

ALTURAS DE PODA Y FERTILIZACIÓN EN LA RENOVACIÓN DE PLANTACIONES DE CAFE (*Coffea arabica* L.) EN LA SELVA CENTRAL DEL PERU

PRUNING HEIGHTS AND FERTILIZATION IN RENEWAL OF COFFEE (*Coffea arabica* L.) ORCHARDS IN THE CENTRAL HIGHLAND TROPIC OF PERU

Robert Rafael-Rutte^{1*}, Alberto Julca², Rosario Rivera³

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Calle Los Tomates s/n, Pampa del Carmen, La Merced, C.P. 12331, Chanchamayo, Perú.

²Departamento de Fitotecnia, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. E-mail: ajo@lamolina.edu.pe

³Ingeniero Agrónomo, La Molina (Lima 12), Lima, Perú. Email: riveradelacruz@yahoo.es

*Autor para correspondencia E-mail: rrrrafael@hotmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la poda y la fertilización en la renovación de plantaciones de *Coffea arabica* L., se realizó un estudio desde el año 2011 hasta el 2013, para evaluar tres alturas de poda (30, 60 y 90 cm) y dos niveles de fertilización (con y sin fertilización), en plantaciones de 6, 8 y 10 años de edad, distribuidos en un diseño de bloques completo al azar con arreglo factorial con cuatro repeticiones. Los resultados mostraron diferencias estadísticas entre las alturas de poda y edades de plantación en todas las variables evaluadas, excepto para el rendimiento. Se encontró que plantas con poda a 60 cm, emitieron mayor número de brotes, ramas y nudos productivos, así como mayor cantidad de flores. Se observó mayor crecimiento vegetativo, buena floración y producción en las parcelas fertilizadas. En relación a las edades, el mayor número de brotes y ramas productivas se obtuvo en las plantas de seis años; sin embargo, en las de ocho años se produjo mayor número de nudos productivos y flores. Se concluyó que con la altura de poda a 60 cm se logra brotes vigorosos, buen crecimiento y desarrollo de ramas productivas, que a la vez incrementan la producción de frutos. Las plantas con poda respondieron positivamente a la fertilización. La edad de plantación influye en la poda de renovación.

Palabras clave: control cultural, 'caturra', recepa, fertilización, manejo agronómico, edad de plantación.

ABSTRACT

To determine the effect of pruning and fertilization in renewal of *Coffea arabica* L., a study was conducted from 2011 to 2013. Three cutting heights (30, 60 and 90 cm) and two levels of fertilization (with and without fertilization) were evaluated on three orchard ages (6, 8 and 10 years). Treatments were arranged in a randomized complete block design in a factorial arrangement with four replicates. A highly significant difference was found among pruning heights and also among orchard ages in all variables except yield. With regard to pruning height, plants that were pruned at 60 cm in height showed greater number of shoots, having a good size, higher number of branches and productive nodes. They also showed greater number of flowers. Fertilized plots had higher vegetative growth, higher flowering capacity and greater yield as compared to plots without fertilization. High-

er number of shoots, longer shoots, and higher number of productive branches were found in plants from six years old orchards. However, plants from eight years old orchards produced the greatest number of productive nodes y flowers. It is concluded that orchard age, cutting height and fertilization all influence renewal pruning since they have an effect on each evaluated variable. Higher yield was obtained on fertilized plots, while orchard ages and cutting heights gave similar yields.

Key words: Renewal pruning, sustainability, cultural practice, caturra, fertilization, orchard age, cutting height.

INTRODUCCIÓN

El café (*Coffea arabica* L.) ha sido por más de un siglo el principal producto de la economía del Perú, y su producción es una de las actividades más relevantes en la Selva Central (JNC, 2012; MINAGRI, 2013). Por lo tanto, cualquier problema de manejo agronómico que lo afecte, es de especial significancia para la economía y sustento de un número importante de familias que se ocupan de su cultivo. El cultivo de café ha logrado permanecer a pesar de la crisis económica en el comercio mundial, gracias al esfuerzo que hacen los agricultores por mantener activa la economía. En el 2010, condiciones climatológicas favorables permitieron la recuperación de la producción, alcanzando en el 2011 un volumen récord de 328.000 toneladas, favorecido por las inversiones realizadas por los productores para la fertilización y rejuvenecimiento de una parte de sus cafetales, incentivados por los mayores precios que se pagaban en el mercado internacional, beneficiando a más de 160 mil familias de pequeños y medianos agricultores del país (MINAGRI, 2013). En el 2012, la producción declina en un 7,6% respecto al año 2011, y se registra un volumen de 303.000 toneladas, explicada por el menor rendimiento de las plantaciones antiguas, la poca mano de obra disponible y la aparición de la roya (*Hemileia vastatrix*), que daña a las hojas del café (MINAGRI, 2013).

La caficultura en el Perú, a pesar de su importancia económica, enfrenta limitaciones que conllevan a índices de baja productividad. Estas limitaciones están relacionadas con prácticas agronómicas inadecuadas, la falta de adopción de innovaciones tecnológicas como la poda de renovación, problemas bióticos como la roya y la broca del café (*Hypothenemus hampei*), ligada a las condiciones ambientales y varietales, que afectan significativamente su calidad y productividad (MINAGRI, 2013). Para establecer el manejo adecuado del café se requiere un amplio conocimiento de la planta, en lo que respecta a su crecimiento, desarrollo y producción, así como de los factores que los afectan. El éxito del cultivo depende de la cantidad y la calidad de su crecimiento y desarrollo reproductivo (Velasco et al., 2003).

Para que *C. arabica* tenga una productividad sostenible en el tiempo, es necesario realizar prácticas de manejo agronómico adecuadas. Dentro de éstas, destaca la poda de renovación de las plantas por sus diferentes efectos, ya que si no se realiza en tiempo y forma, las plantas pueden crecer demasiado afectando la producción y la estabilidad del sistema. La poda es importante para aumentar el rendimiento, ya que ésta puede actuar de forma directa en determinados procesos fisiológicos, e indirectamente a través de los factores bióticos y abióticos del sistema (Arcila, 2007). La poda de renovación busca mantener las plantas en su máxima producción mediante la renovación del tejido agotado, aprovechando las características especiales de crecimiento, con el fin de mejorar la relación entre los tejidos nuevos y los tejidos agotados que existen en las plantaciones.

La poda permite una renovación estructural de la planta y en consecuencia favorece una mayor aireación y entrada de luz, todo lo cual redundará en una mayor producción. Además, elimina problemas de cerramiento del cafetal y da como resultado el incremento de la producción, independientemente de la edad de plantación (Thomaziolo y Pereira, 2008).

Un aspecto importante a considerar es el momento de la poda, que al parecer debe realizarse inmediatamente después de la cosecha. Algunos investigadores han observado que existe una tendencia de menor producción cuando la poda se realiza más tarde (Oliveira et al., 2002). Además, es necesario señalar que las plantas podadas, al margen de la edad, recién producen dos años después de haber realizado esta práctica.

El interés por la poda de renovación es creciente en Perú como parte del manejo agronómico en el cultivo del café. Pero el conocimiento, adopción, implementación y registro que se tiene, es escaso y además si se realiza, no se ejecuta de manera programada. Estas discrepancias sobre las formas y momentos de la poda sugirieron la necesidad de evaluar y conocer mejor esta práctica cultural, a fin de lograr su implementación de manera regular en el manejo del cultivo y posibilitar el incremento de la producción sostenible de café en todas las zonas cafetaleras de

la Selva Central.

Los objetivos del presente ensayo fueron determinar el efecto de la altura poda en la renovación de plantaciones de café, evaluar el efecto de la fertilización y el efecto de diferentes edades de plantación en la poda de renovación de café.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

El estudio se realizó en los fundos "Concepción" y "Aroma de Montaña", ubicados entre los paralelos 10°46'972" y 10°47'103" de Latitud Sur y los meridianos 75°18'863" y 75°19'013" de Longitud Oeste, a una altitud de 1345 a 1384 msnm, distrito de Villa Rica, Provincia de Oxapampa, Región Pasco, Perú. El clima es húmedo y semicálido, con precipitación anual de 1365 a 1477 mm, temperatura de 15,3 a 22,6°C y una humedad relativa de 90 a 94%. Los suelos predominantes son de la orden inceptisol y alfisol. El periodo de trabajo y evaluación comprendió de septiembre del 2011 a septiembre del 2013.

Caracterización de las parcelas experimentales

Se utilizaron plantaciones de café 'Caturra Roja' de 6, 8 y 10 años edad, con distanciamiento de siembra de 2 m entre hileras y 1 m entre plantas, y con manejo de sombra a base de *Eucalyptus torrelliana*, *Pinus tecunumanii* e *Inga* sp.

Cada unidad experimental (parcela) correspondiente a cada tratamiento, estuvo compuesta por tres hileras de café de 6 m de largo y 8 m de ancho, lo que determinó una superficie de 48 m². Esto originó una superficie total de 1152 m² para cada experimento (24 m de largo por 48 m de ancho) en cada lote de plantación.

Tratamientos y diseño de investigación

Se evaluaron tres niveles de altura de poda (30, 60 y 90 cm) y dos niveles de fertilización (con y

sin fertilización), conformando un total de seis tratamientos en cada ensayo en las plantaciones de 6, 8 y 10 años de edad, distribuidos en un diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial (DBCA 3 x 2) y 4 repeticiones. Cada parcela tenía tres hileras de cinco plantas cada una. Las evaluaciones fueron hechas en tres plantas de la hilera central.

Poda y fertilización en las plantaciones de café

La poda de renovación se realizó el 06 setiembre del año 2011, mediante el sistema de poda por lotes, inmediatamente después de finalizada la cosecha. La forma del corte en todas las parcelas experimentales fue en bisel. A los tres meses después de la poda, cuando los brotes tenían entre 20 y 30 cm de longitud, se realizó la selección de los mejores brotes y el respectivo deshije, dejando dos brotes vigorosos, preferentemente opuestos entre sí en los cuales se realizó la evaluación de las diferentes variables. El desbrote se realizó constantemente por cada planta y en cada tratamiento.

En el mes de junio del 2012 se inició la fertilización al suelo. La dosis de fertilización fueron calculadas de acuerdo a los resultados del análisis de suelo de cada una de las parcelas experimentales (Tabla 1), distribuidas y aplicadas en base a un programa de fertilización. La dosis de fertilización usada en las plantaciones de seis años fue de 258-179-227 NPK kg ha⁻¹; en las plantaciones de ocho años la dosis fue de 238-118-245 NPK kg ha⁻¹; y en las plantaciones de 10 años la dosis fue de 201-125-205 kg ha⁻¹. Los fertilizantes y enmiendas se incorporaron uniformemente de forma manual, alrededor de las plantas de café y se cubrieron con tierra y restos vegetales.

Después de la poda todas las parcelas recibieron manejo cultural de acuerdo a los criterios del productor, independientemente de las alturas de poda.

Tabla 1. Análisis de suelo de las parcelas experimentales. Experimento altura de poda en café.
Table 1. Soil analysis of the experimental plots. Experiment coffee pruning height.

Muestra Parcelas	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS m ⁻¹	M.O. %	P --- mg kg ⁻¹ ---	K ----- % -----	Análisis mecánico			Clase Tex	CIC	Cationes cambiables				
						Arena	Limo	Arcilla			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺ Na ⁺	Al ³⁺ +H ⁺	
Café - 6 años	5,32	0,12	6,07	1,9	106	73	23	4	Fr. A.	20,32	6,07	1,30	0,35	0,10	0,30
Café - 8 años	4,65	0,15	3,17	2,7	64	57	35	8	Fr. A.	13,76	3,61	0,75	0,25	0,10	0,90
Café - 10 años	4,50	0,15	5,45	2,7	78	51	35	14	Fr.	26,72	3,75	1,25	0,63	0,08	6,90

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

Evaluaciones

Número, longitud y diámetro de brotes

A los tres meses después de la poda, se contó los nuevos brotes emitidos, ubicados de 3 a 10 cm abajo del corte. Se seleccionó y midió en centímetros la longitud y diámetro de tres brotes, desde su unión con el tallo principal hasta el ápice del brote, debido a que los brotes cercanos al corte se desgarran con facilidad (Arcila, 2007), por lo que se dejó los brotes más vigorosos de la base del tallo. Para determinar el efecto de la fertilización en esta variable, la evaluación se realizó a los 12 meses después de realizada la poda.

Número de ramas y nudos productivos

Se contó el número de ramas productivas a lo largo de los nuevos ejes plagiotrópicos y ortotrópicos de cada planta podada. Para determinar el número de nudos productivos se contó los nudos a lo largo de las ramas productivas de cada eje principal.

Número de flores

Se registraron las floraciones a los 12, 13 y 14 meses después de la poda, durante tres períodos comprendidos entre setiembre, octubre y noviembre del 2012 (cosecha de junio, julio y agosto de 2013). La medición se hizo en las ramas productivas del tercio inferior, medio y superior de la planta, que presentaban botones florales en estado de preantesis y antesis, según apariencia visual (Rendon et al., 2008).

Número y peso de frutos en cereza

Se recolectó y contó los frutos en cereza (fruto maduro), que alcanzaron la madurez fisiológica de la rama inferior, media y superior de cada planta. La recolección se hizo en bolsas plásticas debidamente etiquetadas con el número de planta. La evaluación del peso de frutos se realizó utilizando una balanza de precisión para obtener el peso promedio.

Rendimiento

Para obtener los datos de producción, se registró y pesó en gramos la cantidad total de café cereza por planta y tratamiento. Los frutos fueron cosechados en su madurez fisiológica y el peso se determinó en una balanza de precisión. El valor de la variable respuesta se estableció como el peso total de frutos en cereza por planta expresada en gramos. El peso de granos pergamino (grano beneficiado de café cubierto solo por el endocarpio) se determinó para cada parcela, utilizando el factor promedio de conversión, que por cada 250 kg de café cereza se obtienen 55,2 kg de café pergamino seco con 12% de humedad.

Análisis estadístico

Se realizó el Análisis de Variancia (ANVA) individual, análisis de varianza combinado y la prueba de comparación de medias (Duncan), mediante el uso del programa estadístico SAS versión 9.1 (UCM, 2009) con el procedimiento GLM (modelo lineal general), bajo un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0,05$). Los datos originales del número de brotes, ramas, nudos, y flores, previo al análisis de varianza, fueron transformados utilizando la transformación raíz cuadrada de X (\sqrt{x}). Para el Análisis Combinado de Edades, se hizo la prueba de homogeneidad de variancia de los errores de cada experimento mediante la prueba de F máximo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la altura de poda en la renovación de plantaciones de café

Efecto de la altura sobre el número, longitud y diámetro de brotes

Los resultados muestran que las plantas con altura de poda a 60 cm tuvieron un efecto significativo sobre el número, longitud y diámetro de los brotes, en comparación con las otras alturas de poda (Tabla 2). La emisión de brotes después de la poda, ocurre porque al eliminar la parte aérea de la planta se causa la pérdida temporal de la dominancia apical y se elimina el efecto inhibitorio sobre las yemas laterales, porque se suprime la producción de auxinas, haciendo que las citoquininas presentes en las yemas latentes promuevan el desarrollo de las yemas laterales (Salisbury y Ross, 2000; Shimizu-Sato y Mori, 2001; Diniz et al., 2004; Shimizu-Sato et al., 2009). El mayor número de brotes/planta, la mayor longitud y el mayor diámetro de brotes siempre correspondió a las plantas que fueron podadas a 60 cm de altura, durante todo el periodo de evaluación. Llama la atención el diámetro alcanzado (11,4 mm), porque esta variable es considerada como un índice del vigor de la planta y determina en gran medida la capacidad del tallo para sostener toda la parte aérea de la planta. Livramento et al. (2003) en un ensayo donde realizaron la poda de plantas de café a una altura de 40 cm, encontraron que el diámetro de los brotes varió de 8,1 a 10,9 mm y la longitud estuvo entre 30,8 a 46,4 cm, pero sus resultados no son comparables porque se realizó en otras condiciones experimentales.

Un mayor número de brotes en las plantas podadas a 60 cm de altura con respecto a las de 30 cm, concuerda con lo reportado por autores como Stür et al. (1994) y Lehmann et al. (1998), quienes señalan que cuando el follaje de los árboles se corta a bajas alturas, la fase de crecimiento de los brotes se retarda, siendo entonces necesario que

Tabla 2. Variables evaluadas en plantaciones de café con diferentes alturas de poda.
Table 2. Variables evaluated in coffee plantations with different pruning heights.

Variables	Alturas de poda		
	30 cm	60 cm	90 cm
N° de brotes	4,1 b	5,3 a	4,6 b
Longitud de brotes, cm	11,6 b	14,7 a	12,5 b
Diámetro de brotes, mm	9,2 b	11,4 a	9,7 b
N° de ramas productivas, N° planta ⁻¹	8,9 b	12,1 a	9,8 b
N° de nudos productivos, N°	4,9 b	5,8 a	5,4 a
N° de flores, N°	98,2 b	104,2 a	99,5 ab
N° de frutos, N°	42,0 b	46,2 a	42,6 b
Peso de frutos, g	83,4 ab	86,9 a	80,4 b
Producción, g planta ⁻¹	780,8 a	817,5 a	779,9 a
Producción, kg ha ⁻¹	861,1 a	905,3 a	861,1 a

* Medias seguidas por la misma letra en la fila no difieren significativamente entre sí. ($p \leq 0,05$)

las plantas utilicen los carbohidratos de reserva para emitir nuevas hojas y así formar un área foliar capaz de alcanzar esta fase. Además, otros investigadores como Toral e Iglesias (2007), mencionan que la mayor altura de poda garantiza en las plantas la presencia de un área adecuada de tejido parenquimático reservante y tejido meristemático activo, factores necesarios en el desarrollo del brote. Sin embargo, los resultados encontrados en las plantas podadas a 90 cm de altura, fueron contradictorios ya que en este tratamiento la emisión de los nuevos brotes fue un poco lenta, menos vigorosa y en menor número. Estos resultados sugieren que la poda debería realizarse a una "altura óptima", la que podría cambiar de una variedad a otra. Stür et al. (1994) señalan que es probable que podas a mayor altura conlleven a una fase menor de recuperación para la planta.

Efecto de la altura sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores.

Los resultados muestran que hubo diferencias significativas entre las alturas de poda y el número de ramas productivas y nudos productivos, pero no para el número de flores (Tabla 2). En la misma tabla se muestra que para estas variables la mejor respuesta se obtuvo con las plantas podadas a una altura de 60 cm. Pero en general, la presencia de ramas productivas y nudos productivos debe considerarse como una característica positiva porque mejora la capacidad productiva de la planta. Pereira y Cunha (2004) realizaron la poda a 40 cm de altura en la variedad Catuai y obtuvieron buena cantidad de ramas plagiotrópicas en las plantas de café. Pero el crecimiento de ramas ortotrópicas y plagiotrópicas, la formación de nudos productivos y la expansión foliar varía por efecto de las condiciones climáticas,

particularmente la precipitación y la temperatura (DaMatta et al., 2010). Por otra parte, si bien las plantas podadas a 60 cm de altura tuvieron el mayor número de flores, éstas y las podadas a 30 cm fueron las primeras en florecer, en comparación con las de 90 cm. Estos resultados sugieren que la floración no depende exclusivamente de la altura de poda y que hay otros factores que influirían en este proceso, como los ambientales y nutricionales (Arcila, 2003; DaMatta et al., 2007; Arcila, 2007) que a su vez afectan los procesos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos de la floración (Rena y Barros, 2004).

Efecto de la altura sobre el número de frutos, peso de frutos y rendimiento.

También en este caso, los mejores resultados en relación al número y peso de los frutos correspondieron a las plantas con altura de poda a 60 cm, aunque para el rendimiento no hubo diferencias estadísticas (Tabla 2). Son resultados esperados ya que los frutos de café se forman y se desarrollan en las ramas plagiotrópicas primarias, secundarias y terciarias. Por lo tanto, a medida que una planta de café presenta mayor número de ramas productivas se obtendrá un mayor rendimiento (Pereira et al., 2007; Matiello et al., 2010). Esto se debe a que las plantas al ser podadas sufren modificaciones en su arquitectura, lo que les permite captar altas radiaciones solares que podrían tener un efecto pronunciado sobre el número de cerezos (Carvalho et al., 1999). Otros factores que se citan como responsables del desarrollo del fruto están la temperatura, las reservas de carbohidratos, la luminosidad y el crecimiento del año anterior (Arcila et al., 2007).

Otros autores han estudiado la altura de poda. Fernandes et al. (2001) evaluaron diferentes altu-

ras de poda, clasificadas como baja (25-30 cm) y alta (70 cm), en plantas de café 'Mundo Novo' de ocho años de edad y encontraron rendimientos de 600 a 654 kg ha⁻¹ de café beneficiado. En Colombia se estudió el efecto de la poda a 30 y 60 cm de altura, pero en ambos casos se dejaron las ramas primarias. Los rendimientos fueron altos para ambas alturas y no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos (Cenicafé, 2001). Abreu et al. (2005) en un estudio parecido al anterior, usando podas a 30 cm de altura y a 80 cm con ramas laterales, encontraron rendimientos óptimos en el segundo año los que variaron entre 624 y 1524 kg ha⁻¹ de café beneficiado. En otro ensayo, Fernández (2012) evaluó 16 tipos de poda, considerando muy baja (25 cm), baja (50 cm) y alta (100 cm) en plantas de café 'Catuai amarillo IAC 51' de 11 años de edad, con los que se obtuvieron rendimientos de 564, 2178 y 2778 kg ha⁻¹ de café beneficiado. Concluyó que la poda de renovación en general puede ser una práctica importante en la recuperación de los cafetales decadentes, ya que aumentan la productividad entre 40 a 50%, comparado con un cafetal nuevo o con un cafetal en plena producción.

Efecto de la fertilización mineral en plantaciones con poda

Efecto de la fertilización sobre la longitud y diámetro de brotes

En relación a la fertilización (Tabla 3), la mejor respuesta para la longitud y diámetro de brotes correspondió a las parcelas fertilizadas, valor que fue estadísticamente diferente al encontrado en las parcelas no fertilizadas. Los resultados muestran claramente el efecto significativo de la fertilización sobre la longitud y el diámetro de los brotes de café 'Caturra Roja', lo que ha sido ampliamente documentada, ya que la fertilización

mineral y orgánica mejora del crecimiento en las plantas (Reis et al., 2006; Leal-Varón et al., 2009; Sadeghian, 2010; Sadeghian y Gonzáles, 2012). El efecto de la fertilización sobre el crecimiento de plantas de café a nivel de vivero y también en plantaciones comerciales fue reportado por Julca et al. (2009) en un estudio realizado con 'Caturra Roja' en la Selva Central del Perú. Otros autores como Alves et al. (2000) encontraron un efecto significativo de la fertilización mineral sobre el diámetro y longitud de las plantas. También Silva et al. (2002) encontraron un crecimiento diferenciado cuando evaluaron diferentes dosis de fertilización en plantas de café. Los nutrientes fácilmente asimilables por la planta facilitan la reproducción y el crecimiento celular en el tejido leñoso para incrementar el diámetro del tallo (Sadeghian, 2008).

Efecto de la fertilización sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores.

Los resultados muestran claramente el efecto significativo de la fertilización en el crecimiento del café, y se tiene más ramas productivas, mayor número de nudos productivos y de flores/planta (Tabla 3). Estos resultados corroboran el efecto de la fertilización sobre el crecimiento a nivel de vivero y también en plantaciones comerciales, como ocurrió en un estudio realizado con café 'Caturra Roja' en la selva central (Julca et al., 2009). Este efecto positivo también ha sido reportado por otros autores, como Vilella y Faria (2003), quienes en un ensayo para evaluar diferentes láminas de riego y fertilización, encontraron influencia de la fertilización sobre la longitud de las ramas plagiotrópicas. Por otra parte Alves et al. (2000) al evaluar diferentes láminas de irrigación y fertilización, no encontraron influencia de la fertilización sobre el crecimiento de café. Años más

Tabla 3. Variables evaluadas en plantaciones podadas de café con fertilización y sin fertilización.
Table 3. Variables evaluated in pruned coffee plantations with and without fertilization.

Variables	Niveles de fertilización	
	Con fertilización	Sin fertilización
Longitud de brotes, cm	53,4 a	49,6 b
Diámetro de brotes, mm	12,8 a	11,7 b
Nº de ramas productivas, Nº planta ⁻¹	10,8 a	9,7 b
Nº de nudos productivos, Nº	5,9 a	4,8 b
Nº de flores, Nº	110,0 a	91,3 b
Nº de frutos, Nº	48,23 a	39,38 b
Peso de frutos, g	92,46 a	74,64 b
Producción, g planta ⁻¹	874,7 a	710,7 b
Producción, kg ha ⁻¹	966,0 a	783,84 b

* Medias seguidas por la misma letra en la fila no difieren significativamente entre sí. ($p \leq 0,05$)

tarde, Costa et al. (2010) en un experimento con dos cultivares de *C. arabica*, encontraron que la fertilización a base de NPK permitió el aumento del número de ramas y nudos productivos. Para Rivera (2006) y Matiello et al. (2010) el N es el elemento más importante en la formación vegetativa del café, aunque Bregagnoli et al. (2009) reportaron una mayor altura de planta por efecto de la fertilización fosforada en plantas podadas.

La producción de un 20% más de flores/planta por efecto de la fertilización es un resultado esperado ya que la nutrición adecuada de las plantas es uno de los factores importantes durante el proceso de floración del café (Arcila, 2003; Arcila, 2007). Además, a dicho tratamiento le correspondió una mayor cantidad de ramas productivas y, según Rena y Barros (2004) existe una fuerte relación entre la floración y el crecimiento de las ramas y, como consecuencia, entre la floración y la producción.

Efecto de la fertilización sobre el número, peso de frutos y rendimiento.

Se encontró efecto significativo de la fertilización sobre el número, peso de frutos y rendimiento en el cultivo de café (Tabla 3). El peso de frutos por planta está relacionado directamente con el número de ramas productivas, de flores y de frutos producidos en cada rama. Por lo tanto, los factores que influyen en el crecimiento vegetativo, incluyendo la disponibilidad de nutrientes, también se relacionan indirectamente con el número de botones florales (Barros et al., 1999). La mayor producción en las parcelas con fertilización también puede atribuirse a un mejor cuajado de frutos (Cilas y Descroix, 2004). Otros autores, como Matiello et al. (2010) encontraron que el N y K

son los nutrientes más requeridos por las plantas de café para obtener una buena producción. Por lo tanto, la productividad de los cultivos es atribuible a la optimización de los sistemas de suministro de nutrientes (Stewart et al., 2005; Stewart, 2007; Fixen, 2009).

Con respecto a la fertilización del café podado, Carvajal (1984) afirma que la fertilización en plantas con poda depende del estado general de brotación, ya que si está brotando muy bien no se fertiliza durante el primer año, caso contrario debe iniciarse cuando los nuevos brotes alcanzan unos 30 cm de altura. No es el caso de las plantas no podadas, donde los fertilizantes suministrados, influyen principalmente sobre el crecimiento vegetativo de ese año, mientras que la producción del grano tiene lugar en las ramas formadas el año anterior. La respuesta a los planes de fertilización en un cultivo, difieren de un lugar a otro, debido a diferentes factores, especialmente a la fertilidad del suelo (Sadeghian, 2008). Los resultados de mayor rendimiento de este ensayo demuestran como las plantas responden al efecto de la poda en la producción de frutos, independientemente de la edad y altura de corte. Por otra confirma que antes de adoptar cualquier tipo de poda, es necesario analizar aspectos como cultivar, edad de plantación, localización, y plagas (Thomaziello y Pereira, 2008).

Efecto de la edad de plantación en la poda Efecto de la edad sobre el número, longitud y diámetro de brotes

La edad de plantación tuvo un efecto significativo en el número, longitud y diámetro de los brotes. En la Tabla 4 se observa que la mejor respuesta en el número de brotes por planta y de

Tabla 4. Variables evaluadas en plantaciones de café de 6, 8 y 10 años de edad como respuesta a la poda.

Table 4. Variables evaluated in coffee plantations of 6, 8 and 10 years ago in response to pruning.

Variables	Edad de plantación		
	6 años	8 años	10 años
N° de brotes	5,72 a	4,15 b	4,13 b
Longitud de brotes, cm	14,74 a	12,52 b	11,50 b
Diámetro de brotes, mm	12,20 a	9,10 b	8,80 b
N° de ramas productivas, N° planta ⁻¹	10,7 a	10,3 a	9,7 a
N° de nudos productivos, N°	5,1 a	5,7 a	5,4 a
N° de flores, N°	96,3 c	104,7 a	100,9 b
N° de frutos, N°	40,8 c	46,5 a	44,1 b
Peso de frutos, g	77,5 c	88,6 a	84,5 b
Producción, g planta ⁻¹	748,8 a	849,4 a	800,0 a
Producción, kg ha ⁻¹	828,0 a	938,4 a	883,2 a

* Medias seguidas por la misma letra en la fila no difieren significativamente entre sí. ($p \leq 0,05$)

longitud correspondió a las plantaciones de seis años de edad, con 5,72 brotes y con 14,74 cm de longitud, respectivamente, igualmente para el diámetro de brotes, el mayor valor correspondió a las plantaciones de seis años de edad con 12,2 mm de diámetro. Todas las plantas de diferentes edades llegaron a brotar. Este comportamiento se explica debido a la existencia de yemas latentes que se encuentran en los nudos de los tallos que se forman y multiplican cuando el tallo envejece. Estas yemas son estimuladas cuando se interrumpe la dominancia de la yema terminal del tallo por algún factor como la poda, y se forman los brotes ortotrópicos o chupones (Salisbury y Ross, 2000; Shimizu-Sato y Mori, 2001; Diniz et al., 2004). Los resultados obtenidos pueden también ser atribuidos a la juvenilidad de los tejidos, a la mayor cantidad de material fotosintético remanente y a las reservas de carbohidratos presentes en la base de los tallos de las plantas de seis años, comparado con las plantaciones de 8 y 10 años de edad. Por lo tanto la posición y el número de meristemas de crecimiento no son los únicos factores que afectan la brotación (Alves y Livramento, 2003).

El mayor crecimiento de los nuevos brotes en las plantas de seis años, solo fue hasta los doce meses, ya que después de dicho periodo, el crecimiento se niveló y no se presentaron diferencias estadísticas significativas con las plantas de 8 y 10 años de edad, tanto para la longitud como para el diámetro de los brotes. Posiblemente, esto se debe a que las plantas de 8 y 10 años de edad requerían de un mayor tiempo para que las yemas se activen. La activación de las yemas recién se maximiza cuando las plantas empiezan su crecimiento y asimilación de nutrientes (Guimarães et al., 2002). Esta diferencia en el tamaño y número de brotes en las plantas de 8 y 10 años de edad puede estar relacionada con el contenido de azúcares solubles presentes principalmente en los tallos de las plantas, tal como manifiestan Livramento et al. (2003), quienes al evaluar la influencia de la producción en los niveles de carbohidratos después de una poda total, encontraron que las plantas con mayor producción presentaron mayores contenidos de carbohidratos en las hojas, ramas y tallos, y que después de la poda emitieron menor número de brotes, pero más vigorosos.

La emisión de brotes en todos los tratamientos, sugiere que la época en que se realizó la poda (mes de setiembre) en este ensayo, es la más adecuada. Fagundes et al. (2007) y Thomaziello y Pereira (2008) señalan que en Brasil, la época más apropiada para la poda en cafetales, con la finalidad de tener una brotación más uniforme es aquella que se realiza después de la cosecha, en los meses de

agosto a setiembre, cuando las plantas comienzan a aumentar su ritmo de crecimiento.

Efecto de la edad sobre el número de ramas productivas, nudos productivos y flores.

Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas para el número de ramas productivas y nudos productivos. Para el número de flores si existió significación estadística (Tabla 4), registrándose mayor cantidad en las plantas de ocho años de edad con 104,7 flores. Las ramas plagiotrópicas, o primarias, son responsables de la producción de la planta y se originan de las yemas de cabeza de serie y crecen horizontalmente formando un ángulo de 45 a 90° en relación al tallo ortotrópico, aunque puede variar según la variedad (Matiello et al., 2010). Por lo tanto, el número de estas ramas y nudos son una característica morfológica del café, que se relaciona con la productividad. La variación en la tasa de crecimiento de la parte aérea del café, es decir el crecimiento de ramas ortotrópicas y plagiotrópicas, formación de nudos productivos y expansión foliar, varía razonablemente, en virtud a las condiciones climáticas, particularmente a la precipitación, temperatura, luz y el fotoperiodo (DaMatta y Rodríguez, 2007; DaMatta et al., 2010;). Es probable que los resultados de este ensayo, tengan valores relativamente bajos, porque el café está cultivado bajo sombra, y algunos autores, como Fournier (1988), afirman que las plantas cultivadas a pleno sol tienen un menor crecimiento ortotrópico y que el café crece más lento cuando se cultiva a pleno sol. La variación en la producción de flores es un resultado esperado ya que la edad de la plantación influye en su formación, pero este factor no es el único ya que también hay otros factores como los genéticos, ambientales o nutricionales que influyen en la floración (Arcila, 2003; Arcila, 2007).

Las plantas de seis años fueron las primeras en florecer, seguido de las de 8 y 10 años de edad. Pero, las de ocho y 10 años presentaron mayor cantidad de flores. Además, se encontró que la mayor concentración de flores ocurre en las ramas media e inferior de las plantas podadas, y la máxima floración ocurrió entre los meses de setiembre a noviembre del 2012. Estos resultados no son simples de explicar, ya que la floración en café abarca una compleja secuencia de eventos bioquímicos, fisiológicos y morfológicos, que son afectados por varios factores, como la temperatura, la luz, el suelo y la disponibilidad de agua, aire, la relación carbono-nitrógeno, carga frutal y el genotipo (Rena y Barros, 2004). A la fecha, no se comprende completamente los mecanismos fisiológicos asociados con los procesos de floración en el cultivo de café (Rena et al, 2001; Rena y Barros, 2004).

Efecto de la edad sobre el número, peso de frutos por rama y rendimiento.

El número y peso de frutos, fue afectado por la edad de plantación, obteniéndose la mejor respuesta en las plantaciones de ocho años de edad. Para el rendimiento, no se encontraron diferencias significativas (Tabla 4).

Considerando que el peso de frutos por planta está relacionado directamente con el número de frutos producidos por cada rama y nudo productivo, y por ende, con el número de flores, se esperaba un menor rendimiento en las plantas de seis años de edad por tener el menor número de flores (Tabla 4). Esto no fue así, y contrariamente a lo esperado, el rendimiento fue estadísticamente similar a las otras edades de plantación, pero el número de frutos/planta y el peso de frutos/planta fue estadísticamente diferente (Tabla 4), resultados que sugieren la pérdida de frutos en las plantas de mayor edad, por fenómenos diversos que en este ensayo no se estudiaron. Aunque existen reportes que señalan que algunas plantas cultivadas autorregulan su capacidad productiva como un mecanismo de supervivencia (Salisbury y Ross, 2000). Por otra parte, Cilas y Descroix (2004) señalan que problemas en el cuajado de frutos es la principal fuente de variación de la producción de café. Pero, en general, la poda en café incrementa el rendimiento, respuesta que puede estar asociada al vigor de la planta, a la buena capacidad de brotamiento, a la mayor reserva de carbohidratos en las hojas y ramas, a los efectos medioambientales y asimilación de nutrientes, como lo señalan Guimarães et al. (2002) y Thomaziolo y Pereira (2008).

CONCLUSIONES

La altura de poda a 60 cm presentó mayor capacidad de brotamiento, rebrotes de mayor longitud generándose, por lo tanto, un mayor desarrollo de área foliar y mayor número de ramas productivas.

Las plantas con poda respondieron positivamente a la fertilización en todas las parcelas evaluadas, con un rendimiento de 966 kg ha⁻¹ de café pergamino.

La edad de plantación influye en la poda de renovación de los cafetales, porque a menor edad de la plantación, estas responden rápidamente con la brotación y emisión de brotes y mayor número de ramas.

Los rendimientos fueron similares en las diferentes edades de plantación y con diferentes alturas de poda.

Los resultados aquí obtenidos pueden ser atribuibles a las características intrínsecas del sitio experimental (suelo, temperatura y precipitación,

entre otros) y a las características propias del sistema evaluado como son densidad de siembra, desarrollo de los árboles de sombra y homogeneidad de la cobertura, entre otros, y se sugiere ser tenidos en cuenta solamente para esta localidad.

AGRADECIMIENTOS

Al señor Héctor Centeno Avendaño, Gerente de la Finca Aroma de Montaña S.R.L. que aportó las parcelas experimentales y a la Junta Nacional del Café (JNC) por su apoyo.

LITERATURA CITADA

- Abreu, N.A.A. De., R.J. Guimarães, A.L. De Oliveira, S. De Oliveira, H.S. Vallone, e A.N.G. Mendes. 2005. Efeito de diferentes épocas nos tipos de podas em lavouras adensadas. Sistema Brasileiro de Informação do Café (SBICafé). Universidade Federal de Vicosa (UFV), Brasil.
- Alves, M.E.B., M.A. Faria, R.J. Guimarães, J.A. Muniz, e E.L. Silva. 2000. Crescimento do cafeeiro sob diferentes lâminas de irrigação e fertirrigação. Rev. Bras. Eng. Agríc. 4(2):219-225.
- Alves, J.D., e D.E. Livramento. 2003. Morfologia e fisiologia do cafeeiro. Vol.1. 49 p. Textos académicos. Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, Brasil.
- Arcila, P.J., y R.A. Jaramillo. 2003. Relación entre la humedad del suelo, la floración y el desarrollo del fruto del cafeto. Avances Técnicos Cenicafe N° 311:1-8. Cenicafe, Chinchiná, Colombia.
- Arcila, P.J., V.F. Farfán, B.A. Moreno, G.L. Salazar, y G.E. Hincapié (eds.). 2007. Sistemas de producción de café en Colombia. Cenicafe, Chinchiná, Colombia.
- Barros, R.S., M. Maestri, and B.A. Rena. 1999. Physiology of growth and production of the coffee tree - A review. Journal of Coffee Research 27(1):1-54.
- Bregagnoli, M., J.G.R. Valle Filho do, e F.C.R. Bregagnoli. 2009. Desenvolvimento vegetativo do cafeeiro recepado sob diferentes doses de P₂O₅ na forma de termofosfato e superfosfato simples. In VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. 02 a 05 de junho de 2009. Consorcio pesquisa Café, Vitória – Es, Brasil.
- Carvajal, J.F. 1984. Cafeto: cultivo y fertilización. 2a. ed. Instituto Internacional de la Potasa, Quito, Ecuador.
- Carvalho, L.M., J.I. Fahl, P.C.O. Triveling, and R.B. Queiroz-Voltan. 1999. Carbon isotope discrimination and gas exchange in coffee species grown under different irradiance re-

- gimes. Rev. Bras. Fis. Veg. 11:63-68.
- Cilas, Ch., and F. Descroix. 2004. Yield estimation and harvest period. p. 593-603. In J.N. Wintgens (ed.) Coffee: growing, processing, sustainable production: A guidebook for growers, processors, traders, and researchers. Wiley-VCH, Weinheim, Germany.
- Costa, A.R., R. Rezende, P.S.L. Freitas, J.A. Frizzone, and Ch. Júnior. 2010. Número de ramos plagiotrópicos e produtividade de duas cultivares de cafeeiro utilizando irrigação por gotejamento. Rev. Ciênc. Agron. 41(4):571-581.
- DaMatta, F.M., and N. Rodríguez. 2007. Producción sostenible de cafetales en sistemas agroforestales del Neotrópico: una visión agronómica y ecofisiológica. Agronomía Colombiana 25(1):113-123.
- DaMatta, F.M., C.P. Ronchi, M. Maestri, and R.S. Barros. 2007. Ecophysiology of coffee growth and production. Braz. J. Plant Physiol. 19(4):485-510.
- DaMatta, F.M., C.P. Ronchi, M. Maestri, and R.S. Barros. 2010. Coffee: environment and crop physiology. p. 181-216. In F.M. DaMatta (ed.). Ecophysiological of Tropical Tree Crops. Nova Science Publishers, Inc, New York, USA.
- Diniz, J.D.N., S.O. Gomes, R. Inneco, J.L. Almeida, and J.T.A. Costa. 2004. Avaliação dos efeitos da quebra da dominância apical e do BAP na multiplicação *in vitro* de *Heliconia stricta* Huber. Rev. Ciênc. Agron. 35:232-237.
- Fagundes, A.V., A.W.R. Garcia, and R.P. Reis. 2007. Determinação da melhor época de esqueletamento em lavouras de café. p. 17-18. In Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, 33. Trabalhos apresentados. 23 - 26 de Outubro. Lavras, Rio de Janeiro. MAPA/PROCAFÉ, Rio de Janeiro, Brasil.
- Fernandes, A.L.T., R. Santinato, L.C.D. Drumond, R.P. Silva, and C.B. Oliveira. 2001. Recuperação de lavoura cafeeira com 10 tipos de poda e 3 níveis de tecnologia, na região de Uberaba - Minas Gerais. p. 1873-1879. In Simposio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. 24 - 27 de Septiembre. EMBRAPA, Brasil.
- Fernandes, A.L.T., F. Santinato, R. Santinato, and V. Michelin. 2012. Condução das podas do cafeeiro irrigado por gotejamento cultivado no cerrado de Minas Gerais. Enciclopédia Biosfera 8(15):487-494.
- Fixen, P.E. 2009. Nutrient use efficiency in the context of sustainable agriculture. p. 1-10. In J. Espinosa, F. García (eds.). Proceedings of the Symposium Nutrient Use Efficiency. International Plant Nutrition Institute. XVIII Latin American Congress of Soil Science. November 16-20. San José, Costa Rica.
- Fournier, L.A. 1998. El cultivo del cafeeiro (*Coffea arabica* L.) al sol o la sombra: Un enfoque agronómico y ecofisiológico. Agronomía Costarricense 12(1):131-146.
- Guimarães, R.J., A.N.G. Mendes, and C.A.S. Souza. 2002. Podas do cafeeiro: épocas, tipos de podas, podas x adensamento da lavoura. p. 182-193. In R.J. Guimarães, A.G. Mendes, C.A.S. Souza (eds). Cafeicultura. Lavras, Brasil.
- Julca, A., L. Meneses, S. Bello, J. Anahui, R. Crespo, and E. Castañeda. 2009. Selección de fuentes naturales para la fertilización de café en el marco de una agricultura orgánica. INCA-GRO. UNALM-FDA-INIA-Café Perú-JNC, Lima, Perú.
- JNC. 2012. Propuesta de incremento de productividad para la cafeicultura peruana. Plataforma Nacional de la Sustainable Commodity Assistance Network (SCAN). Junta Nacional del Café (JNC), Lima, Perú.
- Leal-Varón, L.A., A. Salamanca-Jimenez, and S. Sadeghian-Khalajabadi. 2009. Pérdidas de nitrógeno por volatilización en cafetales en etapa productiva. Informaciones Agronómicas Cono Sur 4:1-4.
- Lehmann, J., I. Peter, C. Steglich, G. Gebauer, B. Huwe, and W. Zech. 1998. Below-ground interactions in dryland forestry. Forest Ecol. Manag. 111:157-169.
- Livramento, D.E., J.D. Alves, G.F. Bartholo, P.T.G. Guimaraes, M.M. Magalhaes, D.D. Fries, and T.A. Pereira. 2003. Influência da produção nos níveis de carboidratos e recuperação de cafeeiros após a recepagem. Revista Ceres 50(292):737-752.
- MINAGRI. 2013. Situación del mercado del café en grano. Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos, Lima, Perú.
- Oliveira, S., H.S. Vallone, R.J. Guimarães, G. Alvarenga, and C.M. Barbosa. 2002. Efeito de diferentes intensidades de decote e desponte na produção de cafeeiros adensados. p. 120. In III Simpósio de Pesquisa Cafeeira do Sul de Minas Gerais. Lavras, Brasil.
- Pereira, S.P., and R.L. Cunha. 2004. Caracterização fenológica e reprodutiva de cafeeiros em diversos espaçamentos, antes e após a poda. Tesis Mestrado em Fitotecnia. Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil.
- Pereira, S.P., R.J. Guimarães, G.F. Bartholo, P.T.G. Guimarães, and J.D. Alves. 2007. Crescimento vegetativo e produção de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) recepados em duas épocas, conduzidos em espaçamentos crescentes. Ciênc. Agrotec. 31(3):643-649.
- Reis, A. R., J.E. Furlani, S. Buzetti, and A. Andreotti.

2006. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. *Bragantia* 65:163-171.
- Rena, A.B., R.S. Barros, y M. Maestri. 2001. Desenvolvimento reprodutivo do cafeeiro. p. 101-128. In L. Zambolim (ed.) *Tecnologias de produção de café com qualidade*. Universidade Federal de Viscosa, Viçosa, Brasil.
- Rena, A.B., e R.S. Barros. 2004. Aspectos críticos no estudo da floração do café. p. 149- 172. In L. Zambolim (ed.) *Efeitos da irrigação sobre a qualidade e produtividade do café*. Universidade Federal de Viscosa, Viçosa, Brasil.
- Rendón, J.R., P.J. Arcila, y E.C. Montoya. 2008. Estimación de la producción de café con base en los registros de floración. *Cenicafé* 59(3):238-259.
- Rivera, R. 2006. Nutrición y fertilización de *Coffea arabica* en Cuba. En R. Rivera, y F. Soto (eds.) *El cultivo del café en Cuba. Investigaciones y Resultados*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.
- Sadeghian, K.S. 2008. Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía práctica. *Avances Técnicos Cenicafé* N° 32. Chinchiná, Colombia.
- Sadeghian, K.S. 2010. Fertilización: Una práctica que determina la producción de los cafetales. *Avances Técnicos Cenicafé* 391:1-8. Chinchiná, Colombia.
- Salisbury, F.B., y C.W. Ross. 2000. *Fisiología de plantas*. Edit. Paraninfo/Thomson Learning, Madrid, España.
- Shimizu-Sato, S., and H. Mori. 2001. Control of outgrowth and dormancy in axillary buds. *Plant. Phys.* 127(04):1405-1413.
- Shimizu-Sato, S., M. Tanaka, and H. Mori. 2009. Auxin-cytokinin interactions in the control of shoot branching. *Plant. Mol. Biol.* 69:429-435.
- Silva, A.M. da, G. Coelho, M.A. Faria de, P.A.M. Silva, P.T.G. Guimarães, M.R. Coelho, e G.S. Coelho. 2002. Avaliação da época de irrigação e da fertirrigação sobre a produtividade do café. *Rev. Eng. Agríc.* 22(1):33-42.
- Stewart, W.M., D.W. Dibb, A.E. Johnston, and T. Smyth. 2005. The contribution of commercial fertilizer to food production. *Agron. J.* 97:1-6.
- Stür, W.W., H.M. Shelton, and R.C. Gutteridge. 1994. Defoliation management of forage tree legumes. p. 147-157. In R.C. Gutteridge, and H.M. Shelton (eds.) *Forage tree legumes in tropical agriculture*. CAB Internacional, Wallingford, UK.
- Thomaziello, R.A., y S.P. Pereira. 2008. Poda e condução do cafeeiro arábica. *Boletim Técnico* N° 203. IAC. Campinas, Brasil.
- Toral, O.C., y J.M. Iglesias. 2007. Efecto de la poda en el rendimiento de biomasa de 20 accesiones de especies arbóreas. *Pastos y Forrajes* 30(3):341-355.
- Velasco, E., J. Verdecía, L. Rodríguez, y R. Medina. 2003. Desarrollo vegetativo de cafetos durante el primer año después de una poda baja a la sombra y a plena exposición solar. *Café Cacao* 4(1):19-23.
- Vilella, W.M.C., y M.A. Faria. 2003. Crescimento do cafeeiro submetido a diferentes cinco lâminas de irrigação e três parcelamentos de adubação. *Irriga.* 8(2):168-177.