

EL MANEJO DE EFLUENTES EN EL BENEFICIADO DEL CAFE EN COSTA RICA

Rolando Vásquez Morera
Instituto del Café de Costa Rica

1. RESUMEN

En Costa Rica, la economía ha estado sustentada desde sus inicios en la agricultura y dentro de ésta, el café ha sido el cultivo de mayor importancia económica y social, asociándose al mismo históricamente a la democracia económica de esta nación.

Costa Rica, nación conocida como productora de un excelente café, se enfrenta hoy día al reto de seguir produciendo y beneficiando sus cafés lavados sin contaminar el agua empleada en el beneficiado húmedo.

La conciencia conservacionista creciente en el ámbito nacional como internacional determinan nuestra obligación y nuestro compromiso de desarrollar una tecnología adecuada para tratar los 330 kilogramos de Demanda Química de Oxígeno generada por cada tonelada de café verde elaborado en el beneficiado húmedo convencional.

Ese compromiso llevó al sector cafetalero y a 4 instituciones públicas a suscribir un convenio para ser implantado en 4 etapas, cuya meta final es disminuir la contaminación generada por el beneficiado húmedo del café en un 80 %.

Ese convenio establece como obligatorias diversas prácticas, las cuales involucran importantes cambios en el proceso de beneficiado - tecnología limpia - así como tratamientos orientados a la remoción de sólidos gruesos y suspendidos, dejándose la tarea de la remoción de sólidos disueltos al tratamiento anaerobio.

La toma de conciencia creciente, la generación de nuevas tecnologías y la voluntad de nuestra sociedad están determinando que abandonemos la concepción negativa de manejo de desechos del café y visualicemos los mismos como valiosos subproductos. Esta forma de enfrentar el problema es de gran importancia en la solución del mismo.

La empresa de la descontaminación de las aguas residuales del café es una tarea muy difícil y su éxito está asociado por partes iguales a la determinación local para el cambio como al mercado, donde consumidores concientes y exigentes sepan retribuir con mejores precios los esfuerzos que emprende este país por llevar al mercado café producido con técnicas amigables para el ambiente.

2. IMPORTANCIA DEL CAFÉ EN COSTA RICA

Costa Rica es un país cuya economía ha estado sustentada históricamente en la agricultura y dentro de ésta, el café ha sido el cultivo de mayor importancia económica y social.

La depresión de los precios de los últimos años desplazó al café a un segundo lugar en generación de divisas dentro del agro, permitiendo al banano ocupar por primera vez en la historia el primer lugar.

En el período 1990-1994, época de precios deprimidos para la caficultura mundial el café en Costa Rica tuvo, una participación promedio en el Valor Bruto de la Producción Agropecuaria de un 13.64 %.

Para ese mismo período el café representó un 13.54 % del valor F.O.B. de las exportaciones costarricenses.

El café desempeñó en el pasado y desempeña en el presente un papel de capital importancia en la economía de nuestro país y el mismo ha sido asociado históricamente a la democracia económica de esta nación.

Es muy conocida la frase de un exmandatario costarricense quien décadas atrás señaló que su mejor Ministro de Hacienda era una buena cosecha de café vendida a un buen precio, agregaríamos ahora.

3. CONTAMINACION POR EL BENEFICIADO HUMEDO CONVENCIONAL DEL CAFE

3.1 Antecedentes

Costa Rica, nación conocida como productora de un excelente café, se enfrenta hoy día al reto de seguir produciendo y beneficiando sus cafés lavados de muy buena calidad sin contaminar el agua empleada en el beneficiado húmedo.

La conciencia conservacionista creciente en el ámbito nacional como internacional determinan nuestra obligación y nuestro compromiso de desarrollar una

tecnología adecuada que nos permita tratar los 330 kilogramos de Demanda Química de Oxígeno generada por cada tonelada de café verde elaborado en el beneficiado húmedo convencional.

El hecho de que en la Gran Área Metropolitana, donde habita el 50 % de la población costarricense - 1.5 millones de personas -, solo el café produjera hace 4 años - antes de implementar el programa de descontaminación - una contaminación equivalente a la que produce una población de 6 millones de personas refleja la gravedad del problema y la necesidad imperiosa del cambio

En el beneficiado húmedo del café se generan tres diferentes contaminantes cuales son las aguas de despulpado, las aguas de lavado y la pulpa cuando la misma es vertida a los ríos.

Investigaciones nuestras establecen que la pulpa de café puede perder hasta un 26 % de su peso seco mientras es transportada fuera del beneficio. Esa pérdida de peso seco no solo es una importante fuente de contaminación sino que también representa un gran empobrecimiento de la misma, lo que limita seriamente su uso futuro. Hemos determinado que las aguas de despulpado en el beneficiado húmedo convencional aportan una carga contaminante de 160 gramos de D.Q.O. por kilogramo de café verde.

Otra de las fuentes de contaminación es el lavado de las mieles que rodean la semilla del café, operación que debe ser realizada previo al secado. Las aguas de lavado aportan 170 gramos de D.Q.O.

El beneficiado húmedo de un kilogramo de café verde provoca, mediante la generación de las aguas de lavado y de despulpado, una contaminación equivalente a la generada por 5.6 personas adultas por día.

La tercera forma de contaminación puede ser causada por el vertido de la pulpa o de fracciones de ella a las fuentes de agua y de producirse sería la más importante.

La toma de conciencia creciente, la generación de nuevas tecnologías y la voluntad de nuestra sociedad está determinando que abandonemos la concepción negativa de manejo de desechos del café y visualicemos los mismos como valiosos subproductos. Esta forma de visualizar el problema es de gran importancia en la solución del mismo.

4. CONVENIO INTERINSTITUCIONAL PARA LA DESCONTAMINACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DEL BENEFICIADO DEL CAFE

4.1 Formulación del Convenio Inter-institucional

La situación atrás señalada llevó al Instituto de Café de Costa Rica por medio de sus Centro de Investigaciones en Café a proponer un programa de descontaminación, el cual fue acogido por cuatro instituciones públicas convirtiéndose en un Convenio de Cooperación entre estas instituciones.

El Convenio en mención plantea un programa a ser realizado en 4 etapas cuya meta más importante es reducir la contaminación generada por esta agroindustria en un 80 %. El mismo establece como obligatorias diversas prácticas, las cuales involucran cambios importantes en el proceso de beneficiado - tecnología limpia - así como tratamientos orientados a la remoción de sólidos gruesos y suspendidos, dejando la tarea de la remoción de sólidos disueltos al tratamiento anaerobio.

Seguidamente aparecen las etapas previstas en el Convenio:

ETAPA I

REDUCCION DEL USO DEL AGUA EN EL BENEFICIO: Antes de la firma del Convenio se empleaba 15.5 litros de agua por kilogramo de fruta beneficiada estableciéndose como obligatoria la meta de reducir ese consumo a una cuarta parte o sea 3.87 litros por kg. de fruta.

ETAPA II

RECUPERACION DE SOLIDOS PEQUEÑOS de las aguas residuales del beneficiado. En esta etapa se estableció como obligatorio el empleo de tamices finos contruidos en acero inoxidable con alambres de forma trapezoidal los cuales permiten la recuperación de sólidos mayores a 0.75 mm. de grosor.

Se establece también como obligatorio en esta etapa la eficiente separación de la pulpa y la disposición final adecuada de la misma.

ETAPA III

DISMINUCION DEL 50 % DE LOS SOLIDOS SUSPENDIDOS. Se implementa en esta etapa la construcción de tanques sedimentadores así como de pequeñas lagunas de lodos para la disposición de los sedimentos.

En esta misma etapa se establece como obligatorio el **DESPULPADO EN SECO** de las cerezas (no confundir con beneficiado en seco) así como el **TRANSPORTE NO - HIDRAULICO** de la pulpa.

ETAPA IV

TRATAMIENTO ANAEROBIO DE LAS AGUAS. Se establece aquí como meta la reducción de contaminantes en un 80 %, en términos de Demanda Química de Oxígeno y de Demanda Bioquímica de Oxígeno.

4.2 Observaciones sobre el Convenio y la puesta en marcha de las etapas

El convenio no tiene rango de decreto ejecutivo y menos aun de ley, tal condición no ha impedido que el mismo sea implementado. No puede sin embargo el sector beneficiador ignorar la existencia de la Ley de Conservación de Vida Silvestre la cual regula el vertido de aguas a los ríos, sirviendo a la vez de acicate para el cumplimiento del convenio. Esta ley es emitida meses después de que se firmara el Convenio Interinstitucional.

En un estudio que realizara el Banco Interamericano de Desarrollo sobre la propuesta recogida en el Convenio se determina que tal propuesta es viable técnica y económicamente.

El Instituto del Café actúa como coordinador de las cuatro instituciones signatarias del convenio en lo concerniente a su cumplimiento.

El beneficiado actual en Costa Rica se caracteriza por ser centralizado donde 92 plantas beneficiadoras procesan 161 000 toneladas de café verde. Esta actividad hasta muy recientemente ha empleado grandes cantidades de agua en su fase húmeda.

La centralización del beneficiado en nuestro país, la disponibilidad de muy buenas vías de comunicación terrestre y telefónica permiten a los órganos fiscalizadores estar presentes y en plena comunicación con los señores beneficiadores, favoreciendo no solamente la supervisión del cumplimiento del Convenio en mención sino también la transferencia de tecnología.

4.2.1 La Recirculación del agua

Esta práctica se plantea como obligatoria con el propósito de tornar viable el tratamiento de la contaminación generada por el beneficio. Se solicita al sector beneficiador bajar el consumo de agua de 15.5 litros por kilogramo de fruta a solo 3.87 litros.

La recirculación de las aguas no solo es obligatoria para lograr la viabilidad económica del tratamiento de las aguas residuales del café sino que de acuerdo a investigaciones nuestras, la recirculación disminuye la liberación de sólidos por la pulpa hasta en un 30 % (2), cuando la concentración de las aguas se ubica en 11 000 mg/l. Cuando esa concentración se ubica en 30 000 mg/l de D.Q.O. la liberación de contaminantes por la pulpa puede bajar hasta en más de un 50 %.

La recirculación de aguas, inhibe la generación de contaminantes de la pulpa entregando de esa forma una pulpa más rica para cualquier uso posterior que de ella se quiera hacer. Estas observaciones fueron particularmente interesante en las etapas en que todavía no era exigido el despulpado en seco y el transporte no-hidráulico de la pulpa.

Un área muy importante en la que tuvimos que laborar antes de recomendar la recirculación de aguas de despulpado es la influencia que esta práctica ejerce sobre la calidad del café. La investigación realizada demostró que nuestra principal preocupación sobre la posible aparición de olores o sabores extraños no se presentaba (1) No solo, no se presentaron problemas de olores o sabores extraños, sino que se confirmó que la recirculación de aguas del despulpado durante 1 y aún 2 días, le confirió al café mayores condiciones de acidez así como de aroma. La variable cuerpo no mostró diferencias entre la práctica convencional y la recirculación.

La recirculación ha bajado considerablemente los períodos de fermentación de las mieles que envuelven la semilla, tal como se esperaba que ocurriera. Esto representa una ampliación real de la disponibilidad de los tanques o pilas de fermentación, ya que el café va a ser evacuado de las pilas más rápidamente; ésto por su parte significa que se debe prestar mayor atención a la fermentación del café con el propósito de realizar el lavado de las semillas en el momento oportuno.

En algunas plantas beneficiadoras donde el agua es bombeada desde los ríos o bien donde el agua residual es bombeada hacia los ríos, la recirculación ha significado un importante ahorro energético pues el consumo de kilowatts se ha visto reducido.

Nos es muy grato señalar que la meta solicitada al sector beneficiador de utilizar tan solo 3.87 litros de agua por kilogramo de fruta beneficiada ha sido superada por algunos beneficiadores líderes ubicándose en el nivel de 1.55 litros por kilogramo de café en fruta.

4.2.2 El tamizado fino de las aguas

El segundo paso ya implementado en un 98 % de estos beneficios ha sido el establecimiento y operación de tamices tipo " V wire" los cuales son responsables de la retención de cualquier sólido del agua mayor de 0.75 milímetros de grosor. El trabajo realizado por estos tamices ya sea los de arco o bien los de forma cilíndrica, ha sido enormemente satisfactorio ya que están retirando grandes cantidades de sólidos gruesos de las aguas. Tanto las aguas de despulpado como las de lavado deben ser tamizadas.

Se han presentado algunos problemas de taponamiento de los tamices a causa del crecimiento bacteriano en las rejillas así como por adherencias de sustancias mucilaginosas los cuales han sido resueltos lavando los mismos con el empleo de una solución de soda cáustica al 5 % , a razón de un litro por tamiz. Dicha limpieza debe ser realizada al menos cada dos días para permitir un desempeño eficiente de los tamices. Las lechadas de hidróxido de calcio realizan también una muy buena labor de desprendimiento de sustancias mucilaginosas.

Es conveniente que la limpieza de los tamices se haga todos los días, inmediatamente después que se ha terminado el beneficiado.

La cantidad de sólidos recuperados por los tamices en beneficios donde todavía se practica el transporte de pulpa con agua, está relacionado con la eficiencia de los separadores pulpa-agua. Algunos beneficiadores han utilizado los tamices trapezoidales de arco como desaguadores de pulpa en forma exitosa. Para quien no practica el despulpado en seco esa práctica representa un ahorro económico ya que realiza con un mismo aparato dos funciones diferentes.

4.2.3 El empleo de tanques sedimentadores

El empleo de tanques sedimentadores para la remoción de sólidos suspendidos fue obligatorio a partir de la cosecha 1995-1996 . En dichos tanques el tiempo de retención hidráulica es de 1 hora.

Estos tanques deben ser diseñados para remover el 50 % de los sólidos suspendidos; cumplen además en muchos casos la función de tanques de trasiego de agua ya que desde ellos el agua es devuelta al beneficio para ser reutilizada.

Diariamente se deben evacuar los sedimentos y las natas y los mismos deben ser llevados a la laguna de lodos.

4.2.4 El despulpado en seco

La práctica del despulpado en seco forma parte del beneficiado húmedo del café y la misma se perfila como la forma más económica de provocar la atenuación mayor de la contaminación de las aguas, sin embargo, esta práctica supone el abandono del empleo de las separadoras de verde - las que han sido de gran aceptación en el beneficiado costarricense- y la instauración una vez más de los despulpadores de café de tambor o de disco.

El despulpado en seco permite el transporte no hidráulico de la pulpa. La práctica de no arrastrar la pulpa en agua es la verdaderamente responsable de bajar la generación de contaminantes en más de un 50 % . Este despulpado en seco, significa sin embargo el rediseño de muchos de los beneficios y el empleo de transportadores mecánicos (e.g. helicoidales o bandas de hule). También significa el no poder usar agua para recuperar algunas semillas que se confunden con la pulpa cuando el mantenimiento de los equipos no es hecho oportunamente.

4.2.5 Tratamiento anaerobio de las aguas

El paso final lo constituye el tratamiento anaerobio de las aguas en reactores o lagunas.

Los tratamientos anaerobios se caracterizan entre otras cosas por generar biogás, una mezcla de metano y anhídrido carbónico. Surge aquí el reto de aprovechar ese metano para el calentamiento de las aguas a tratar o bien como combustible en el secado del café o ambas.

Al presente se han operado en Costa Rica dos reactores anaerobios en beneficios pequeños y recientemente el Instituto del Café de Costa Rica junto a un beneficiador - Beneficio San Juanillo - y con la colaboración del gobierno holandés terminó de construir un Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente con una capacidad de 400 metros cúbicos el cual se espera utilizar como sistema demostrativo para el sector. Este sistema fue diseñado para tratar las aguas residuales de un beneficio de 10 320 toneladas de fruta (1840 toneladas de café verde).

Un 15 % de los beneficios de café cuentan ya con lagunas anaerobias donde se han determinado eficiencias del 50 %. El estudio de nuevos parámetros de diseño, la neutralización de las aguas y la implementación de prácticas de tecnología limpia permitirán que la eficiencia de esas lagunas se vea sensiblemente incrementada. En la medida en que las lagunas anaerobias sean manejadas en forma descubierta no se puede aprovechar el metano generado.

Un 5 % de los beneficios, apartándose de lo dispuesto en el convenio, han utilizado lagunas aireadas que involucran altos costos energéticos y las cuales se encuentran por debajo de la capacidad ofrecida por los vendedores de esa tecnología.

5. MODIFICACIONES EN EL BENEFICIADO PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN

5.1 Por qué sustituir o reubicar la separadora de verdes?

La máquina separadora de verdes fue introducida en el sector beneficiador costarricense para procesar las frutas recolectadas al final de la cosecha.

La separadora de verdes despulpa el fruto maduro dejando intacto el fruto inmaduro también conocido como verde. El modelo grande despulpa 10 toneladas de fruta por hora, condición que representa un gran atractivo en el beneficiado centralizado costarricense.

Las cualidades de la separadora de verdes son acompañadas sin embargo por una característica negativa que consiste en entregar pulpa y semillas juntas, obligando a realizar esa separación con el empleo del agua, situación totalmente inconveniente toda vez que *permite el paso de contaminantes al agua* y obliga a un repaso de toda la pulpa en despulpadores convencionales maximizando la generación de contaminantes.

Otra característica negativa de la máquina separadora de verdes es que su uso genera mucha fibra pequeña que provoca el atascamiento de los cedazos de las pilas o tanques de fermentación. Finalmente esta máquina utiliza 2.5 veces más energía por unidad de fruta de lo que requiere un despulpador convencional.

Las características de la máquina separadora descritas, llevaron a las autoridades cafetaleras a recomendar su sustitución por despulpadores convencionales - de tambor o de discos- o bien a reubicar esas máquinas como repasadoras previo a los despulpadores de segundas. Esta recomendación permite el despulpado en seco y el transporte no

hidráulico de la pulpa. La separadora de verdes está sufriendo modificaciones para ser adaptada al despulpado en seco.

5.2 Disminución del uso de agua:

El consumo de agua ha sido disminuido a una cuarta parte. El agua es todavía usada para sacar la fruta de los tanques de recibo y para transportar la misma a los despulpadores previo paso por los despedradores. La fruta de café es desaguada antes de ingresar a los despulpadores.

5.3 Transporte no-hidráulico de pulpa:

El agua ha debido ser sustituida como medio de transporte de la pulpa y se ha recurrido a transportadores mecánicos helicoidales o a las bandas de hule para tal fin. Esta práctica como otras, ha significado una importante inversión económica por parte del beneficiador la cual va asociada al rediseño del beneficio. Estos transportadores, especialmente el helicoidal, tienen una vida útil muy corta debido a que la pulpa es altamente corrosiva.

6. VALORIZACIÓN DE LOS SUBPRODUCTOS DEL CAFE

En Costa Rica, durante el último quinquenio se han producido un promedio anual de 900 000 toneladas de café en fruta por año. La producción de ese café conlleva la generación de 350 000 toneladas de pulpa por año, de 150 000 toneladas de mucilago así como de 40 635 toneladas de pergamino o cascarilla. Los dos primeros subproductos tienen un gran potencial de contaminación.

6.1 Pulpa del café

La pulpa de café está compuesta por el epicarpio y parte del mesocarpio del fruto. La misma cuando es llevada a los depósitos, posee cerca de un 85 % de humedad. La pulpa de café contiene - entre otras cosas - cantidades importantes de cafeína la que representa cerca del 0.8 % de su peso seco. Investigaciones realizadas por una compañía transnacional indican lamentablemente que, la extracción de esa cafeína no es rentable. La cafeína de la pulpa de café se degrada muy rápidamente si se permite una fermentación aerobia.

Antes de la firma del Convenio la pulpa se disponía en algunas partes de las plantaciones de café en grandes montículos donde se dejaban varios años hasta su total descomposición, no lográndose ningún provecho de ese subproducto. Al presente cerca de un 50 % de esa pulpa es empleada como abono orgánico después de haber sido sometida a un proceso de descomposición aerobia.

6.1.1 Abono orgánico a partir de pulpa

En los beneficios costarricenses, la disposición final adecuada de la pulpa requiere de maquinaria grande como son los tractores y camiones para su transporte, demanda igualmente de terrenos suficientemente grandes para el vertido de esa pulpa, para provocarle movimientos periódicos y finalmente para enfardarla y comercializarla.

La eventual conversión de las 350 000 toneladas de pulpa supondría una producción aproximada de 87 000 toneladas de compost, pudiéndose de esa forma devolver al cafetal 780 kilogramos de abono orgánico a cada una de las 115 000 hectáreas de café.

No quiero con esta observación pretender que se deba aplicar abono orgánico en forma generalizada en los cafetales costarricenses pero sí es muy usual que existan áreas en muchas fincas cafetaleras donde se hace notorio la necesidad del empleo de abonos orgánicos. Por otra parte, la práctica del empleo de abonos orgánicos podría estar dirigida a actividades más intensivas como son los almácigos de café o cualquier otro vivero así como para ornamentales y hortalizas.

El empleo de abono orgánico posee un buen potencial para atenuar los ataques de nemátodos, plaga más importante de la caficultura costarricense.

Nos debe preocupar el aprovechamiento que hagamos de este residuo orgánico ya que de no darle un buen uso, el mismo produciría lixiviados que representan una fuente importante de contaminación de aguas.

La producción de compost de pulpa de café es sin lugar a dudas la forma más sencilla y por lo tanto más asequible que tenemos para disponer racionalmente de este subproducto.

El beneficio de mayor capacidad de nuestro país - Coopronarango R.L. - realiza el composteo de cerca de 20 000 toneladas de pulpa fresca - toda la pulpa que ellos producen -, situación que les permite dar un servicio más a sus asociados cual es el de suministrar ese abono orgánico a bajo costo. Situación similar se da en otros beneficios del sector cooperativizado y del no-cooperativizado, donde algunos ven la producción de compost no solamente como una forma de disponer adecuadamente un subproducto sino como un negocio en sí mismo.

En CICAFA se adelanta una investigación sobre el uso del compost de pulpa de café en el cultivo del café. Los resultados de 6 cosechas indican que existe una muy buena respuesta a la aplicación de 1 kilogramo de compost por planta (7000 kg. por hectárea) la cual

supera a la aplicación de 500 kg. de abono químico por hectárea, sin embargo en la misma investigación se establece que las mayores producciones se obtienen cuando se aplican dosis medias de ambos fertilizantes, químico y orgánico.

El composteo de la pulpa de café con lombrices rojas californianas empieza a perfilarse como una importante actividad donde se generan dos valiosos subproductos cuales son la lombriz roja y el compost.

Una de las formas más razonables de disminuir la generación de contaminantes es buscando el mejor uso para los subproductos del café. En la medida que visualicemos a los desechos de la agroindustria del café como valiosos subproductos, en esa misma medida disminuiríamos la contaminación que ellos generan.

Si bien es cierto, la maduración del café y consecuentemente el beneficiado del mismo inicia en el mes Junio para la zona baja (de maduración temprana) y finaliza en Marzo, para las zonas de maduración tardía, - período cercano a los 9 meses - la mayor parte de ese café se cosecha y beneficia dentro de su zona en escasos dos meses para cada beneficio, dificultando el manejo de los residuos.

La generación de buena parte de esos contaminantes en los meses secos, época en que el caudal de los ríos es menor e igualmente menor es su capacidad de autopurificación, hacen que el problema sea más serio y que la solución sea demandada con mayor vehemencia.

6.1.2 Pulpa para alimento animal

La pulpa de café ha sido objeto de muchas investigaciones.

Hasta hace unos 8 años operaba una importante empresa, Subproductos del Café S.A., cuya función primordial consistía en acopiar pulpa de café y deshidrarla para ser utilizada posteriormente como alimento animal. Dicha empresa sufrió lamentablemente una quiebra económica. Debemos recordar que la pulpa posee contenidos de proteína del orden del 12 % . Estudios del INCAP y de la Universidad de Costa Rica, indican que tal producto puede ser empleado con éxito en las fórmulas alimenticias para ganado vacuno hasta en un 20 % y para ganado aviar, hasta en un 3 % . Subcafé S.A. tenía una capacidad para procesar 40 000 toneladas de pulpa, lo que representa hoy día un 11.4 % de la pulpa producida por año. La quiebra de la empresa en mención obedeció en mucho a prácticas de mercadeo constrictivas por parte del estado.

6.1.3 Pulpa como combustible

Estudios del ICAFE(3), establecen que la pulpa deshidratada se comporta como un muy buen combustible capaz de proveer hasta 4200 kilocalorías por kilogramo de peso.

Se ha planteado como necesario el prensado de la pulpa por medios mecánicos para retirar parte del 85 % de su humedad, de tal forma que se facilite el secado final de la misma y permitir así su posterior uso como combustible. Ese prensado previo significa entre otras cosas que se van a generar cantidades muy grandes de licor de prensado, licor que posee un poder de contaminación muy elevado que en términos de Demanda Química de Oxígeno el cual puede ir desde 60 000 hasta 120 000 mg/ l. concentraciones 12 o 24 veces mayores que las de las aguas residuales de beneficiado.

El despulpado en seco genera una pulpa más rica y menos húmeda lo que viene a favorecer el secado de la misma y su posible uso como combustible, haciendo menos necesario el prensado de esta. Investigaciones realizadas en CICAPE establecen que la pulpa producto del despulpado en seco libera mucho menos licor que aquella transportada con agua. La posibilidad de secar pulpa y de quemarla conforme transcurre el beneficiado, sin tener que almacenarla, se presenta cada vez más como una importante opción, situación que haría al café menos dependiente de combustibles para su secado.

6.2 Pergamino como combustible

El pergamino del café -endocarpio del fruto- es usado en su totalidad como combustible.

El pergamino es almacenado en silos y desde allí es alimentado a los hornos de combustión con el empleo del aire o bien con el empleo de transportadores helicoidales o vibradores. Este material representa un excelente complemento para el uso de la leña; el mismo aporta 4200 kilocalorías por kilogramo de peso.

6.3 Mucilago de café

El mucilago de café es normalmente fermentado o es desprendido mecánicamente para posibilitar el lavado de la semilla permitiéndose la dilución del mismo y obligando a su tratamiento. Las bacterias anaerobias digieren más fácilmente las aguas de lavado que las aguas de despulpado por existir menos taninos en las primeras.

El mucilago de café se compone principalmente por azúcares reductores y no-reductores así como por sustancias pécticas donde la dilución de las mismas ha

imposibilitado su uso hasta el presente. El desmucilaginado mecánico del café y el uso - muy recientemente - de muy poca o ninguna agua por parte de algunos beneficiadores costarricenses abre la posibilidad de la industrialización de este subproducto el cual, de otra forma, debe ser neutralizado para ser tratado, produciendo gas metano.

7. ALGUNAS LIMITACIONES DEL MANEJO DE RESIDUOS

- 1) La mayoría de los residuos agrícolas y dentro de ellos los del café, presentan contenidos de humedad muy altos. Esto torna más costoso su transporte y su elaboración. (Si la intención de aprovechamiento de esos residuos fuera su uso como combustible, la mayor parte de esa humedad debe ser desplazada por métodos mecánicos así como por secado convencional).
- 2) Muchos de esos residuos son altamente perescibles, por lo que los mismos deben ser tratados oportunamente y en forma apropiada, para atenuar la presencia de plagas y la aparición de malos olores.
- 3) La generación de los mismos en una corta época del año desincentiva la aparición de empresas que se avoquen como función primaria al tratamiento y aprovechamiento de ellos.
- 4) Cuando se desea emplear los mismos como compost tenemos que esos desechos son voluminosos y bajos en nutrientes si se les compara con los fertilizantes inorgánicos.
- 5) El lugar de la aplicación del desecho debe de estar muy cerca del sitio de producción, de otra forma el transporte haría prohibitivo el empleo de los desechos orgánicos.

8. LITERATURA CITADA

- VASQUEZ M, R. Influencia de la recirculación de las aguas de despulpado sobre su calidad. *Noticiero del Café* (76): 3-6. Instituto del Café de Costa Rica. 1993
- VASQUEZ M, R. RODRIGUEZ, A. Efecto de la concentración del agua, sobre la liberación de sólidos disueltos de la pulpa de café. *Noticiero del Café* (77): 2-4. Instituto del Café de Costa Rica. 1993
- ROJAS V, J. JIMENEZ G. DIAZ W. Utilización de la broza del café como combustible. *Fundación Tecnológica de Costa Rica. Centro de Investigaciones en Café. Instituto del Café de Costa Rica. 1992* 48 p.