ≤ 0.05).

msnm (Tabla 7).

Caixeta y Pedini (2002), resaltaron que el café orgánico ha sido valorado con premios que varían del 30 al 100% superior al precio del café convencional, dependiendo de las exigencias del mercado, de la calidad del producto y la competencia por estos nichos de mercado. Es importante señalar que tanto para el café orgánico como para el convencional, solamente el 30% del precio final al consumidor queda para el agricultor (Sinclair, 2007).

CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias estadísticas entre los agro-ecosistemas orgánico y convencional, para las variables evaluadas, con excepción de la calidad organoléptica. Cuando se evaluó el efecto de los pisos altitudinales, los resultados fueron similares para la mayoría de las variables estudiadas, con excepción de la incidencia de “broca”, “roya”, “ojo de pollo”, pH y CIC del suelo.

Tabla 7. Análisis económico de la producción de café en un sistema orgánico y convencional a tres altitudes en Santa Ana, La Convención, Cusco, Perú.**Table 7. Economic analysis of coffee production under organic and conventional management systems at three altitudes in Santa Ana, La Convencion, Cusco, Peru.**

Código	Café Pergamino Seco	Café Exportable	Precio [†]	Costos de producción	Ingreso bruto	Ingreso neto	Índice de rentabilidad
	t ha ⁻¹	%	US\$ t ⁻¹	-----	US\$ ha ⁻¹	-----	
Org-1000	0,60	77,75	2291,98	910,54	1367,56	457,02	0,50
Org-1300	0,88	78,15	2291,98	910,54	2016,19	1105,65	1,21
Org-1600	1,04	80,00	2361,44	910,54	2453,54	1542,99	1,69 [§]
Conv-1000	0,59	73,00	1666,90	746,33	990,69	244,36	0,33
Conv-1300	0,57	75,00	1736,35	746,33	990,29	243,97	0,33
Conv-1600	0,83	78,58	1909,99	746,33	1585,92	839,59	1,12

t ha⁻¹ = toneladas por hectárea; [†] Precio = promedio de las campañas 2012 y 2013 en dólares americanos por hectárea; [§] Tratamiento de mayor índice económico; Índice de rentabilidad = ingreso neto/costos de producción. (1 US\$ = S/ 3,13 nuevos soles peruanos).

El rendimiento de café pergamino seco, café exportable, precio por tonelada métrica y los costos de producción fueron mayores en los sistemas de producción orgánica. La rentabilidad financiera fue mayor en el sistema de producción orgánica a una altitud de 1600 msnm.

LITERATURA CITADA

- Caixeta, F., e F. Pedini. 2002. Cafeicultura orgânica: conceitos e princípios. Informe Agropecuario. Belo Horizonte, Minas Gerais 23(214/215):15-20.
- Carhuallanqui, R. 2003. Efecto de la sombra y fertilización en el cultivo del café var. Catimor en Villa Rica, selva central del Perú. 123 p. Tesis de Maestría en Producción Agrícola. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- De Muner, L. 2011. Sostenibilidad de la caficultura arábica en el ámbito de la agricultura familiar en el Estado de Espírito Santo, Brasil. 259 p. Tesis del Programa de Doctorado en Recursos Naturales y Sostenibilidad. Línea de Investigación Agroecología. Instituto de Sociología y Estudios Campesinos, Departamento de Ciencias Sociales y Humanidades, Universidad de Córdoba, España.
- Fassbender, H. 1975. Química con énfasis en suelos de América Latina. 398 p. Turrialba. IICA San José, Costa Rica.
- Formentini, A., S. Comã, e I. Mansky. 2008. Custo de produção e rentabilidade de orgânicos no município de Santa Maria de Jetibá. 76 p. Serie Incaper. Documentos, 170. Vitória, Espírito Santo, Brasil.
- García, C., F. Gil, T. Hernández, y C. Trasar. 2003. Técnicas de análisis de parámetros bioquímicos en suelos. Medida de actividades enzimáticas y biomasa microbiana. p. 7-21. Editorial Mundi-Prensa, España.
- Guerrero, B. 2011. Efecto del manejo orgánico en el sistema de cultivo de café (*Coffea arabica*) var. Caturra Roja en Villa Rica (Eneñas). 162 p. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía, Lima, Perú.
- JNC. 2013. Estadísticas de producción y comercialización mundial. Junta Nacional del Café (JNC). Disponible en: <http://juntadelcafe.org.pe/publicaciones/produccion-de-cafe-entre-los-anos-1999-y-2012> (Consulta 23 setiembre 2013)
- Julca, A., R. Blas, R. Borjas, S. Bello, J. Anahui, D. Talaverano, et al. 2010b. Informe de colecta de germoplasma de café en el Perú. 38 p. Proyecto FINCYT-PIBAB- 2009. Estudio de la variabilidad genética del café y establecimiento de un banco de germoplasma en la selva peruana. Universidad Nacional Agraria La Molina, Fundación para el Desarrollo Agrario, Lima, Perú.
- Julca, A., R. Carhuallanqui, N. Julca, S. Bello, R. Crespo, C. Echevarría, y R. Borjas. 2010a. Efecto de la sombra y la fertilización sobre las principales plagas del café var. Catimor en Villa Rica (Pasco, Perú). 23 p. Universidad Nacional Agraria La Molina, Fundación para el Desarrollo Agrario, Lima, Perú.

- Julca, A., L. Meneses, R. Blas, y S. Bello. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *Idesia* (Chile) 24(1):49-61.
- Julca A., L. Meneses, P. Rodríguez, S. Bello, J. Anahui, N. Julca, et al. 2009. Selección de fuentes naturales para la fertilización de café en el marco de una agricultura orgánica [Comparación de Línea de base 2006 - Línea de Cierre, 2008]. 32 p. Informe Final de proyecto financiado por INCAGRO. UNALM-FDA-INIA-Café Perú-JNC. Lima, Perú.
- Magurrán, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. 192 p. Princeton University, Princeton, New Jersey, USA.
- Muller, R.A., D. Berry, J. Avelino, y D. Bieysse. 2004. Coffee diseases. p. 491-545. In Wintgens J.N. (ed.) Coffee: growing, processing, sustainable production: A guidebook for growers, processors, traders, and researchers. Wiley-VCH, Weinheim, Germany.
- Saito, M. 2004. Sustainable coffee production. p. 384-390. In Wintgens, J.N. (ed.) Coffee: growing, processing, sustainable production: A guidebook for growers, processors, traders, and researchers. Wiley-VCH, Weinheim, Germany.
- Shannon, C. E., and W. Weaver. 1949. The Mathematical Theory of Communication. University Illinois Press, Urbana, Illinois, USA.
- Sinclair, K. 2007. Ganándose la vida con el café (Café convencional vs café sostenible). Goteborg University-School of Business - Universidad Nacional Agraria La Molina. INCAGRO-Ministerio de Agricultura. Lima, Perú. Disponible en: www.bvcooperacion.pe/biblioteca/bitstream/123456789/875/1/BVCI0000816.pdf (Consultado 04 mayo 2015)
- Vivanco, C. 2009. Efecto de fuentes naturales de fertilización en café (*Coffea arabica*) var. Caturra Roja en Río Venado (Satipo). 101 p. Tesis para Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.
- Wild, A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. 1045 p. Versión Española de P. Urbano Terrón y C. Rojo Fernández. Mundi-Prensa, Madrid, España.