

# Un sistema de mini beneficiado húmedo para pequeños productores de café, en Perú

Ulrike Krauss<sup>1</sup>  
André George<sup>1</sup>

**RESUMEN.** En el mundo cafetalero existe controversia sobre el beneficiado húmedo del café. Sus promotores destacan su efecto positivo en la calidad final del producto, la reducción de contaminantes y, por consiguiente, la disminución del riesgo de micotoxinas. Por el contrario, quienes se oponen aducen que no es apto para pequeños productores por el tiempo, la mano de obra e infraestructura requerida. Además señalan que durante la fermentación se da una pérdida de peso del grano y se contaminan las aguas efluentes. El objetivo de este trabajo fue la evaluación de un sistema de mini beneficiado húmedo en la selva oriental de Perú. Este sistema es sencillo y los agricultores lo pueden realizar en la propia finca, porque no requiere infraestructura especial. La cantidad de agua y mano de obra utilizada en el mini beneficiado no fue significativamente mayor a la usada en el beneficiado tradicional. Además el sistema evaluado facilitó el control de calidad del producto final, porque el método de selección por flotación que es parte del proceso, mejoró la detección de granos quebrados o cortados, “medio negros” y perforados por la broca (*Hypothenemus hampei*), con respecto al proceso de selección manual, determinándose diferencias estadísticas entre ambos métodos. La pérdida de peso durante el mini beneficiado húmedo se atribuyó a la digestión de mucílago adherido al pergamino y no al grano mismo. Este sistema fue rápidamente aprendido por los agricultores y no es muy sensible a errores durante la fermentación, pero sobre todo es adecuado para los productores de escasos recursos de la selva oriental peruana, quienes cosechan café lejos de los centros de acopio y tienen problemas para trasladarlo hasta los centros de beneficiado existentes, causando que el café se fermente y pueda contaminarse con microorganismos capaces de producir micotoxinas. No obstante, para motivar la aceptación de este tipo de beneficiado por parte de los productores, es necesario que los compradores ofrezcan incentivos para café de mejor calidad.

**Palabras clave:** Café, *Coffea arabica*, Beneficiado, Patología poscosecha, Control de calidad, Transferencia de tecnología.

**ABSTRACT. A system of mini-wet processing for coffee smallholders in Peru.** There is currently controversy in the coffee world over the wet processing of coffee. Its promoters emphasise its positive effect on the quality of the end product, the reduction of contaminants and, thus, the reduced risk of mycotoxins. In contrast, opponents claim that it is unsuitable for smallholders because of the time, labour and infrastructure required. Furthermore, they point out that during fermentation there is weight loss of the grain and contamination of the effluent waters. The objective of this study was the evaluation of a mini-wet fermentation system in eastern Peru. This system is simple and the farmers can carry it out on their own farms, because it does not require special infrastructure. The quantity of water and labour utilised in the mini processing system was not significantly greater than that used in traditional processing. Also the evaluated system facilitated quality control of the end product, because the flotation selection method that is part of the process, improved the detection of grains that were broken or cut, “half blacks”, and perforated by the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*), in comparison with the manual selection process; statistical differences were found between the two methods. Weight loss during the mini wet processing was attributed to the digestion of mucilage adhering to the parchment and not of the grain itself. This system is rapidly learnt by farmers and it is insensitive to errors during processing. But above all, it is suitable for resource-poor eastern Peruvian smallholders, who harvest coffee far from collecting centres and who have problems transporting it to existing processing centres, resulting in fermenting coffee that may be contaminated with microorganisms capable of producing mycotoxins. However, to encourage the acceptance of this type of processing by the growers, the buyers need to offer incentives for coffee of improved quality.

**Key words:** Coffee, *Coffea arabica*, Fermentation, Post-harvest pathology, Quality control, Technology transfer.

<sup>1</sup> Universidad Nacional Agraria de la Selva, Apdo 156, Tingo María, Perú. Dirección actual: CABIBioscience, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica. ukrauss@catie.ac.cr

## Introducción

El procesamiento poscosecha del café (*Coffea arabica*) incluye el despulpado, el beneficiado (fermentación) y el secado. El propósito del beneficiado es remover el mucílago que está adherido al pergamino (Villa 1990) y mejorar el aspecto estético del grano (Clarke 1985). Aunque el beneficiado no mejora la calidad del café, cualquier falla en esa etapa si afecta la calidad del producto.

Los residuos del mucílago guardan polvo y microorganismos y constituyen el principal sustrato para estos organismos (Figuroa 1990) por su alto contenido de azúcares (aproximadamente 3%) (Sivetz y Foote 1963). La remoción completa del mucílago también es necesaria para lograr un secado rápido y uniforme, lo cual previene el crecimiento de patógenos. Los contaminantes más comunes son bacterias ácido butíricas, coliformes y hongos como *Aspergillus* spp., *Colletotrichum* spp., *Epicoccum* sp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp., *Phomopsis* spp., *Rhizopus* spp. y levaduras del tipo *Torula* (Willbaux 1963). Las pudriciones poscosecha no solamente afectan el aroma y sabor del café, sino que producen micotoxinas peligrosas para la salud humana. En café de exportación, en ocasiones, se ha encontrado ochratoxina A, producida por *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp. (Ministry of Agriculture Fishery and Food 1995 y 1999, Paterson *et al.* 2001).

Generalmente se recomienda un beneficiado rápido, el cual debe iniciarse poco tiempo después de la cosecha. Este proceso debe ser completo pero no llegar a la sobrefermentación. El beneficiado común consiste en la fermentación natural del mucílago. Se han desarrollado métodos rápidos como la remoción mecánica o la remoción enzimática del mucílago. Sin embargo, estos métodos son caros y usualmente están fuera del alcance del pequeño productor (Figuroa 1990).

En cuanto a las fermentaciones naturales existen dos tipos: beneficiado húmedo y beneficiado seco. La mayoría de autores concuerdan que mediante el beneficiado húmedo se obtiene mejor calidad de cafés arábigos y, hasta cierto nivel, robustas, porque son menos susceptibles a problemas o errores durante el proceso (Asociación Nacional de Café 1985, Clarke 1985, Hernández 1988, Moschetto *et al.* 1996, Sivetz y Foote 1963, Suchon y Pongsak 1991, Vincent *et al.* 1977, Willbaux 1963). Además, el beneficiado húmedo acelera el secado subsecuente (Cléves 1995, Figuroa 1990), un factor importante en zonas húmedas como la selva peruana.

Por el contrario, los que se oponen a este tipo de beneficiado le atribuyen las siguientes desventajas: a) requiere mucha agua y contamina el ambiente con residuos orgánicos (Asociación Nacional de Café 1985, Blanco y Perera 1999, Clarke 1985, Echeverría y Cléves 1995); b) tiene una práctica empírica de microbiología y puede resultar en un proceso errático; además hace falta la selección e inoculación con microorganismos aprobados (Cléves 1995); c) demora más tiempo que el beneficiado seco, lo cual provoca pérdidas de peso seco por la prolongación de respiración y volatilización de sólidos (Cléves 1995, Willbaux 1963); e) requiere más mano de obra que el beneficiado seco (Puerta 1988, Willbaux 1963) y f) requiere de infraestructura, por lo cual no es apto para pequeños agricultores (Asociación Nacional de Café 1985, Cléves 1995, Figuroa 1990).

En la selva central de Perú existen centros de procesamiento poscosecha que utilizan el beneficiado húmedo convencional del café con resultados satisfactorios; y por su ubicación son accesibles a los agricultores (Figuroa 1990). En la selva oriental de este país, las fincas son más pequeñas y dispersas y el transporte del café en cereza a procesadoras centralizadas es difícil durante la estación lluviosa porque se producen derrumbes en los caminos y por el peligro de asaltos y robos, lo cual impide el tránsito en la carreteras rurales, en ocasiones hasta por varios días. Una procesadora centralizada de la Cooperativa Naranjillo Ltda., en Tingo María, Departamento de Huánuco, fue cerrada poco tiempo después de su instalación por falta de provisión regular del producto (Tomislavo Zeceovich, Gerente General, comunicación personal). Actualmente, los agricultores entregan el café en varias fases de fermentación espontánea, con o sin pulpa adherida, o café parcialmente secado (fermentación espontánea y variable, en seco). La separación de lotes y su procesamiento adecuado es una tarea imposible para la Cooperativa. En esta zona no existen máquinas para el control de calidad y las pérdidas poscosecha del café de exportación han sido estimadas entre 35% y 45% (Figuroa 1990).

En la cuenca del Alto Huallaga, en la zona oriental de Perú y como parte de un proyecto de cultivos alternativos y desarrollo sostenible, se realizó un estudio del sistema de producción en 50 fincas y se diseñó un plan de diversificación, determinándose que las plagas eran el factor más limitante de la producción (Evans *et al.* 1998, Krauss *et al.* 1999). Además se eva-

luó el procesamiento poscosecha en las fincas, cooperativas y centros de acopio de la zona y se identificaron los contaminantes más importantes (Krauss y Soberanis 2000).

Ante la problemática del procesamiento poscosecha del café, se buscaron sistemas que podrían adaptarse a las condiciones de la zona, identificándose un sistema de mini beneficiado húmedo en las Antillas Menores. En estas islas, el café es solamente una parte de un sistema diversificado de producción agropecuaria, en terrenos a veces menores de 0,5 ha. Los productores normalmente poseen solamente unas pocas plantas de café y procesan su cosecha en la finca, hasta la etapa de café tostado para la venta directa a los consumidores.

El objetivo de este trabajo fue la evaluación y transferencia de la tecnología del sistema de mini beneficiado húmedo de café utilizado en las Antillas Menores a la selva oriental de Perú.

## **Materiales y métodos**

### **Procedimiento general del mini beneficiado húmedo.**

El procedimiento general de este tipo de beneficiado se presenta en la figura 1, comparándolo con el beneficiado húmedo convencional y con el beneficiado tradicionalmente usado en la selva oriental de Perú.

Para el mini beneficiado húmedo se despulpó el café (variedad Caturra) utilizando una despulpadora manual. Las semillas con residuos de mucílago se depositaron en un balde plástico. También pueden utilizarse recipientes de aluminio o esmalte, pero no de hierro porque este mineral mancha la semilla y le da un sabor a herrumbre. Se agregó agua hasta que cubriera la semilla y se dejó fermentar en la sombra. La fermentación se considera completa cuando el mucílago se desintegra totalmente y al frotar las semillas hacen un sonido similar al de pequeñas piedras (Asociación Nacional de Café 1985, Clarke 1985, Villa 1990).

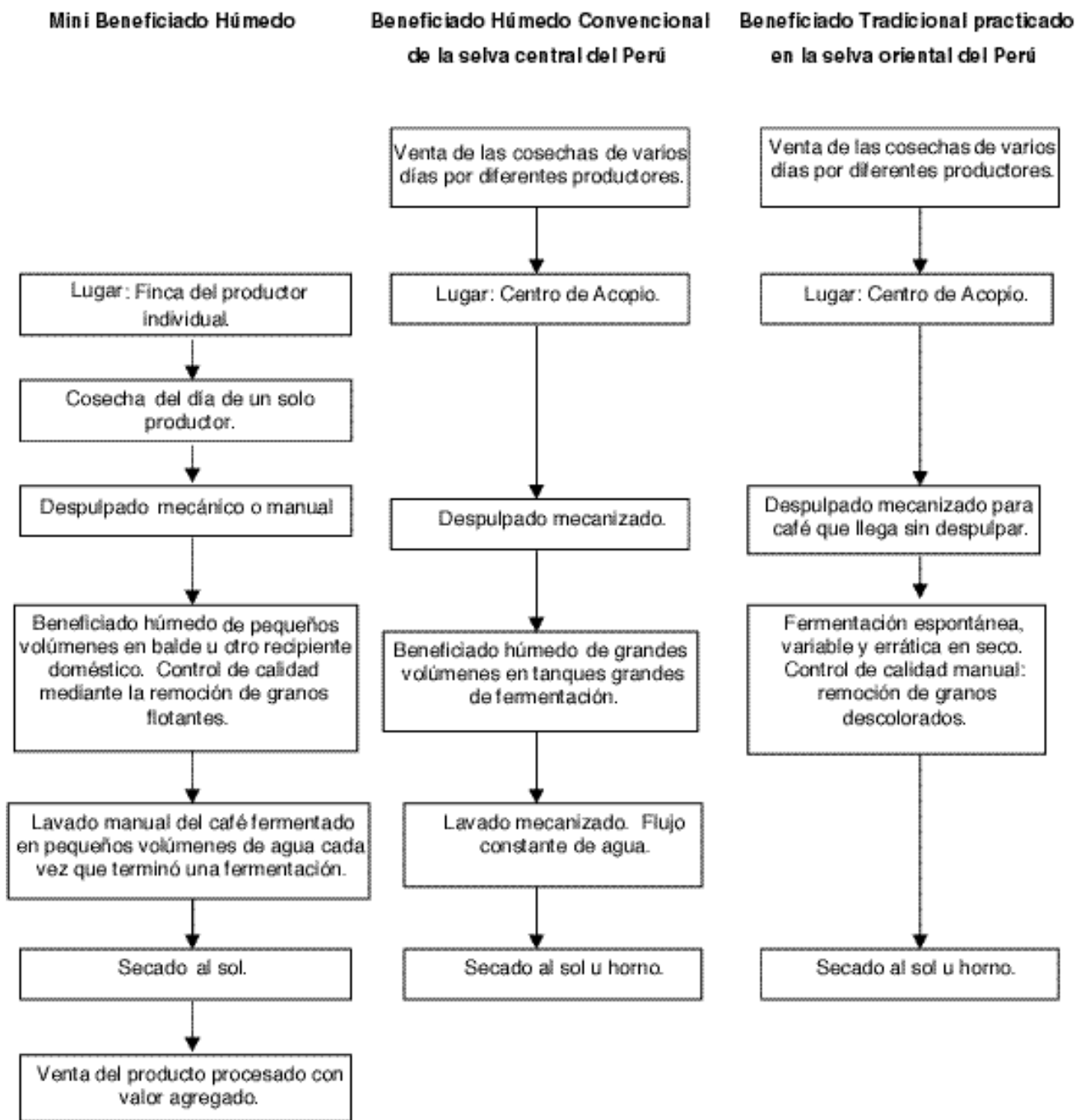
Posteriormente, las semillas se frotaron para quitar los últimos residuos del mucílago. La mezcla se coló y los granos de café se lavaron tres veces con agua limpia, hasta que el líquido vertido fuera claro. Durante el lavado, el nivel del agua en el recipiente fue de 2 cm sobre el nivel del café, con el propósito de detectar y remover las semillas flotantes. Después del lavado, el café se dejó secar al sol hasta llegar a 12% de humedad (aproximadamente una semana), según la recomendación dada para los otros métodos de beneficiado (Asociación Nacional de Café 1985, Cléves 1995, Figueroa 1990).

Las diferencias principales entre el sistema de mini beneficiado húmedo y el beneficiado húmedo convencional son: a) El mini beneficiado húmedo se realiza en fincas individuales mientras el convencional se realiza en centros de acopio. Por tanto, el primero de ellos permite procesar la cosecha fresca mientras que con el convencional, el café puede fermentarse durante el transporte al centro de acopio. b) Ambos beneficiados son por vía húmeda, pero solamente el mini beneficiado incluye como parte de su procedimiento, una etapa de control de calidad. c) El mini beneficiado húmedo está diseñado para procesar pequeños volúmenes de café, mientras en el convencional se manejan grandes volúmenes y requiere una infraestructura especial (tanques de fermentación, hornos de secado y un selector de granos).

El beneficiado húmedo convencional no es utilizado en la zona de Tingo María porque no es adecuado dado las condiciones del lugar, por tanto el mini beneficiado húmedo probablemente represente la única alternativa al beneficiado tradicional en seco.

**Evaluaciones en fincas.** En fincas de agricultores en Castillo Grande, Perú, se realizaron experimentos para evaluar el control de calidad y la pérdida de peso seco del café con el sistema de mini beneficiado húmedo comparándolo con el sistema seco, usado convencionalmente en estas fincas. Esta localidad está ubicada a 666 msnm, con precipitación promedio anual de 3000 mm, 24 °C y 81% HR.

**Evaluación de control de la calidad.** Se despulparon las cerezas de café y el beneficiado se inició en las primeras ocho horas después de la cosecha. Se recolectaron muestras de 250 ml, comenzando el día cero hasta el día tres (60 h), cuando la fermentación alcanzó su punto máximo. Se realizaron tres repeticiones de cada prueba. Cada muestra se lavó tres veces con 500 ml de agua. Se retiraron y contaron todas las semillas flotantes (granos vacíos) en la muestra, registrando por separado el número de semillas aparentemente sanas y las que presentaban daño visible. Luego se secó el café pergamino al sol. Las semillas lavadas y que no flotaron, se sometieron a una selección manual minuciosa. Se definió la pérdida total como la suma de semillas flotantes y semillas no flotantes eliminadas mediante la selección manual. La pérdida visible fue la suma de semillas descoloridas o deformes, independiente si flotaron o no. El porcentaje de pérdida de



**Figura 1.** Diagrama de flujo comparado el mini beneficiado húmedo (MBH) con el beneficiado húmedo convencional (BHC) de la Selva Central y el beneficiado tradicional espontáneo en seco de la selva oriental del Perú.

terminado por los dos métodos (flotación y selección manual) se comparó usando un modelo lineal generalizado para datos binomiales (porcentajes) usando el software Genstat 5 (Genstat 5 Committee of the Statistics Department of Rothamsted Experimental Station 1993).

Se realizó un análisis comercial de calidad del café pergamino en el Coffee Enterprises, Burlington,

VT, EEUU. Para esto se envió una muestra de 2 kg de café procesado mediante el mini beneficiado húmedo y una muestra del mismo peso preparado mediante el beneficiado tradicional, ésta última proporcionada por la Cooperativa Naranjillo, de Tingo María, Perú. Los resultados de ese análisis fueron comparados con la prueba <sup>2</sup>, según el número de granos (la mayoría de granos de café pergamino contenían dos semillas).

**Experimento de pérdida de peso seco.** Se utilizaron todos los granos de café de las muestras obtenidas en el tiempo y que pasaron los procesos de selección descritos anteriormente. Primero se pesó el café pergamino, posteriormente se eliminó el pergamino, el cual se pesó por separado. Finalmente, se pesó el café en verde (también llamado café oro). Los pesos se expresan con base en 1000 semillas.

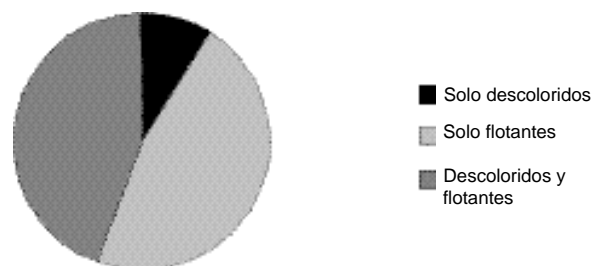
**Capacitación de agricultores y extensionistas.** Se ofreció una capacitación de un día a agricultores promotores y extensionistas, en la Cooperativa Naranjillo, impartida por el personal de esa empresa y los autores de este estudio. La actividad se inició con una charla sobre el procesamiento general del café, la cual tuvo una duración de 30 min, y se utilizaron ayudas audiovisuales. Después se utilizó la metodología “aprender haciendo” y los agricultores y extensionistas realizaron cada etapa del mini beneficiado húmedo, desde el despulpado hasta la prueba del secado completo. La Cooperativa proporcionó muestras de café (de cada etapa) procesadas con el beneficiado seco. Los extensionistas tuvieron la oportunidad de comparar el sabor del café tostado, preparado con el beneficiado tradicional y el del café procesado mediante el mini beneficiado húmedo.

## Resultados

En las visitas realizadas a las fincas de café a menudo se observaron pudriciones poscosecha. Los patógenos más comunes en café semiseco fueron *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp.; los cuales se encontraron en todas las fincas, pero el problema fue mayor en las que no se practicaba ningún beneficiado y el café se secaba con mucílago adherido al pergamino. En las fincas donde se fermenta el café en cereza (en seco), además estaban presentes *Fusarium* spp. y *Rhizopus* spp. No obstante, las pudriciones poscosecha no fueron consideradas un problema por los extensionistas ni agricultores.

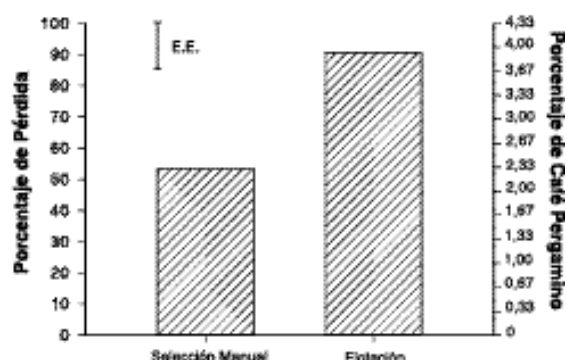
Una de las desventajas que se han atribuido al mini beneficiado húmedo de café es la cantidad de agua requerida. En este estudio, el procesamiento de café mediante este método requirió 47 L de agua/kg de café verde; sin embargo, el exceso de agua se debió a que se procesaron muchas muestras de bajo volumen. En evaluaciones donde se procesó mayor volumen de café, se requirió menos de 30 L de agua/kg de café verde.

**Control de calidad de café pergamino.** La pérdida total en la muestra de café pergamino fue de 4,33%, de la cual 2,31% fueron granos con daños obvios y 3,92% granos vacíos; el 1,92% de los granos mostraron ambos tipos de daño (Fig. 2).



**Figura 2.** Proporción de granos vacíos de café, granos descoloridos y granos vacíos y descoloridos (café pergamino).

La selección manual permitió detectar 53,4% de la pérdida total, que corresponde a 2,31% del total de granos descoloridos (Fig. 3). Con el método de flotación se detectó 90,5% de la pérdida total (2,92% de granos); no obstante, este método no fue tan eficiente para la detección de granos descoloridos de alto peso específico. Solamente 44,4% de las pérdidas (1,92% del total de granos) mostraron ambos daños y fueron detectados por ambos métodos sin diferencia. El método de flotación fue significativamente mejor en cuanto a la detección de granos dañados ( $P < 0,05$ ) (Fig. 3). No se observaron variaciones de la eficiencia de detección en el transcurso del tiempo por pérdida total ( $F = 0,01$ ,  $gl = 3$ ) o vacíos ( $F = 0,29$ ,  $gl = 3$ ).



**Figura 3.** Comparación de métodos de selección manual (proceso tradicional) y por flotación (mini beneficiado húmedo) en cuanto a su eficiencia en la detección de daños en café pergamino.

De acuerdo al análisis comercial realizado, la selección de granos dañados mediante el método de flotación, realizado como parte del proceso de mini beneficiado húmedo fue mejor que la selección manual usada con el método convencional, en este caso realizado por la Cooperativa (Cuadro 1). Con el mini beneficiado húmedo y procesando el producto hasta obtener café pergamino, no se detectó el 0,9% de pérdidas totales, mientras que con el método manual no se detectó el 4,59% de los granos considerados como pérdidas totales. Esta diferencia de un factor cinco fue altamente significativa ( $P < 0,001$ ). El mini beneficiado redujo significativamente la incidencia de semillas “quebradas o cortadas” y “medio negras”, y la presencia de granos con daño causado por broca (*Hypothenemus hampei*) fue 50% menor que en el café sometido a selección manual, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa. La broca infesta el café en el campo y cualquier reducción del daño por broca durante el proceso poscosecha se debe a la selección y no la infestación original. Los daños “cascarilla”, “completamente negros” e “inmaduros” fueron demasiado bajos para un análisis estadístico. No se obtuvieron datos organolépticos debido a una falla técnica, durante el tostado del producto, como parte del análisis de calidad.

**Pérdida de peso seco.** Durante las 60 h de fermentación, el café pergamino perdió una cantidad significativa de peso ( $3,37 \pm 1,62$  g /1000 semillas o 2,6% con respecto al peso del café en verde). La mayor pérdida de peso ocurrió durante la etapa inicial de la fermentación (Fig. 4). No obstante, no se determinaron cam-

bios significativos en el peso del café en verde durante las 60 h de la fermentación. El pergamino también experimentó una pérdida drástica de peso ( $3,94 \pm 0,42$  g/1000 semillas en 60 h) lo cual explica la pérdida de peso del café pergamino. En este caso, la pérdida fue mayor durante las primeras 24 h, lo cual coincide con la curva de pérdida de peso del café pergamino (Fig. 4).

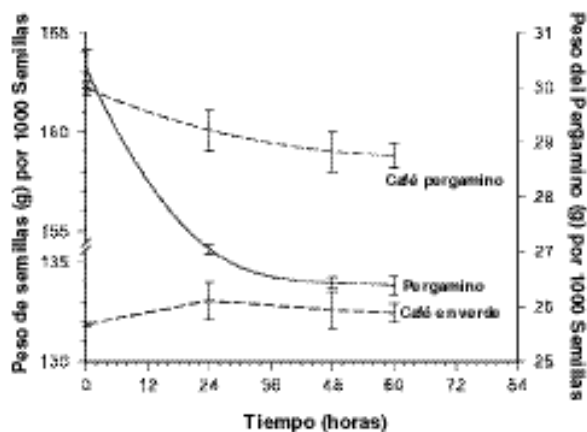
**Capacitación de agricultores y extensionistas.** Al inicio de la fase de capacitación la Cooperativa tenía objeciones al uso del sistema de mini beneficiado húmedo debido a malas experiencias en la zona con el beneficiado húmedo centralizado. Además la gerencia consideraba que un proceso descentralizado podía ser difícil para la mayoría de agricultores y provocar aún más variabilidad en la calidad del producto. Sin embargo, ellos organizaron los talleres de capacitación para sus socios. Después de la capacitación práctica, todos los agricultores manifestaron sentirse preparados para realizar el mini beneficiado húmedo correctamente. La evaluación realizada por los facilitadores de la capacitación confirmó que los productores sabían realizar el proceso. Ellos no consideraron un problema el requerimiento extra de mano de obra que tiene este sistema de beneficiado, y su única preocupación fue la posible pérdida de peso del grano, la cual reduciría sus ganancias. Todos los participantes consideraron la importancia de recibir un incentivo por calidad del producto cuando se utiliza el sistema mini beneficiado húmedo. El grupo de agricultores solicitó más capacitación en el proceso antes de la siguiente cosecha para tener mayor experiencia en el proceso.

**Cuadro 1.** Porcentaje de detección de daños en granos de café mediante el análisis comercial de café verde.

Tipo de daño	Método de selección		2	P
	Flotación (Mini beneficiado húmedo)	Manual (Proceso tradicional)		
Quebrados/cortados	0,37	1,37	10,97	0,001
Cascarilla	0,00	0,26	na <sup>1</sup>	Na
Causado por broca	0,26	0,53	1,73	ns <sup>2</sup>
Medio negros	0,16	2,11	31,86	0,001
Completamente negros	0,11	0,00	na	
Inmaduros	0,00	0,42	na	
Total	0,90	4,69	48,92	0,001

<sup>1</sup>na, no aplica; los números bajos no permiten un análisis <sup>2</sup>.

<sup>2</sup>ns, no significativo.



**Figura 4.** Cambios del peso seco de café pergamino, café en verde (eje y izquierda, línea interrumpida) y el pergamino solo (eje y derecha, línea continua) durante el mini beneficiado húmedo de café (variedad Caturra).

## Discusión

La sostenibilidad de los sistemas de producción diversificados dependen no solo del rendimiento de los cultivos, sino también de los precios de éstos y, por lo tanto, de su calidad. Las pudriciones poscosecha en café causan pérdidas directas de 35-45% de la producción (Figuroa 1990), además reducen la calidad del producto. En la zona donde se realizó este estudio, Krauss y Soberanis (2000) habían determinado que no existía conocimiento de la importancia de la patología poscosecha en café y recomendaron capacitar a técnicos y agricultores sobre esta problemática.

El beneficiado húmedo favorece la presencia de una microflora antagonista a hongos que producen micotoxinas (Paterson *et al.* 2001). El sistema de mini beneficiado húmedo en fincas evita el problema de la fermentación espontánea, mejora el proceso de selección de granos de calidad y acelera el secado, algo muy importante en una zona tan lluviosa, y quizás el factor clave para evitar la acumulación de micotoxinas (Paterson *et al.* 2001). Por tanto, se considera que las ventajas de este tipo de beneficiado superan las desventajas.

**Consideraciones ambientales.** En el beneficiado húmedo centralizado se usan entre 25 y 65 L de agua/kg de café verde si el agua no es reciclada, pero si ésta es reciclada, el volumen requerido disminuye, siendo aproximadamente de 10 L/kg de café verde (Blanco y Perera 1999). En Perú, Figuroa (1990) reportó que en el lavado de café pergamino se utilizan 100 L agua/ kg

de café; por lo cual el volumen de agua requerido para el mini beneficiado húmedo es menor al señalado por Figuroa (1990) y similar a los utilizados en el beneficiado húmedo a gran escala en otros países. Aunque el agua utilizada es contaminada con residuos orgánicos, es probable que sea menos problemático para el ambiente verter pequeños volúmenes en las fincas, que hacerlo en grandes volúmenes, como ocurre durante la época de cosecha del café, con el beneficiado centralizado. Según Matuk *et al.* (1997) las aguas efluentes del lavado de café fermentado en tanques de 50 L de capacidad, tienen una demanda química de oxígeno (DQO) de 2500 ppm. A una dilución de 1:10, están bajo el nivel considerado como dañino para microcrustáceos acuáticos altamente sensibles, de acuerdo a este mismo autor.

En muchos de los beneficios, la pulpa de café es considerada un desecho, pero en las fincas puede ser utilizada como fertilizante biológico o para la producción de ensilaje o productos secos para la alimentación de animales (Echeverría y Cléves 1995). Por ejemplo, en Sudáfrica, se recomendó la devolución de la pulpa de café de los beneficios a las fincas para su aprovechamiento y disminuir los efectos en el ambiente. El mini beneficiado húmedo tiene la ventaja de que evita la concentración de un subproducto donde no es aprovechado.

El peso del café en verde es entre el 18 y 23% del peso del café cereza (Blanco y Perera 1999, Chávez y Suárez 1997) y por tanto, el transporte de café en verde resulta más económico y amigable al ambiente.

Para el secado de café pergamino al sol se requiere un área considerable, dado que la cantidad máxima de café que puede secarse por metro cuadrado es 10-15 kg (Figuroa 1990). Por los volúmenes que se procesan durante la cosecha, los beneficios muchas veces deben utilizar leña para secar el café (Blanco y Perera 1999), mientras en las fincas, el volumen de café a procesar sería mucho menor y se podría utilizar el secado al sol. Por tanto, desde el punto de vista ambiental, el mini beneficiado húmedo puede ser una mejor opción que el beneficiado centralizado.

**Control de calidad versus inversión de mano de obra y tiempo.** A pesar del alto costo de la mano de obra, la selección manual del café sigue siendo el método más usado para la eliminación de granos defectuosos y material extraño y asegurar la uniformidad de los granos. Con el sistema de mini beneficiado húmedo se logró

detectar mayor porcentaje de granos dañados que con la selección manual minuciosa. Esto es muy importante debido a las exigencias de los mercados; por ejemplo, según la FDA, EEUU, en café importado el daño por insectos no debe superar 10%. Aunque existen máquinas sofisticadas para la selección de granos, éstas no son utilizadas en la zona donde se realizó el estudio y dado los volúmenes de café procesado, no se justifica su adquisición (Clarke 1985). Sivetz y Foote (1963) evaluaron un método simple para la selección de café cereza en beneficios, aprovechando la flotación. Sin embargo, concluyeron que el proceso no fue satisfactorio por la gran variabilidad de café cereza y propusieron el uso combinado de flotación y selección manual para eliminar la mayoría de daños.

En café pergamino, la flotación como método de selección resulta muy eficiente debido a que la variabilidad es mucho menor que en café cereza. El porcentaje de granos dañados detectados por la flotación (más del 90%) lo hace un método muy confiable (Fig. 2 y 3). Esto se confirmó mediante el análisis comercial de calidad, pues el porcentaje de granos con daño no detectado fue muy bajo (0,9%), y mucho menor que el no detectado mediante el proceso manual (4,69%), a pesar de que éste último requiere mucho más tiempo. Este ahorro de mano de obra compensa la requerida en otras etapas del sistema de mini beneficiado húmedo.

Cléves (1995) señaló que una desventaja del beneficiado natural es su microbiología mal definida y recomendó la selección de microorganismos benéficos y la inoculación de los fermentadores con los mismos. La microflora natural de las cerezas y de los microorganismos en el agua influyen en la fermentación. El riesgo de una mala fermentación es mayor cuando se usan aguas alcalinas (Willbaux 1963). Este mismo autor apunta que las bacterias coliformes inhiben las bacterias lácticas, las cuales juegan un papel importante en la fermentación. El agua de pozo en Castillo Grande no es potable; la zona carece de un sistema de desagüe y se encuentra en una zona de inundación regular. A pesar de la mala calidad del agua, no se presentaron microorganismos nocivos y cada fermentación fue realizada de manera adecuada, utilizando una tecnología muy básica. El riesgo de una mala fermentación es mucho menor en las zonas productoras donde la calidad de agua (de quebradas o lluvias) es mejor.

Bajo las condiciones de la zona, la fermentación mediante el mini beneficiado húmedo requirió 60 h. Suchon y Pongsak (1991) recomendaron un periodo de aproximadamente 24 h para el beneficiado húmedo de la variedad Caturra. Sin embargo, el tiempo requerido para el beneficiado depende de la altura, por su efecto en la temperatura ambiental (Hernández 1988, Sivetz y Foote 1963) y en el pH natural del mucílago (Asociación Nacional del Café 1985), de la concentración de enzimas pectolíticas del mucílago, el grosor del mucílago (Sivetz y Foote 1963) y por lo tanto, de la variedad, de la madurez del café y el tiempo entre la cosecha y el despulpado (Villa 1990) y del pH y la calidad del agua, la cual es afectada por las condiciones de limpieza de la instalación, y puede variar entre 6 y 72 h (Sivetz y Foote 1963). En muchas ocasiones la fermentación requiere entre 48 y 60 h (Willbaux 1963). En Guatemala, Hernández (1988) reportó periodos hasta de 80 h. En Perú, Figueroa (1990) consideró que el periodo normal para la fermentación de café es de 24-36 h, pero adujo que el proceso puede ser mayor de 40 h en zonas con aguas alcalinas, como es el caso del agua usada en este estudio. Las aguas de Castillo Grande son altamente alcalinas debido a la roca madre de dolomita (carbonato de calcio). Al final de la fermentación, la masa tiene un pH de aproximadamente 4,0 (Cléves 1995, Hernández 1988) que es más bajo que el beneficiado seco (Willbaux 1963). Por tanto, este mismo autor afirmó que la fermentación con agua ocupa más tiempo que la fermentación en seco. Un nivel bajo de pH, al terminar el proceso de fermentación ofrece mayor protección contra mohos.

Es importante destacar que las tinas o recipientes que los agricultores usaron para el beneficiado estaban muy limpias, mientras que en las instalaciones industriales usualmente se encuentran microorganismos de fermentaciones anteriores (Willbaux 1963). La falta de inóculo inicial, probablemente demoró más el proceso en el mini beneficiado húmedo.

**Pérdida del peso.** Existe mucha controversia sobre la pérdida de peso durante el beneficiado. Los autores que afirman que usando este sistema se da una pérdida de peso, la cual atribuyen a la respiración de la semilla del café y/o la difusión de gases (Willbaux 1963). Carbonell y Vilanova (1952) determinaron hasta 9% de pérdida de peso seco en café en verde después de 44 h. La tasa de pérdida se aceleró con el tiempo. Foote *et al.* citados por Cléves (1995) informaron pérdidas



altamente variables (0,4% y 6%) después de 40 h en diferentes experimentos. Por otro lado, la Asociación Nacional del Café de Guatemala (1985) no encontró una pérdida de peso seco en la fermentación natural y concluyó que si hay pérdida, ésta no es mayor al 1%. Estos resultados más bien sugieren que cambios de peso informados por algunos autores pueden deberse al efecto de la remoción incompleta del mucílago del pergamino.

En esta evaluación no se registró pérdida de peso seco de café verde (var. Caturra) durante las 60 h de fermentación con el mini beneficiado húmedo. Más bien, el peso de residuos del mucílago que estaban pegados al pergamino se redujo. Mientras Carbonell y Vilanova (1952) informaron un tasa acelerada de pérdida, en este estudio se redujo la tasa de pérdida de peso del mucílago. Eso sugiere que la pérdida de peso seco de café de la variedad Caturra procesado mediante el mini beneficiado húmedo en Perú no es importante.

**Aceptación del mini beneficiado húmedo por los productores de café.** El mini beneficiado húmedo es un método sencillo, que no requiere inversión de dinero ni de mano de obra adicional porque agiliza la selección de granos de calidad. El tiempo requerido por este método de beneficiado no representa una desventaja porque acelera el secado posterior del café. Los productores y la cooperativa aceptaron el mini beneficiado húmedo y la única preocupación mencionada por ellos fue la pérdida de peso del grano.

A pesar de que la capacitación ofrecida fue muy corta, esta actividad mejoró el conocimiento de los participantes sobre la importancia de las enfermedades poscosecha en este cultivo y sobre el nuevo sistema de beneficiado. Sin embargo, si se implementa este tipo de beneficiado a mayor escala, es necesario ofrecer más talleres de capacitación práctica antes de la siguiente cosecha. Además, los agricultores esperan obtener un precio mayor por el café de mejor calidad procesado mediante el mini beneficiado húmedo. Un incentivo financiero basado en la calidad del producto eliminaría la preocupación de los agricultores por la pérdida de peso.

## Conclusiones

El mini beneficiado húmedo es una tecnología que se adapta a las condiciones de los pequeños productores de café en la selva oriental de Perú. Este tipo de be-

neficiado no es muy sensible a la calidad del agua y aunque la fermentación requiere 60 h, no ocurren pérdidas de peso del grano. El incremento en la cantidad de mano de obra requerida con respecto a otros métodos, es compensada con la facilidad y mejoras en la selección del grano, y por consiguiente en la calidad del producto final. El café de mejor calidad debe tener una compensación económica para el agricultor, lo cual además motivaría la adopción de este método. Una ventaja del sistema de mini beneficiado húmedo es su sencillez, lo cual hace que su aprendizaje sea rápido y fácil. Una de las ventajas de este sistema de beneficiado es que puede ser realizado por el agricultor en su propia finca, aún en pequeños volúmenes, lo cual reduce la cantidad de agua efluente, facilita el aprovechamiento de la pulpa de café en la misma finca, y reduce los problemas de transporte hasta los centros de acopio, todas consideraciones que lo hacen ambientalmente más adecuado. Pero quizás uno de los beneficios más importante de este sistema es que puede realizarse muy poco tiempo después de la cosecha, lo cual reduce los problemas con patógenos poscosecha que producen toxinas nocivas para la salud de los consumidores.

## Agradecimientos

Este estudio se realizó como parte de un proyecto de diversificación y desarrollo sostenible, financiado por CICAD/OEA y USDA-ARS y manejado por CABI Bioscience. A la Cooperativa Naranjillo Ltda y a los colegas en CABI Bioscience, CATIE y UNAS que aportaron ideas valiosas, especialmente a Ghiselle Alvarado, Peter Baker, Adolfo Martínez, Mendis Paredes, Whilly Soberanis y Tomislavo Zeceovich.

## Literatura citada

- Asociación Nacional del Café. 1985. Manual de Beneficiado del Café. Guatemala. p. 123.
- Blanco, JM; Perera H, CM. 1999. Dilemas de la Reconversión del Beneficiado de Café en Centroamérica. San José, Costa Rica, Biomass User Network, Latin American Office. p. 46.
- Carbonell, RJ; Vilanova, MT. 1952. Beneficiado rápido y eficiente del café mediante el uso de soda cáustica. Santa Tecla, El Salvador, Ministerio de Agricultura y Ganadería Centro Nacional de Agronomía. Boletín Técnico no. 13.
- Chávez, M; Suárez, F. 1997. Manual Práctico de Caficultura Ecológica. Piura, Perú, Programa Integral para el Desarrollo del Café (PIDECAFÉ). p. 31.
- Clarke, RJ. 1985. Green Coffee Processing. In Coffee Botany, Biochemistry and Production of Beans and Beverage. Clifford, MN; Willson, KC. Ed. Londres, Croom Helm. p. 230-250.
- Cléves, R. 1995. Desmucilaginado mecánico versus fermentación natural. In Tecnología en Beneficiado de Café. San José, Costa Rica, Tecnicafé Internacional. p. 45-54.

- Echeverría, O; Cléves, R. 1995. Beneficiado ecológico del café. *In* Tecnología en Beneficiado de Café. San José, Costa Rica, Tecnicafé Internacional. p. 36-44.
- Evans, HC; Krauss, U; Ríos, R; Zeceovich, T; Arévalo, E. 1998. Cocoa in Peru. *Cocoa Growers' Bulletin* 51:7-22.
- Figuerola, R. 1990. La Caficultura en el Perú. Lima, Perú, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. p. 234.
- Genstat 5 Committee of the Statistics Department of Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Hertfordshire, U. K. 1993. Genstat 5, Release 3, Reference Manual, Nueva York, Oxford Univ.
- Hernández, M. 1988. Manual de Caficultura. Guatemala, Asociación Nacional de Café. 247 p.
- Krauss, U; Figuerola, R; Johanson, A; Arévalo, E; Anguiz, R; Cabezas, O; García, L. 1999. *Musa* clones in Peru: classification, uses, production potential and constraints. *InfoMusa* 8 (2):19-26.
- Krauss, U; Sobernis, W. 2000. Control de pudriciones de poscosecha con extracto de mashua (*Tropaeolum tuberosum*). *Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica)* 57:23-28.
- Matuk, V; Puerta Q, GI; Rodríguez V, N. 1997. Impacto biológico de los efluentes del beneficio húmedo del café. *Cenicafé (Colombia)* 48(4):234-252.
- Ministry of Agriculture Fishery and Food (MAFF) 1995. Surveillance for ochratoxin A in retail coffee products. MAFF UK Food Surveillance Information Sheets 73, [www.maff.gov.uk/food/infosheet/1995/no73/73oacoffee/](http://www.maff.gov.uk/food/infosheet/1995/no73/73oacoffee/)
- Ministry of Agriculture Fishery and Food (MAFF) 1999. Food surveillance. Ochratoxin A – 1998 Survey of retail products. Bulletin 111, [www.foodstandards.gov.uk/maff/archive/food/bulletin/1999/24/06/1999tm](http://www.foodstandards.gov.uk/maff/archive/food/bulletin/1999/24/06/1999tm)
- Moschetto, D; Montagnon, C; Guyot, B; Perriot, JJ; Leroy, T; Eskes, AB. 1996. Studies on the effect on cup quality of *Coffea canephora*. *Tropical Science* 36:18-31.
- Paterson, RRM; Baker, PS; ven der Stegen, GHD. 2001. Ochratoxin A in coffee. *In* Coffee Futures. Cali, Colombia, Cenicafé-CABI. p. 16-25.
- Puerta, GI. 1988. El café verde y su características. *In* La Calidad de Café Verde: Composición, Proceso y Análisis. Puerta, GI; Quiceno, AL; Zuluga, J. Eds. Colombia, CENICAFE. p. 1-55.
- Sivetz, M; Foote, HE. 1963. Coffee Processing Technology: Fruit - Green, Roast, and Soluble Coffee. Westport, Connecticut, AVI. v.1.
- Suchon, N; Pongsak, A. 1991. Coffee liquor quality by comparing dry and wet processing. *Journal of Agricultural Research and Extension (Tailandia)* 8:1-9.
- Villa A, JL. 1990. Cosecha y beneficiado del café. *In* El Cultivo del Cafeto en México. Veracruz, México, Instituto Mexicano de Café. p. 193-212.
- Vincent, JC; Guenot, MC; Perriot, JJ; Guele, D; Hahn, J. 1977. Influence de différents traitements technologiques sur les caractéristiques chimiques et organoleptiques des cafés Robusta et Arabusta. *In* International Scientific Colloquium on Coffee, ASIC (8, 1977). p. 271-283.
- Willbaux, R. 1963. Coffee Processing. FAO Informal Working Bulletin 20.