

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a man in a red and white robe, likely a saint or scholar, standing on a globe. Above the figure is a golden crown with a cross on top. The seal is surrounded by a Latin inscription: "CAROLINA ACADEMIA COACTEMALENSIS INTER CAETERA SCRIBIS CONSPICUA".

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ EN EL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO
Y SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO NESPRESSO DE LA EMPRESA
EXPORTADORA DE CAFÉ –EXPORTCAFÉ, S.A.–, HUEHUETENANGO,
GUATEMALA, C.A.**

CUPERTINO DESIDERIO VALIENTE REYES

GUATEMALA, MAYO 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**EVALUACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ EN EL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO Y
SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO NESPRESSO DE LA EMPRESA
EXPORTADORA DE CAFÉ –EXPORTCAFÉ S.A.-, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

CUPERTINO DESIDERIO VALIENTE REYES

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO**

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

**EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO**

GUATEMALA, MAYO 2012

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RECTOR MAGNÍFICO
Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios**

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
VOCAL PRIMERO	Dr. Ariel Abderramán Ortiz López
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. MSc. Marino Barrientos García
VOCAL TERCERO	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
VOCAL CUARTO	Br. Lorena Carolina Flores Pineda
VOCAL QUINTO	P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque
SECRETARIO	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

Guatemala, mayo 2012

Guatemala, mayo del 2012

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

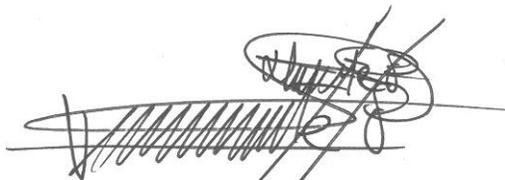
Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación **“Evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales del beneficiado húmedo de café en el departamento de Huehuetenango, y servicios realizados en el proyecto Nespresso de la Empresa Exportadora de Café - EXPORTCAFE, S.A.-, Huehuetenango, Guatemala, C.A.”**, como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of horizontal strokes followed by a more complex, stylized flourish.

Cupertino Desiderio Valiente Reyes

Carné 200116981

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Por estar siempre a mi lado, por la bendición de estar vivo y permitirme alcanzar una de mis metas propuestas en mi vida.

MIS PADRES: Cupertino Valiente Castillo y Gloria Reyes Ávila por apoyarme en todo momento y ser una bendición en mi vida, los llevo siempre en mi mente y mi corazón. Este acto lo dedico a ustedes como un pequeño tributo a sus esfuerzos.

SANDY PAOLA

Por su apoyo y comprensión

MIS DOS HIJITAS: Angie Sofía y Daniela Paola mágicas princesas de mi corazón me alegran la existencia con solo en ellas pensar, y motivo de mis constantes esfuerzos por superarme.

MIS HERMANOS: Ingrid, Yulissa, Cony, Yury, Yendy, Marlin y Dulce por el cariño fraternal que nos une y por el apoyo que siempre recibí de ustedes, que Dios los bendiga siempre.

MIS ABUELOS: Desiderio Reyes (QEPD), Amalia Ávila (QEPD), Cupertino Valiente (QEPD), Celia Castillo (QEPD) Como agradecimiento por todo su amor y un reconocimiento en su memoria.

MIS TIOS: Como muestra de apoyo y cariño.

MIS COMPAÑEROS: Por los momentos que convivimos juntos.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

MI PATRIA GUATEMALA, por ser la patria en que nací.

LA TRICENTENARIA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, mi segunda casa

LA FACULTAD DE AGRONOMÍA, por la oportunidad de ser un profesional al servicio del pueblo de Guatemala

LOS PRODUCTORES DE CAFÉ, por engrandecer a Guatemala, con su trabajo diario.

AGRADECIMIENTOS

A:

MI SUPERVISOR

Ing. Agr. MSc. Adalberto Rodríguez García por su incondicional apoyo y asesoramiento en este trabajo.

A MI ASESOR

Dr. Marvin Salguero Barahona por su apoyo, tiempo y consejos para emprender este trabajo de investigación.

Ing. Agr. MSc. Aldo López

Por toda la ayuda y apoyo que me ha brindado en todo momento, un gran compañero de trabajo.

Ing. Agr. MSc. Mario López

Por el apoyo profesional y tomarme en cuenta en este proyecto que es un gran éxito.

EXPORTCAFE S.A.

Gracias por permitirme trabajar en esta gran empresa de mucho éxito, es uno más de mis sueños realizados.

A LOS CAFICULTORES

Principalmente del área de Huehuetenango, gracias por brindarme su aprecio y amistad.

ÍNDICE GENERAL

	Página
Resumen	iv
CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LOS PRODUCTORES DE CAFÉ DEL CLÚSTER HUEHUETENANGO PERTENECIENTES AL PROGRAMA NESPRESSO	1
1.1 Presentación	3
1.2 Marco teórico y referencial	4
1.3. Objetivos	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos	17
1.4 Metodología	17
1.5 Resultados	20
1.6 Conclusiones	28
1.7 Recomendaciones	29
1.8 Bibliografía	30
CAPÍTULO II. EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL DESEMPEÑO DE TRES DISEÑOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ, EN EL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA C.A.	31
2.1 Presentación	33
2.2 Marco conceptual	35
2.3 Objetivos	80
2.4. Metodología	81
2.5 Resultados	86
2.6 Conclusiones y recomendaciones	95
2.7 Recomendaciones	96
2.8 Bibliografía	98
2.9 Anexos	100
CAPÍTULO III. SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO NESPRESSO DE LA EMPRESA EXPORTADORA DE CAFÉ –EXPORTCAFÉ S.A.-, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.	107
3.1. Presentación	109
3.2. Programa de capacitación a los productores del Clúster Huehuetenango, del programa AAA de Nespresso.	110
3.3 Inspecciones internas en las fincas de productores del clúster Nespresso	117
3.4 Bibliografía	122

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Categorías de Desempeño	7
Cuadro 2. Criterio Económico	9
Cuadro 3. Criterio Social	10
Cuadro 4. Criterio Ambiental	11
Cuadro 5. Criterio Calidad (Fincas/Beneficio)	12
Cuadro 6. Estratificación de fincas del Clúster de Nespresso	18
Cuadro 7. Fincas seleccionadas del Clúster por Rainforest Alliance	19
Cuadro 8. Calificación general de las fincas evaluadas	26
Cuadro 9. Composición química de la pulpa	50
Cuadro 10. Composición química de la cascarrilla	51
Cuadro 11. Límites máximos permisibles parámetros promedio diario instantáneo	54
Cuadro 12. Parámetros de calidad del agua residual del beneficiado del café	56
Cuadro 13. Límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores.	64
Cuadro 14. Límites máximos permisibles para entes generadores nuevos.	64
Cuadro 15. Parámetros y límites máximos permisibles para reuso.	66
Cuadro 16. Periodicidad de toma de muestras de aguas residuales, según producción promedio de lodos	66
Cuadro 17. Carga contaminante generada en beneficio húmedo tecnificado	86
Cuadro 18. Carga contaminante generada en beneficio húmedo semitecnificado	87
Cuadro 19. Carga contaminante generada en beneficio húmedo no tecnificado	88
Cuadro 20. Tratamiento de aguas residuales en planta tecnificada	89
Cuadro 21. Tratamiento de aguas residuales en planta semitecnificada	89
Cuadro 22. Tratamiento de aguas residuales en planta no tecnificada	90
Cuadro 23. Eficiencia de tratamiento de aguas residuales del beneficiado del café, de la planta tecnificada	91
Cuadro 24. Eficiencia de tratamiento de aguas residuales del beneficiado del café, de la planta semitecnificada	92
Cuadro 25. Eficiencia de tratamiento de aguas residuales del beneficiado del café, de la planta no tecnificada	92
Cuadro 26. Comparación de las eficiencias de tratamiento de los 3 sistemas de tratamiento evaluados	93
Cuadro 27 A. Resultados de análisis químico de laboratorio de las muestras del beneficio húmedo de café, no tecnificado	100
Cuadro 28 A. Resultados de análisis químico de laboratorio de las muestras del beneficiado húmedo de café, tecnificado	101
Cuadro 29 A. Resultados de análisis químico de laboratorio de las muestras del beneficio húmedo de café, semi-tecnificado	102

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Prácticas Graduales de Evaluación	14
Figura 2. Resultados globales de la inspección TASQ, Clúster Huehuetenango, Guatemala, Abril de 2007. Fuente: Exportcafé, S. A.	20
Figura 3. Número de prácticas deficientes realizadas en las fincas inspeccionadas. Clúster Huehuetenango, Guatemala, abril 2007.	21
Figura 4. Número de prácticas de excelencia que se cumplen en las fincas inspeccionadas. Clúster Huehuetenango, Guatemala, abril 2007.	22
Figura 5. Número de prácticas emergentes que se cumplen en las fincas inspeccionadas. Clúster Huehuetenango, Guatemala, abril 2007.	23
Figura 6. Número de prácticas de básicas que se cumplen en las fincas inspeccionadas. Clúster Huehuetenango, Guatemala, abril 2007.	24
Figura 7. Número de prácticas de deficientes que se cumplen en las fincas inspeccionadas. Clúster Huehuetenango, Guatemala, abril 2007.	25
Figura 8. Calificación obtenida por criterio evaluado en las fincas inspeccionadas. Clúster Huehuetenango, Guatemala, abril 2007. Exportcafé, S. A.	27
Figura 9. Esquema general de la planta tecnificada de la finca Los Cerros y Anexos	68
Figura 10. Fotografía de Beneficio Tecnificado	69
Figura 11. Fotografía de Pilas de Fermentación del beneficio tecnificado	69
Figura 12. Fotografía de Fosa de Aguas Mieles del beneficio tecnificado	70
Figura 13. Esquema general de la planta semitecnificada de la Finca Los Ángeles	71
Figura 14. Fotografía de Beneficio Semi-Tecnificado	72
Figura 15. Fotografía de Filtro De Piedra y Arena del beneficio semitecnificado	72
Figura 16. Fotografía de Fosas de Aguas Mieles del beneficio semitecnificado	73
Figura 17. Fotografía de Salida de Aguas Mieles del Sistema de Tratamiento del sistema semitecnificado	73
Figura 18. Esquema general de la planta no tecnificada de la Parcela Nueva Esperanza	75
Figura 19. Fotografía de Beneficio No Tecnificado	76
Figura 20. Fotografía de Pila para depósito de café del beneficio no tecnificado	76
Figura 21. Fotografía de Fosa 1 del beneficio no tecnificado	77
Figura 22. Fotografía de Filtro de Arena y Piedrín del beneficio no tecnificado	78
Figura 23. Fotografía de Fosa 2 del beneficio no tecnificado	78
Figura 24. Capacitación a productores de la asociación Flor Del Café	113
Figura 25. Capacitación a productores de la cooperativa La Virgen de Santiago Chimaltenango	114
Figura 26. Capacitación a productores de la Asociación ADESC	114
Figura 27. Entrega de diplomas a productores de la cooperativa Hoja Blanca que asistieron a la capacitación	115
Figura 28. Capacitación a productores del estrato 5 (Fincas Grandes)	116
Figura 29. Prohibición de animales en cautiverio	119
Figura 30. Fosa para aguas mieles	119
Figura 31. Fosa para depósito de pulpa de café	120
Figura 32. Rótulos para prohibición de cacería y tala de árboles	120
Figura 33. Fólder para planificación de actividades	121

**EVALUACIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL
BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ EN EL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO Y
SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO NESPRESSO DE LA EMPRESA
EXPORTADORA DE CAFÉ –EXPORTCAFÉ S.A.-, HUEHUETENANGO, GUATEMALA,
C.A**

RESUMEN

Desde la perspectiva de la prosperidad humana y según el Informe Brundtland de 1987, “la sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades”. Partiendo de la definición anterior, se han desarrollado una serie de programas de certificación basados en esa premisa, con el objetivo de mejorar el acceso a mercados especializados que generan ventajas económicas a quienes realizan esfuerzos por alcanzar la sostenibilidad.

En Guatemala, a finales del año 2006 la empresa Nestle Nespresso y la empresa exportadora de café Exportcafé, S.A. iniciaron una fase de capacitación e implementación voluntaria de las pautas establecidas en la “Herramienta para la Evaluación de la Calidad Sostenible” TASQ (Por sus Siglas en Ingles Tool for the Assessment of Sustainable Quality (TASQTM), con productores de café de la región de Huehuetenango. Durante el Ejercicio Profesional Supervisado, realizado en el periodo Agosto 2008- Mayo 2009, un año después de la fase de capacitación e implementación, se realizó el diagnóstico con el objetivo de conocer la situación con respecto al programa AAA/Nespresso de los productores de Huehuetenango que participan en el programa de Nespresso. Para mejorar el desempeño de las fincas con respecto a algunos criterios ambientales y sociales, se realizó un plan de acción basado en acciones de mejora enfocadas a corregir las prácticas deficientes.

Se desarrollo una investigación con el objetivo principal de evaluar la eficiencia de tres sistemas de tratamientos de aguas mieles en beneficiados húmedos de café, los cuales

están identificados como sistemas tecnificados, semi-tecnificados y no tecnificados, evaluando principalmente en cada uno de los sistemas los siguientes parámetros: la DBO (demanda biológica de oxígeno), DQO (demanda química de oxígeno), pH, SS (sólidos sedimentables), SS (sólidos en suspensión), NT (nitrógeno total), FT (fósforo total), Grasas y Aceites.

Los sistemas de tratamiento evaluados mejoran algunos de los parámetros de calidad del agua, principalmente los sólidos en suspensión y sólidos totales; las demandas químicas y bioquímicas de oxígeno. Sin embargo, el cumplimiento de los objetivos del tratamiento de las aguas residuales es parcial, ya que si bien algunos parámetros son mejorados, se encuentran fuera de la normativa vigente.

La eficacia de las plantas de tratamiento de aguas residuales es regular, ya que contribuyen a la disminución de los valores de los parámetros evaluados de calidad del agua, no así la planta tecnificada, cuyo funcionamiento es deficiente debido a que los parámetros de DBO y DQO, no disminuyen durante el tratamiento y solo hay disminución de los sólidos en suspensión. La eficiencia es mayor en el sistema no tecnificado; las fosas de sedimentación y los filtros son componentes adicionales en la planta no tecnificada fundamentales en el proceso. El parámetro que no evolucionó en ninguno de los sistemas de tratamiento es el pH, el cual ingresa al sistema con valores alrededor de 3 unidades y no mejora con el tratamiento, lo cual representa un riesgo a tomar en cuenta.

Los servicios realizados fueron, una inspección interna a cada productor en las parcelas de café, la cual generó información de las deficiencias con las que cada uno contaba y así poder darles una solución, para salir del nivel deficiente que se encontraban todas las cooperativas y asociaciones y poder lograr el nivel básico, que era la prioridad. En el segundo servicio, derivado de la información de la inspección interna se encontraron varias deficiencias las cuales fueron: Manejo inadecuado de agroquímicos, descarga de aguas mieles, falta de zonas de amortiguamiento, quema de basura, etc. Debido a estas deficiencias se generó una serie de capacitaciones a los productores de todas las asociaciones y cooperativas que pertenecen al programa.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DE LOS PRODUCTORES DE CAFÉ DEL CLÚSTER HUEHUETENANGO, PERTENECIENTES AL PROGRAMA NESPRESSO

1.1 Presentación

El presente diagnóstico fue realizado en el departamento de Huehuetenango con productores de café que participan en el programa de certificación de normas de responsabilidad social y ambiental denominado AAA/Nespresso el cual pertenece a la compañía Nestlé/Nespresso con la participación directa de la exportadora de café Exportcafé S.A., que a su vez pertenece a la transnacional Ecom Agroindustrial Corporation Ltd. Además de participan la ONG Rainforest Alliance y el Internacional Finance Corporation (IFC) miembro del banco mundial bajo el proyecto denominado fortaleciendo las cadenas del valor para café sostenible en América central y sur de México. Tiene como objetivo principal mejorar los ingresos de los productores de café participantes, mediante la mejora de la productividad y la calidad y transferir ventajas sociales a los trabajadores en las fincas de café por medio del cumplimiento de normas sociales, así como la influencia positiva al medio ambiente por medio de prácticas ambientalmente responsables que los productores deben implementar en las fincas.

En el diagnóstico se describe la situación de los productores que participan en el proyecto con respecto a los requerimientos establecidos por el programa AAA/Nespresso. El diagnóstico abarca la situación de los productores con respecto a las cuatro áreas establecidas en la TASQ las cuales son: Calidad, Económico, Social, y Ambiental que en su totalidad conforman 99 requisitos de evaluación, los cuales han sido establecidos a solicitud de Nespresso, por la Red de Agricultura Sostenible (RAS).

El diagnóstico elaborado, presenta la situación de los productores en el primer año de establecimiento de la norma, por lo tanto genera información de base, que establece el punto de partida de los productores dentro del programa AAA de Nespresso. Y además presenta la situación del grupo posterior a la implementación de un plan de acción ejecutado en 80 % por el apoyo del Estudiante de EPS de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

1.2 Marco Teórico y Referencial

1.2.1 Sostenibilidad

Sostenibilidad y su sinónimo sustentabilidad se refieren al equilibrio de una especie con los recursos de su entorno. Por extensión se aplica a la explotación de un recurso por debajo del límite de renovabilidad del mismo. Desde la perspectiva de la prosperidad humana y según el Informe Brundtland de 1987, la sostenibilidad consiste en satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades. (Wikipedia, 2008)

Un ejemplo típico es el uso de madera proveniente de un bosque: si se tala demasiado el bosque desaparece; si se usa la madera por debajo de un cierto límite siempre hay madera disponible. En el último caso la explotación del bosque es sostenible o sustentable. Otros ejemplos de recursos que pueden ser sostenibles o dejar de serlo, dependiendo de a qué velocidad se exploten, son el agua, el suelo fértil o la pesca. (Wikipedia, 2008)

Cuando se excede el límite de la sostenibilidad, es más fácil seguir aumentando la insostenibilidad que volver a ella. (Wikipedia, 2008)

Objetivos de la Sostenibilidad:

Satisfacer las necesidades humanas. Llevar a cabo dos tipos de restricciones:

1. Ecológicas; la conservación de nuestro planeta Tierra, no poner en peligro los sistemas naturales que sostienen la vida en la Tierra. La conservación de los ecosistemas debe estar subordinada al bienestar humano, pues no todos los ecosistemas pueden ser conservados en su estado virgen. El uso de los recursos no renovables debe ser lo más eficiente posible.
2. Morales; renunciar a los niveles de consumo a los que no todos los individuos puedan aspirar. Crecimiento económico en los lugares donde no se satisfacen las necesidades anteriores, es decir, en los países pobres. Control demográfico, referido principalmente a las tasas de natalidad. (Wikipedia, 2008)

El desarrollo sostenible requiere entender que la inacción traerá consecuencias; se deben cambiar las estructuras institucionales y fomentar las conductas individuales en relación a los objetivos anteriormente descritos. También se puso de manifiesto la necesidad de llevar a cabo una nueva conferencia a nivel mundial, dado que los objetivos propuestos en conferencias anteriores no estaban siendo cumplidos, por ello en 1992 se llevó a cabo la Conferencia Sobre Medio Ambiente y Desarrollo sostenible en Río de Janeiro. (Wikipedia, 2008)

1.2.2 Programa AAA de Nestle Nespresso

El Programa AAA es un enfoque innovador desarrollado por Nestle Nespresso para asegurarse que los consumidores y agricultores se pueden beneficiar de la más alta calidad de café en cada etapa de la cadena de valores.

Nestlé Nespresso utiliza la “Herramienta para la Evaluación de la Calidad Sostenible” TASQ (Por sus Siglas en Ingles Tool for the Assessment of Sustainable Quality (TASQ™), para realizar valoraciones de cultivos. Esta herramienta fue especialmente diseñada para valorar el rendimiento de los cultivos frente a la sostenibilidad y prácticas de cultivos de más alto nivel. No existe ningún tipo de costo para los agricultores, lo cual provee una ventaja especialmente para las tierras más pequeñas que no tienen los medios monetarios habituales para estas valoraciones. (Rainforest Alliance, 2008)

1.2.2.1 Herramienta de Evaluación para la Calidad Sostenible –TASQ-:

La herramienta de evaluación para la calidad sostenible “TASQ” – por sus siglas en inglés- fue desarrollada en el año 2004, con el aporte de tres especialistas de organizaciones miembros de la RAS (Salvanatura, Fundación Natura y Rainforest Alliance). El documento fue adaptado en primera instancia para la realidad cafetalera de Costa Rica y Colombia, basándose en normas de sostenibilidad, principalmente en la versión 2002 de Normas para Café de la Red de Agricultura Sostenible. En el año 2005, el equipo de la RAS e Imaflora adaptaron la TASQ™ para la realidad de Brasil; y posteriormente se han dado adaptaciones según las características de cada país donde está presente el Programa

AAA de Nespresso, tomando en consideración el tamaño de fincas. A continuación se enumeran otros programas que sirvieron de consulta en la elaboración de la TASQ™:

- A. Guía de Sostenibilidad para el Cultivo de Café, Preparación y Abastecimiento – Nestle. Mayo del 2001.
- B. Buenas Prácticas Agrícolas para la Producción y Tratamiento Post Cosecha del Café – Nestle. Noviembre del 2002.
- C. 4C / Código Común para la Comunidad Cafetera – GTZ, Octubre del 2004
- D. Estándares para la producción de café sostenible – Neumann, Diciembre del 2002
- E. C.A.F.E Practices - Starbucks / SCS, Marzo del 2004
- F. Principios de Conservación para la Producción de Café Sostenible – Rainforest Alliance, *Conservation International, Consumers' Choice Council, Smithsonian Migratory Bird Center, Summit Foundation*. Abril 2001

La TASQ™ ha sido modificada en varias ocasiones, adaptándose y tomando en cuenta nuevas versiones de las normas utilizadas inicialmente. (Rainforest Alliance, 2008)

A. Objetivo de la TASQ™

La TASQ™, analiza la realidad del productor y su capacidad de cambio de acuerdo no sólo al tamaño de la unidad de producción (pequeño, mediano y grande), sino también a la capacidad económica del caficultor, incentivando de esta forma un cambio real y sostenible en los grupos de productores que participan en el programa. (Rainforest Alliance, 2008)

Adicionalmente busca establecer una mejora en la gestión de las fincas, basado en prácticas graduales de manejo, en donde el productor debe cumplir con todos los requerimientos de un nivel (deficiente, básico, emergente y avanzado), para continuar al siguiente y obtener el puntaje respectivo. El mejoramiento continuo que promueve la TASQ™ se relaciona con temas socio económicos, de calidad y ambiental. (Rainforest Alliance, 2008)

B. Categorías de Desempeño

El sistema TASQ™ establece 4 categorías de desempeño: Deficiente, Básico, Emergente y Avanzado. Las cuales responden a un sistema de escala, diseñado para promover un mejoramiento continuo a través del cumplimiento de prácticas graduales de manejo, en donde el nivel inferior “deficiente” refiere a prácticas inadecuadas que deben ser eliminadas por los productores; dando apertura a prácticas sostenibles para los siguientes niveles. Es importante aclarar en esta sección que la TASQ™ permite el ingreso al programa a fincas con prácticas deficientes, pero restringe el avance de la finca a categorías siguientes (básico, emergente y avanzado) hasta haber desarrollado o implementado las mejoras necesarias. Teniendo en cuenta esta lógica, una finca puede estar en nivel avanzado (por porcentaje), pero si tiene una práctica deficiente, su nivel de desempeño se considera como deficiente. El avance de una finca de una categoría a otra, así como las limitantes, será parte del tema tratado en la sección de Sistema de Evaluación. (Rainforest Alliance, 2008)

Los indicadores de cada criterio están separados y definidos para cada una de las cuatro categorías. El siguiente cuadro explica las prácticas de manejo a base a las categorías:

Cuadro 1. Categorías de Desempeño

Práctica de Manejo	Descripción
Deficiente	Son las prácticas de manejo inaceptables, que generan un impacto tanto ambiental como social muy grave.
Básico	Es una práctica que indica que la finca ha iniciado un desempeño propio de la calidad sostenible , es una práctica elemental que pudiera ser algo común en las fincas de una región determinada.
Emergente	Es una práctica que indica un avance importante en una región determinada. Es una práctica que caracteriza de manera general a la calidad sostenible .
Avanzado	Es una práctica que indica un avance sobresaliente en general y en una determinada región cafetera. Es una práctica que define por antonomasia a la calidad sostenible .

Fuente: Rainforest Alliance, 2008.

C. Estructura TASQ™ en finca

La versión actual de la TASQ™ es un documento digital que presenta seis secciones divididas de la siguiente forma:

- a. **Portada:** la cual difiere de acuerdo al tamaño de finca a ser evaluada.
- b. **Información General:** que incluye información como nombre del productor o finca, extensión productiva, dirección física, altitud, topografía, variedades de café, densidad de siembra, floración y agroquímicos utilizados, entre otros.
- c. **Alcance de la Herramienta:** incluye las unidades de evaluación de finca (Criterios, Áreas, Prácticas e Indicadores) las cuales definen la filosofía de Calidad Sostenible de la TASQ™ y las políticas internas de Nespresso; así como notas aclaratorias al pie de página. Esta sección presenta algunas diferencias según el área donde se aplique el programa; excepciones que se explican a continuación:
 - i. De acuerdo al sistema productivo el alcance puede variar, tal es el caso para países en donde el proceso de post cosecha es realizado fuera de la finca como en Costa Rica y México, el alcance de la herramienta se limita a los criterios sociales, ambientales y económicos, el criterio de calidad es evaluado en una herramienta diferente a nivel de central de beneficio (refiérase a la sección del sistema de evaluación). Situación contraria sucede por ejemplo en Colombia, donde la TASQ™ promueve un análisis conjunto (cultivo/beneficio), de la gestión de los aspectos sociales, económicos, ambientales y de calidad en cada unidad de producción.
 - ii. La estructura de la herramienta comprende 3 o 4 diferentes criterios de sostenibilidad (Calidad, Ambiental, Social y Económico). Estos criterios a su vez se dividen en áreas de manejo, prácticas e indicadores de evaluación.
 - iii. Existen documentos TASQ™ para diferentes países y diferentes tamaños de fincas; en este sentido la herramienta para productores grandes al ser más exigente, es un documento más amplio que los demás e integra en sí mismo la TASQ™ para

medianos y pequeños (refiérase a la sección tamaño de finca). A continuación se presenta la estructura de la TASQ™ para fincas mayores a 10 hectáreas.

iv. **Criterio económico**

El criterio económico es fundamental para la producción de café bajo el programa AAA de Nespresso. Esto depende de la interacción entre varios factores, los cuales son clave para ayudar a productores a mejorar su gestión. Como ejemplo de ello se presenta el siguiente cuadro:

Cuadro 2. Criterio Económico

Criterio	Área	Prácticas				
			Prácticas Deficientes	Prácticas Básicas	Prácticas Emergentes	Prácticas Avanzadas
Económico ¹	Planes de Manejo	# Indicadores	1	2	1	2
	Trazabilidad		1	1	1	1
	Acceso a Información a Precios de Mercado		1	1	1	1
	Tenencia y uso de la Tierra		1	1	3	3
Temas generales por área						
<i>Planes de Manejo:</i> Registros de producción, labores, planificación, mapas. <i>Trazabilidad:</i> Registros de ventas, gastos y costos. <i>Acceso a Información de Precios y Mercados:</i> Precios del café, % de participación en el proyecto. <i>Tenencia y Uso de la Tierra:</i> Registros de tenencia, mapas de uso del suelo.						

Fuente: Rainforest Alliance, 2008

v. **Criterio social**

Otro de los criterios dentro del Programa AAA de Nespresso es el social, y para Nespresso la producción de café sólo puede ser sostenible cuando incluye atención para aspectos importantes de la responsabilidad social. Esto significa el cumplimiento con las convenciones relevantes del OIT (Organización Internacional de Trabajo). A continuación se presenta un ejemplo:

¹ Para este criterio, adicional a las áreas e indicadores de evaluación, se solicita información de la comercialización que incluye: productividad, precio por unidad de medida o peso, otras ocupaciones del productor, entre otras.

Cuadro 3. Criterio Social

Criterio	Área	Prácticas				
			Prácticas Deficientes	Prácticas Básicas	Prácticas Emergentes	Prácticas Avanzadas
Social	Selección de Personal	# Indicadores	1	1	1	1
	Contratación		4	3	1	2
	Condiciones Laborales		4	2	4	3
	Salud Ocupacional/ Infraestructura		3	1	1	2
	Salud Ocupacional/ Fuerza Laboral		3	3	3	3
	Vivienda		4	5	4	3
	Capacitación		1	1	1	1
Temas generales por área						
<p><i>Selección de Personal:</i> Discriminación, edad mínima laboral, no interferencia a horarios escolares. <i>Contratación:</i> Salario mínimo, seguridad social, contratos, beneficios laborales. <i>Condiciones Laborales:</i> Seguridad laboral, trabajo forzoso, horarios, derecho de organización. <i>Salud Ocupacional "Infraestructura":</i> Almacenamiento de plaguicidas, combustible y herramientas, condiciones de riesgo. <i>Salud Ocupacional "Fuerza Laboral":</i> Aplicación de agroquímicos, equipo de protección, exámenes médicos, primeros auxilios. <i>Salud Ocupacional "Vivienda":</i> Disponibilidad de agua potable, hacinamiento, servicios básicos y barreras de protección. <i>Salud Ocupacional "Capacitación":</i> Programas y temas de capacitación.</p>						

Fuente: Rainforest Alliance, 2008

vi. **Ambiental**

Otro punto importante dentro de la TASQ™ es el criterio ambiental, en este criterio se enfatiza que la producción de un café sostenible preserva los recursos naturales para el beneficio de actuales y futuras generaciones. Cada finca debe de ser evaluada por su impacto en el medio ambiente usando una lista de criterios, tales como: suelo, desechos, agua y vida silvestre. Se considera en el Cuadro 4 un ejemplo:

Cuadro 4. Criterio Ambiental

Criterio	Área	Prácticas				
			Prácticas Deficientes	Prácticas Básicas	Prácticas Emergentes	Prácticas Avanzadas
Ambiental	Conservación de Biodiversidad	# Indicadores	3	4	1	5
	Reforestación		2	4	4	1
	Manejo de Desechos		3	3	2	1
	Conservación del Recurso Hídrico		3	3	4	3
	Conservación de Suelos		4	2	4	2
	MIC		3	3	3	3
Temas generales por área.						
<p><i>Conservación de Biodiversidad:</i> Cacería, tala y extracción de especies, conservación de ecosistemas, programas de educación, inventarios.</p> <p><i>Reforestación:</i> Manejo de sombra, deforestación, programas de reforestación.</p> <p><i>Manejo de Desechos:</i> Disposición y manejo de los desechos, compostaje y reciclaje.</p> <p><i>Conservación del Recurso Hídrico:</i> Conservación o alteración de cauces naturales, racionalización del agua, monitoreo y disposición de aguas residuales.</p> <p><i>Conservación de los Suelos:</i> Control de erosión y planes de conservación.</p> <p><i>Manejo Integrado del Cultivo:</i> Agroquímicos permitidos y prohibidos, MIP, almacenamiento y transporte de agroquímicos.</p>						

Fuente: Rainforest Alliance, 2008

En total, estos tres criterios (económico, social y ambiental) presentan 158 indicadores, distribuidos de la siguiente forma: Prácticas Deficientes 42; Prácticas Básicas 40; Prácticas Emergentes 39 y Prácticas Avanzadas 37.

vii. **Calidad**

Un criterio fundamental dentro del sistema TASQ™ es el de calidad. Si la evaluación de la TASQ™ se realiza en un *Clúster* donde el procesamiento inicial del grano se lleva a cabo en finca, caso de Colombia y Guatemala; la sección 3 de la herramienta “Área de análisis” incluirá entonces un nuevo criterio “*Calidad*”, el cual representa para la finca el 50% de ponderación total de la evaluación. En cambio, cuando el beneficiado es fuera de la finca del productor (Caso Costa Rica y México por ejemplo) existe la TASQ™ para centrales de beneficio. En el Cuadro 5 se presenta un ejemplo del criterio calidad:

Cuadro 5. Criterio Calidad (Fincas/Beneficio)

Criterio	Área		Prácticas				
			PD	PB	PE	PA	
Calidad	Recolección		# Indicadores	3	3	3	3
	Despulpado			3	3	3	3
	Proceso de Desmuscilaginado	Fermentación		3	--	--	3
		Mecánico		3	--	--	3
	Secado de café pergamino			3	2	2	3
	Secado Solar			5	--	---	5
	Secado Mecánico			3	--	--	3
	Almac. de Café Pergamino			3	--	--	3
	Normas de Higiene			6	--	--	6
	Agua			2	1	1	2
				34	9	9	34
PD: Prácticas Deficientes, PB: Prácticas Básicas, PE: Prácticas Emergentes, PA: Prácticas Avanzadas							
Temas generales por área							
<i>Recolección:</i> Granos en planta, granos verdes, tiempo de recolección e inicio de despulpado. <i>Despulpado:</i> granos trillados, granos mordidos y perdidas en pulpa. <i>Desmuscilaginado:</i> Tiempo de fermentación, daños mecánico, etc. <i>Secado pergamino:</i> Tiempo de secado, relación secado solar/ mecánico. <i>Secado Solar:</i> área de secado, espesor de la capa, sistemas de protección a lluvias, etc. <i>Secado Mecánico:</i> Tipo de combustión, temperatura, espesor de la capa. <i>Almacenamiento Pergamino:</i> sitio de almacenamiento y separación con otros insumos. <i>Normas de Higiene:</i> Purga de tuberías, presencia de animales domésticos, limpieza, etc. <i>Agua:</i> Cantidad y calidad del recurso utilizado.							

Fuente: Rainforest Alliance, 2008

Al incorporar el criterio de calidad en la evaluación de finca (económico, social y ambiental), el número de indicadores aumenta a 244, quedando finalmente distribuidos de la siguiente forma: Prácticas Deficientes 76; Prácticas Básicas 49; Prácticas Emergentes 48 y Prácticas Avanzadas 71.

Después del área de análisis siguen las siguientes partes en la TASQ™

- d. **Planes de acción:** incluye los planes de acción por finca, en donde se determinan las acciones correctivas a las oportunidades de mejora identificadas, así como las fechas de cumplimiento, responsables y recursos requeridos.

- e. **Gráficos y Tablas Resumen:** incluye cuadros de resultados por área, al igual que una tabla resumen de la calificación en términos de porcentaje obtenido por la finca; adicionalmente se incluyen algunos gráficos de tendencia.
- f. **Anexos:** responde a las particularidades de cada país. Brindándose la libertad de incluir el número de anexos que se consideren necesarios para clarificar o ampliar temas legales o técnicos relacionados con la herramienta TASQ™.

D. Sistema de Evaluación

La TASQ™ establece un sistema de calificación sustentado en prácticas graduales de manejo, en donde se asigna un puntaje ascendente acorde al nivel de cumplimiento presentado por la finca o beneficio, según el criterio analizado.

En este sentido se otorga el valor preestablecido para cada nivel, únicamente cuando la finca o beneficio presenta conformidad con los indicadores que integran dicho nivel; con excepción de las prácticas básicas, en donde el productor puede acceder a esta categoría inicial (lo que en la escala de calificación representa 1 punto), no habiendo infringido o presentado prácticas deficientes (ver figura 2).

Es importante enfatizar que el puntaje definido para cada nivel no se distribuye en el número de indicadores que éste presente, sino debe reflejar el cumplimiento general de dicha categoría; así por ejemplo el nivel emergente en un criterio determinado puede presentar 4 indicadores de valoración, en donde la no conformidad de alguno de ello, resta la posibilidad del alcanzar el siguiente nivel y acceder al punto disponible.

Para cada criterio, el máximo de puntos alcanzables es de tres, mientras que cero es el mínimo. La escala de calificación no permite utilizar el concepto de medios puntos, solamente se pueden otorgar

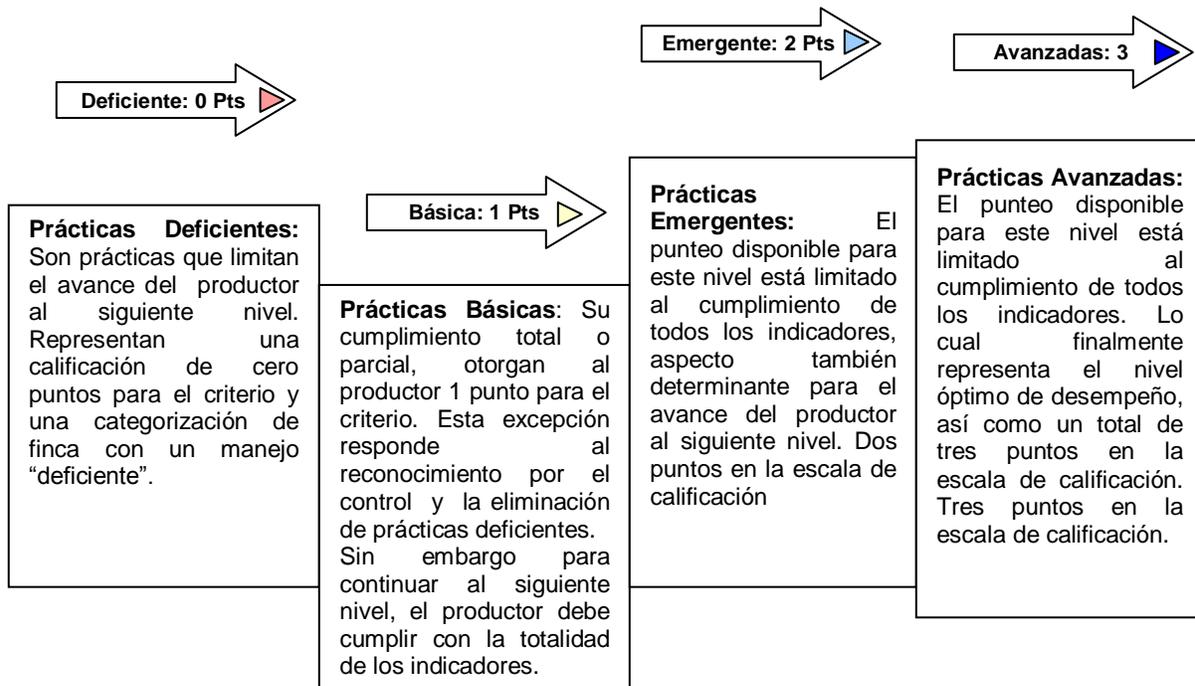


Figura 1. Prácticas Graduales de Evaluación

Fuente: Rainforest Alliance, 2008

Los cuadros del 2 al 5, presentados anteriormente, la estructura de la TASQ™ en finca, tiene relación directa con el Sistema de Evaluación; donde se relaciona la cantidad de prácticas encontradas (deficientes, básicas, emergentes y/o avanzadas) con la puntuación.

E. Muestreo Estratificado

Este tipo de muestreo se utiliza cuando no basta que cada uno de los elementos muestrales tengan la misma probabilidad de ser escogidos, sino que además es necesario estratificar la muestra en relación a estratos o categorías que se presentan en la población y que aparte son relevantes para los objetivos del estudio, se diseña una muestra probabilística estratificada. Lo que aquí se hace es dividir a la población en subpoblaciones o estratos y se selecciona la muestra para cada estrato. La estratificación aumenta la precisión de la muestra e implica el uso deliberado de diferentes tamaños de muestra para cada estrato, " a fin de lograr reducir la varianza de cada unidad muestral".

Entonces en un número determinado de elementos muestrales $n = \sum nh$ la varianza de la media muestral \bar{x} puede reducirse al mínimo si el tamaño de la muestra para cada estrato es proporcional a la desviación estándar dentro del estrato.

Esto es:

$$fh = \frac{n}{N} = Ksh$$

En donde fh es la fracción del estrato, n el tamaño de la muestra, N el tamaño de la población, sh es la desviación estándar de cada elemento del estrato h , y K es una proporción constante que nos dará como resultado una n óptima para cada estrato.

Por ejemplo digamos que la población total sumando todos los grupo de cafeteros son 1000 entonces al usar nuestro actual criterio serian $\sqrt{1000}=32$. Entonces nuestra fracción de estrato será:

$$fh = \frac{n}{N} = \frac{32}{1000} = 0,032$$

De manera que el total de la subpoblación se multiplicará por esta fracción constante a fin de obtener el tamaño de muestra para el estrato. Sustituyendo tenemos que:

$$N_h \times fh = nh \quad \text{Entonces por ejemplo}$$

Estratos o Grupos	Repartos	Total de la población (Nh) fh=0,032 $Nh \times fh = nh$	Muestra
1	G1	100	3
2	G2	70	2
3	G3	80	3
4	G4	65	2
5	G5	50	2
6	G6	125	4
7	G7	95	3
8	G8	70	2
9	G9	68	2
10	G10	52	2
11	G11	48	2
12	G12	64	2
13	G13	40	1
14	G14	14	0
15	G15	32	1
16	G16	27	1
Total		1000	32

1.2.3 Marco Referencial

Clúster Huehuetenango:

Nestle Nespresso, desarrolla perfiles de calidad de café específicos de acuerdo a sus necesidades de negocios, y establece relaciones a largo plazo con un exportador en cada zona, para el caso de Huehuetenango, el clúster es administrado por Exportcafé, S. A. y actualmente está conformado por 165 productores ubicados en los municipios de; San Pedro Necta, La Democracia, La Libertad, Santiago Chimaltenango, Unión Cantinil, San Antonio Hüista y Cuilco.

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Conocer la situación con respecto al programa AAA/Nespresso de los productores de huehuetenango que participan en el programa de Nespresso, al inicio y al final del primer año de establecerse el programa en Huehuetenango.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Conocer la situación en el área de calidad del programa AAA/Nespresso de los productores involucrados en el proyecto, al inicio y al final del primer año de establecerse el programa en Huehuetenango.
2. Conocer la situación en el área económica del programa AAA/Nespresso de los productores involucrados en el proyecto, al inicio y al final del primer año de establecerse el programa en Huehuetenango.
3. Conocer la situación en el área social del programa AAA/Nespresso de los productores involucrados en el proyecto, al inicio y al final del primer año de establecerse el programa en Huehuetenango.
4. Conocer la situación en el área ambiental del programa AAA/Nespresso de los productores involucrados en el proyecto, al inicio y al final del primer año de establecerse el programa en Huehuetenango.

1.4 Metodología

Para obtener la información descrita en este diagnóstico se realizó una autoevaluación a una muestra del clúster, utilizando el método de muestreo estratificado, para lo cual se utilizó la herramienta TASQTM, la cual incluye los cuatro criterios (Calidad, Económico, Social y Ambiental) establecidos en el programa AAA.

1.4.1 Muestreo

Las 165 fincas del clúster están estratificadas en 5 grupos, los cuales son:

Cuadro 6. Estratificación de fincas del Clúster de Nespresso

Estrato No.	Organización	No. De Fincas
1	ADESC	31
2	UPC	31
3	Cooperativa San Pedro Necta	28
4	Cooperativa La Virgen	40
5	Fincas Independientes	35

165

Los estratos del 1 al 2 son grupos de productores legalmente constituidos y agrupados en áreas y comunidades cercanas, el estrato 5 está formado por fincas que realizan operaciones comerciales con Exportcafe, S. A. de forma individual y que se encuentran dispersos en el departamento de Huehuetenango.

La fórmula requerida por Rainforest Alliance y Nespresso para realizar el muestreo de inspección interna, es la siguiente:

$$\sqrt{\text{100\% Población}} + 10\% \text{ de Autoevaluaciones} + 100\% \text{ Fincas} > 50 \text{ Ha}$$

El estrato 5, cuenta con 7 fincas mayores a 50 hectáreas y el total de fincas con autoevaluaciones era de 52.

De tal forma que los resultados de la fórmula fueron:

Raiz ² de total	10 % inspeccionadas	> 50 ha	Total
13	5	7	25

Para evitar sesgo de parte del administrador del clúster (Exportcafe, S. A.), Rainforest Alliance, realizó una elección al azar de las 18 fincas menores a 50 hectáreas, y las 25 fincas muestreadas fueron:

Cuadro 7. Fincas seleccionadas del Clúster por Rainforest Alliance

RAIZ CUDRADA DEL CLÚSTER				
Estrato 1 = ADESC				
No.	Productor	Finca	ha.	
1	Reina Cifuentes Alba	Los Chujes	0.44	
2	Manuel Salvador del Valle Herrera	Los Chujes	2.19	
Estrato 2 = UPC				
No.	Productor	Ubicación	ha.	
3	Juan Felipe Martínez	Santo Domingo	1.2	
4	Jobino Martínez Lucas	Santo Domingo	1.4	
Estrato 3 = Cooperativa San Pedro Necta				
No.	Productor	Finca	ha.	
5	Ismael Monzón Ruiz	Los Alisos	0.53	
6	María Olimpia Monzón Ruíz	Los Alisos	0.66	
Estrato 4 = Cooperativa La Virgen				
No.	Productor	Finca	ha.	
7	Alfredo Díaz García	Chepón	0.54	
8	Manuel Martin Jiménez	Chepón	0.85	
9	Macario Jiménez Carrillo	Tukok	0.46	
Estrato 5				
No.	Productor	Finca	ha.	
10	Oscar Segundo Martínez	El Chicharral	8.7	
11	Ismael Olegario Ricinos	Rosalinda	21.8	
12	Carlos Matías Martínez	Buena Vista	8.8	
13	Juan Ramírez Ramírez	El Pacayal	11.8	
Fincas > 50 ha.				
No.	Productor	Finca	ha.	
1	Ana María Ortega	Finca Los Ángeles	66	
2	Antonio Ricinos Leonardo	Finca Nueva Armenia	90	
3	Hervin Gustavo Aguirre	Finca Las Brisas	100	
4	Augusto Castillo Ávila	Finca Colomba	135	
5	Rodrigo Salomón Villatoro Cáceres	Finca Los Cerros	162	
6	Eduardo Herrera Pinto	Finca La Providencia II	238	
7	Octavio Javier Palacios Funes	Finca La Providencia I	240	
10 % de las inspeccionadas				
No.	Productor	Finca	ha.	Estrato
1	Ignacio Del Valle	ADESC	6.56	1
2	Adrian Constanza	UPC	1.53	2
3	Víctor Hugo Herrera	Coop. San Pedro Necta	2.98	3
4	Jorge Estuardo Alfaro	Finca San Lorenzo	30.00	5
5	Antulio Hermitanio Herrera	Las Delicias	11.4	5

1.5 Resultados

El diagnóstico (inspección interna) fue realizado por el estudiante de EPS y por personal de Exportcafé, S. A., previo a la fase de campo recibieron un entrenamiento sobre la interpretación de los requerimientos establecidos en la TASQ™, el cual fue impartido por un experto de Rainforest Alliance.

1.5.1 Calificación global de la muestra evaluada

En la figura 2, se observan los resultados globales obtenidos de la inspección de las 25 fincas que fueron inspeccionadas con la Herramienta para la Evaluación de la Calidad Sostenible (TASQ).

Se observa que el 88 % de las fincas inspeccionadas presentaron por lo menos 1 práctica considerada como “deficiente”, y el 12 % (3 fincas) no realizan prácticas consideradas como “deficientes” y si realizan por lo menos 1 práctica clasificada como “básica”.

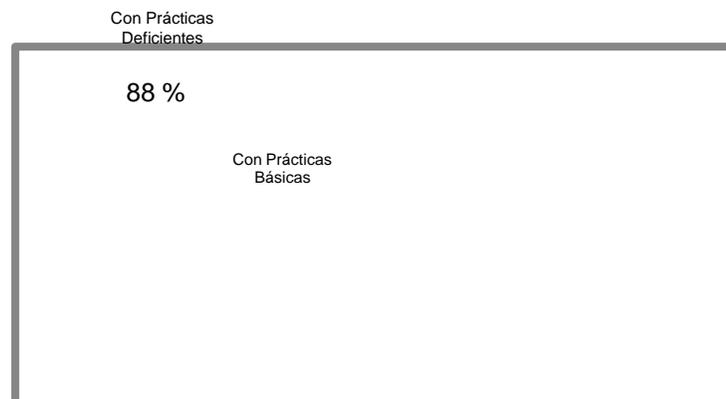


Figura 2. Resultados globales de la inspección TASQ, Clúster Huehuetenango, Guatemala, Abril de 2007. Fuente: Exportcafé, S. A.

En la Figura 2, se puede interpretar que no existen prácticas “Emergentes” y de “Excelencia”, sin embargo, esto se debe a que el mecanismo de calificación está basado en el sistema “semáforo” que consiste en asignar la calificación del criterio más bajo obtenido, por ejemplo la finca Nueva Armenia, del estrato 5, presento 1 práctica deficiente

en el criterio ambiental 2, razón por la cual fue calificada como finca con “prácticas deficientes” y es parte del 88 % que se visualiza en la gráfica.

Es de importancia comentar que durante las inspecciones TASQ realizadas en febrero y marzo, se elaboraron planes de acción, y en algunos se acordaron (con cada productor) cambios inmediatos en prácticas deficientes, por tal razón existe la probabilidad de encontrar mejora, en las auditorías de tercera parte que se realizan en abril – mayo de 2007. A pesar de observarse un 88 % de las fincas con prácticas consideradas como “Deficientes”, en la figura 3, se observa que solamente el 26 % de las fincas inspeccionadas realizan 3 prácticas deficientes, el 22 % realizan 2 prácticas deficientes y un 39 % (9 fincas) realizan solamente 1 práctica deficiente.

Esto nos permite interpretar que los esfuerzos para pasar al nivel “básico” deberán realizarse principalmente con el cumplimiento de 1 práctica deficientes para el 39 % de las fincas. (En este análisis se excluyeron 2 fincas con más de 7 y 10 prácticas deficientes cada una ya que estas se consideran como casos especiales que se desviaron considerablemente del comportamiento promedio)

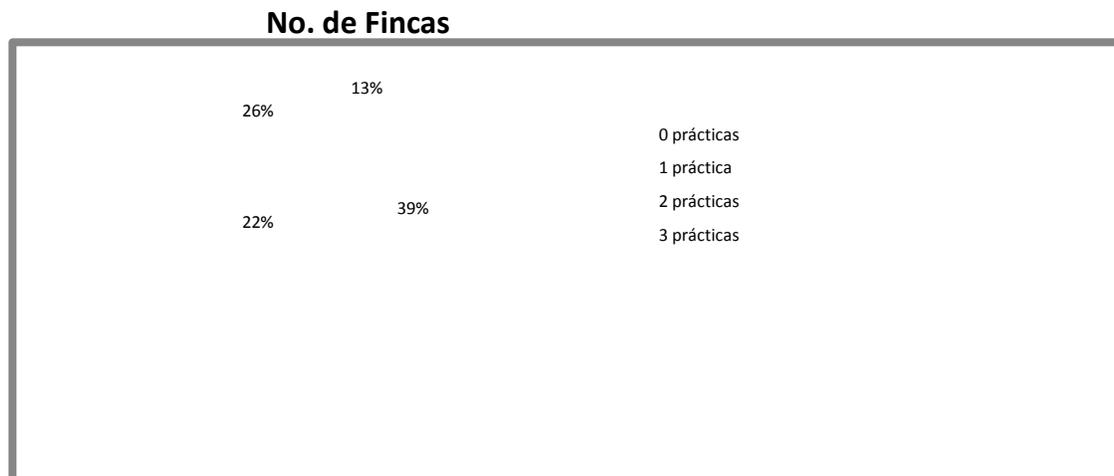


Figura 3. Número de prácticas deficientes realizadas en las fincas inspeccionadas. Clúster Huehuetenango, Guatemala, abril 2007.

1.5.2 Resultados por finca

La herramienta TASQ, para fincas pequeñas, medianas y grandes evalúa 26 criterios, de los cuales se determinó que para las condiciones del Clúster Huehuetenango, no aplica 1 criterio, por tal razón los resultados están basados en la evaluación de 25 criterios para cada finca.

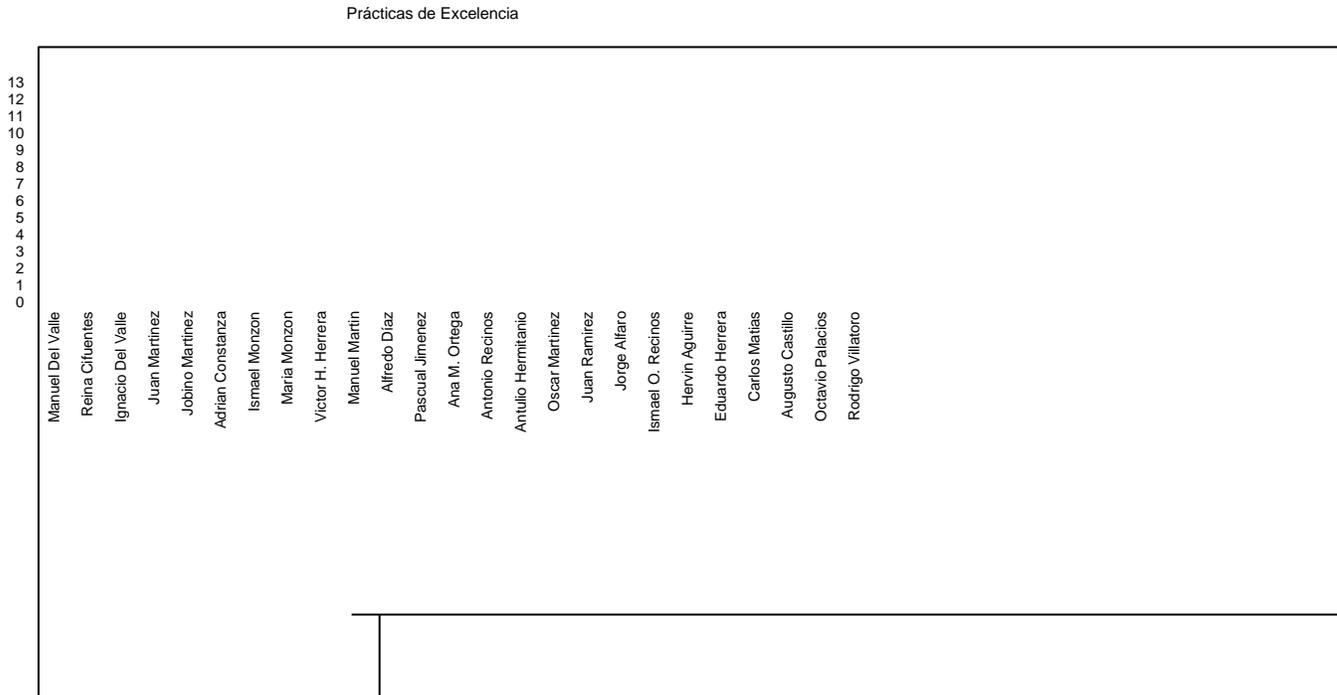


Figura 4. Número de prácticas de excelencia que se cumplen en las fincas inspeccionadas. Clúster Huehuetenango, Guatemala, abril 2007.

En promedio las 25 fincas evaluadas presentaron 8.76 prácticas de excelencia, la finca La Providencia I del señor Octavio Palacios fue la que presentó el mayor número de prácticas de excelencia con 12 prácticas totales. En contraste se observa que el productor con menos prácticas de excelencia fue el señor Jobino Martínez y esto se debe a que este productor presentó el mayor número de prácticas deficientes.

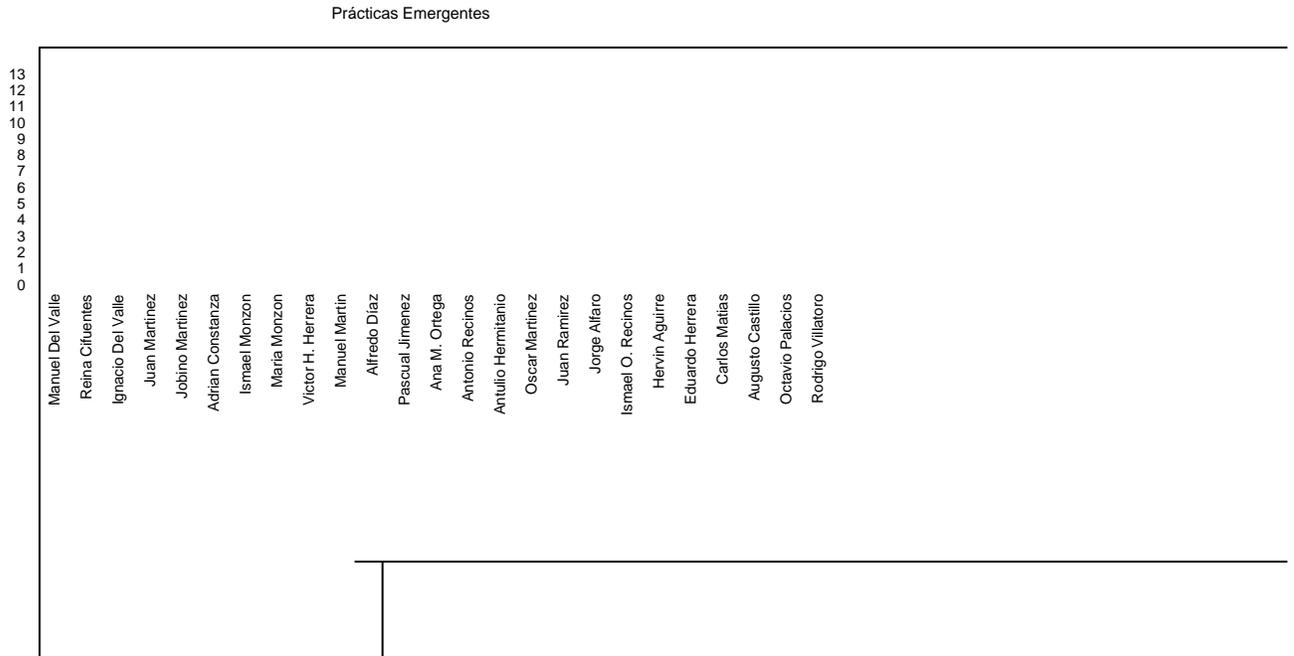


Figura 5. Número de prácticas emergentes que se cumplen en las fincas inspeccionadas. Clúster Huehuetenango, Guatemala, abril 2007.

La media observada en los resultados obtenidos de las inspecciones TASQ a los 25 productores para las prácticas emergentes fue de 7.24. El mayor número de prácticas emergentes encontradas fue de 12 para 2 productores; Antonio Ricinos (Finca Nueva Armenia) y Augusto Castillo (Finca Colomba). En contraste el productor con menor número de prácticas emergentes fue Reina Cifuentes del Estrato 1 (ADESC) en donde se observó 1 práctica emergente identificada en el criterio Ambiental 4 “Reforestación”. Es oportuno hacer ver que los mayores promedios de número de prácticas realizadas se observó en los niveles “Excelencia” con 8.76 y “Emergentes” con 7.24. Sin embargo, como se indico inicialmente las calificaciones de las fincas son de 88 % como con prácticas deficientes debido al sistema tipo “semáforo” (ver figura 2 y cuadro resultados por finca y por criterio).

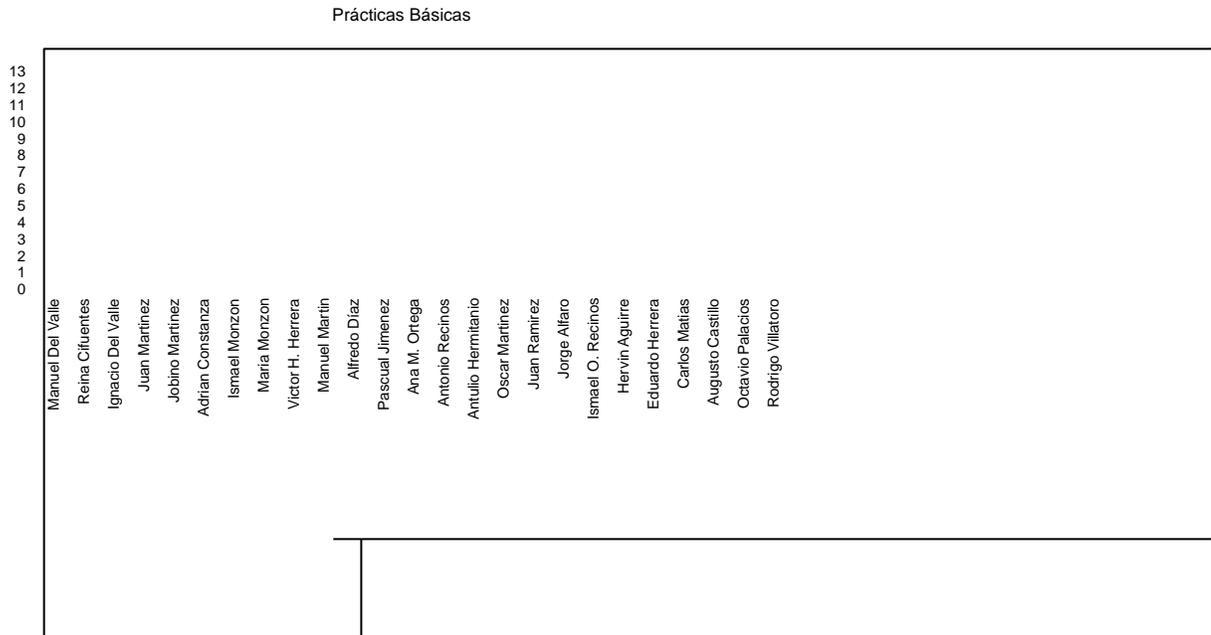


Figura 6. Número de prácticas de básicas que se cumplen en las fincas inspeccionadas. Clúster Huehuetenango, Guatemala, abril 2007.

El 12 % de las fincas inspeccionadas obtuvo la calificación de “Prácticas Básicas”, lo cual equivale a 3 fincas. El promedio de las 25 fincas inspeccionadas con la herramienta TASQ es de 6.84 prácticas básicas. Las fincas o productores con mayor número de estas prácticas son; Reina Cifuentes (ADESC) con 12 prácticas, Juan Ramírez (Fca. El Pacayal) y Carlos Matías (Fca. Buena Vista) ambos con 11 prácticas básicas. Las fincas con menor número de prácticas básicas son Rodrigo Villatoro (Fca. Los Cerros Champila) con 2 prácticas y Jobino Martínez (UPC) con 3 prácticas básicas.

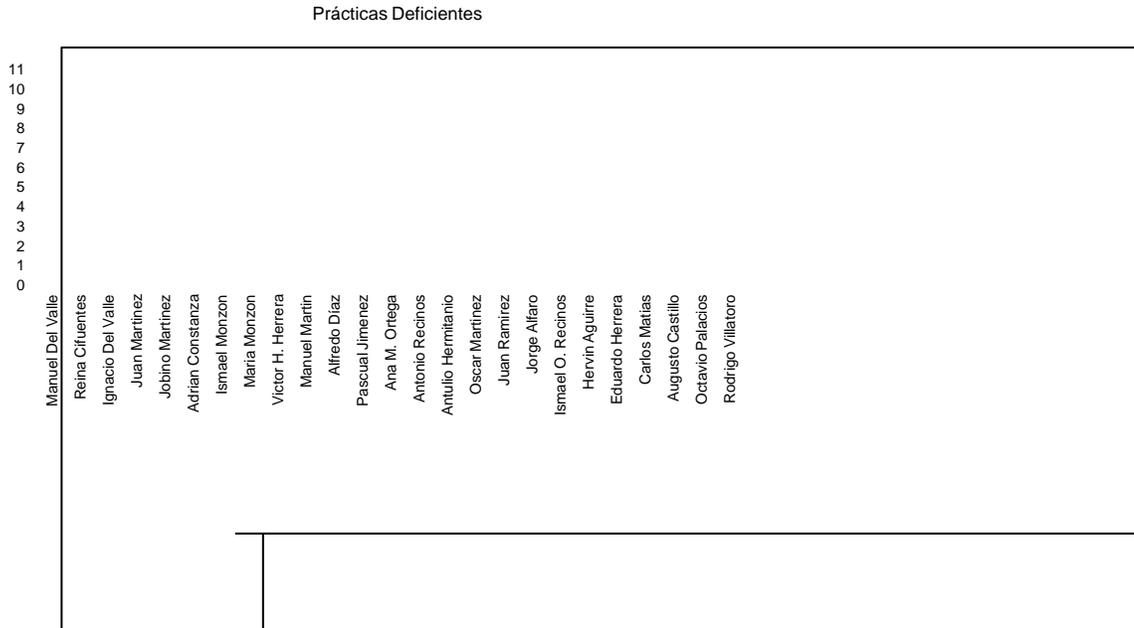


Figura 7. Número de prácticas de deficientes que se cumplen en las fincas inspeccionadas. Clúster Huehuetenango, Guatemala, abril 2007.

En la gráfica 6, se observa el comportamiento de las fincas con respecto a las prácticas deficientes, el 88 % de las fincas inspeccionadas se encuentran calificadas como con “Prácticas Deficientes”, sin embargo, el promedio de las 25 fincas evaluadas es el más bajo de los 4 tipos de prácticas existentes, con un valor de 2.16 prácticas en promedio. En este caso lo más deseable es que los productores tengan un menor número de prácticas deficientes, de los 25 productores evaluados, 3 no presentaron prácticas deficientes y 9 presentaron solamente 1 práctica deficiente, sin embargo, el contraste se observo con el productor Jobino Martínez (UPC) quien presento 10 prácticas deficientes.

1.5.3 Resultados por finca y por criterio

En el cuadro siguiente se observa que 3 de las fincas evaluadas con la herramienta TASQ fueron calificadas como fincas con “prácticas básicas” y 22 fueron calificadas como fincas con “prácticas deficientes”. Sin embargo, el promedio de prácticas deficientes para las 25 fincas es bajo (2.16), factor que puede influir en un pronto posicionamiento como fincas básicas para el clúster.

Se observa que para el criterio “Calidad” 7 fincas obtuvieron la calificación máxima equivalente a 50 %. En los criterios “Económico”, “Social” y “Ambiental” se observa una menor calificación, esto se debe a que el restante 50 % de los puntos posibles, se comparte equitativamente en estos 3 criterios, por lo que la cantidad máxima que puede obtenerse por criterio es de 16.66 %. El promedio total para las 25 fincas evaluadas es de 70.76 % de la calificación posible, el productor con la menor calificación obtenida fue el señor Jobino Martínez con 46 %. Los productores calificados como fincas básicas obtuvieron calificaciones que se encuentran dentro del rango de 75 a 82 %. Sin embargo, la segunda calificación más alta obtenida se obtuvo en un productor clasificado como con “prácticas deficientes” y fue de 81 % con el productor Octavio Palacios de la finca La Providencia I.

Cuadro 8. Calificación general de las fincas evaluadas

Finca/Productor	Calidad	Económico	Social	Ambiental	Total	Resultado	Deficientes
Manuel Del Valle	50	8	8	9	75		0
Reina Cifuentes	50	4	6	5	65	Deficiente	3
Ignacio Del Valle	50	11	10	7	78	Deficiente	2
Juan Martínez	48	11	10	6	75	Deficiente	1
Jobino Martínez	31	6	4	5	46	Deficiente	10
Adrián Constanza	44	11	6	5	66	Deficiente	3
Ismael Monzón	46	8	6	5	65	Deficiente	3
Maria Monzón	48	7	8	6	69	Deficiente	2
Víctor H. Herrera	48	10	8	7	73	Deficiente	1
Manuel Martín	44	8	7	6	65	Deficiente	2
Alfredo Díaz	46	10	7	4	67	Deficiente	3
Pascual Jiménez	42	6	6	6	60	Deficiente	7
Ana M. Ortega	48	11	11	6	76	Deficiente	1
Antonio Ricinos	42	14	10	8	74	Deficiente	1
Antulio Hermitanio	48	7	8	6	69	Deficiente	2
Oscar Martínez	48	8	10	6	72	Deficiente	1
Juan Ramírez	50	6	8	6	70	Deficiente	1
Jorge Alfaro	50	11	11	10	82		0
Ismael O. Ricinos	50	8	10	7	75	Deficiente	1
Hervin Aguirre	48	10	10	6	74	Deficiente	3
Eduardo Herrera	46	11	10	8	75	Deficiente	1
Carlos Matías	40	8	9	6	63	Deficiente	2
Augusto Castillo	48	11	11	9	79		0
Octavio Palacios	50	11	13	7	81	Deficiente	1
Rodrigo Villatoro	44	13	10	8	75	Deficiente	3
				PROMEDIO	70.76	PROMEDIO	2.16

Fuente: Resultados Inspección Interna, clúster Huehuetenango, programa AAA de Nespresso, 2007.

1.5.4 Resultados Globales por Criterio

En la Figura 8, se observan los resultados promedio de las 25 fincas que fueron parte de la muestra, obtenidos en los 4 criterios que evalúa la TASQ. Para el criterio “Calidad” se puede observar que se obtuvo una calificación de 46.36 puntos de 50 posibles, lo que equivale a 92 % para este criterio. Para el criterio “Económico” se obtuvo una calificación promedio de 9.16 puntos de 16.66 posibles, lo que equivale a 54 % para este criterio. El criterio “Social” obtuvo una calificación promedio de 8.68 puntos de 16.66 posibles, lo que equivale a un desempeño de 52 %. Finalmente en el criterio “Ambiental” se obtuvo un promedio de 6.56 puntos de 16.66 posibles, lo que equivale a 39 % de tal forma que el criterio ambiental ha sido en el cual se obtuvo el menor desempeño global.

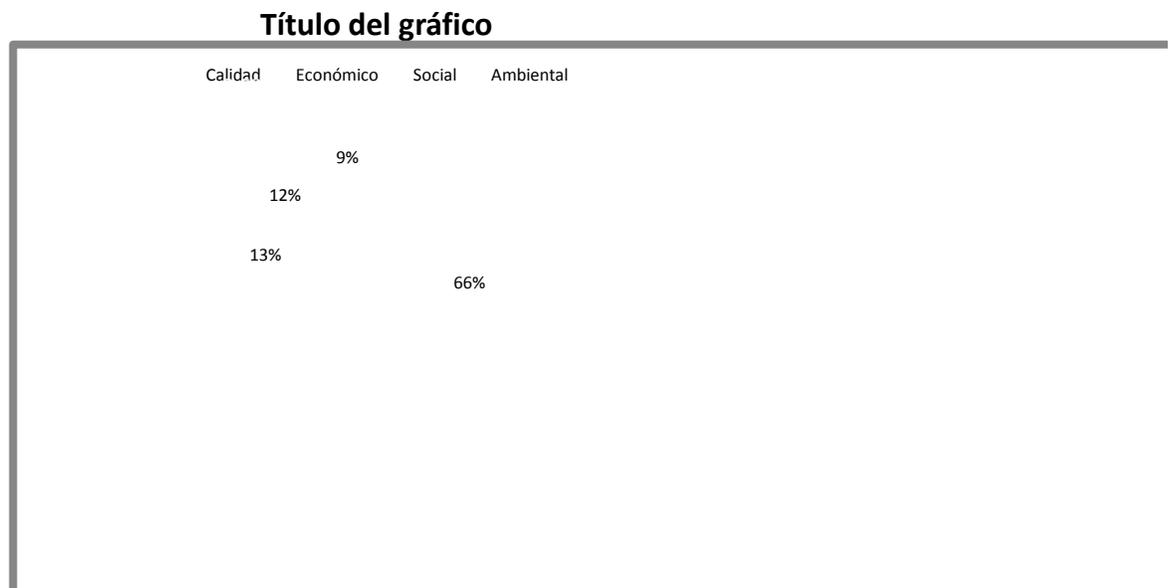


Figura 8. Calificación obtenida por criterio evaluado en las fincas inspeccionadas. Clúster Huehuetenango, Guatemala, abril 2007. Exportcafé, S. A.

1.5.5 Aspectos principales

Calidad . En síntesis a nivel global se observa un desempeño alto sobre el manejo de las prácticas requeridas para el aseguramiento de la calidad del café producido por los productores que son parte del clúster Huehuetenango. Esa es una de las razones por las cuales el café de esta región está considerado como uno de los de mejor calidad del país.

Ambiental: El desempeño del criterio ambiental fue el menor encontrando dentro de la muestra evaluada, los aspectos “Manejo de Desechos” y “Conservación de Recurso Hídrico” fueron los que presentaron mayor repetición como prácticas deficientes. Y el aspecto “Manejo Integrado del Cultivo” fue el que resulto mejor calificado con 14 fincas con prácticas “Emergentes” esto se debe al bajo uso de agroquímicos en la zona.

Social: El criterio social presento 8 fincas de las 25 evaluadas con prácticas consideradas como “Deficientes” la mayor repetición se observa en el factor “Salud Ocupacional (Viviendas)” y se da principalmente en los grupos de productores, la causa se debe a la no disponibilidad de áreas específicas, para habitación, comedor, cocina y bodegas.

Económico: Las fincas evaluadas, se desempeñaron a un 54 % del punteo posible, se observo que las prácticas que más debilidad y frecuencia presentaron fueron; Planes de Manejo y Registros de Ingresos y Egresos, esto es un factor determinado por la falta de costumbre del productor mediano y pequeño principalmente para sistematizar las actividades que se realizan.

1.6 Conclusiones

- A. El 88 % de las fincas inspeccionadas con la herramienta de evaluación para la calidad sostenible TASQ, obtuvieron un desempeño de clasificación global como “Prácticas Deficientes”, y la mayor frecuencia de estas prácticas se observó en el criterio Ambiental “Manejo de Desechos” y “Conservación de Recursos hídricos”.
- B. El criterio Calidad, fue el que obtuvo el mejor desempeño global con el 92 % de los puntos posibles obtenidos del promedio de las fincas que fueron parte de la muestra.
- C. Existen requisitos de carácter infraestructural que determinaron en gran medida el bajo desempeño del criterio Social, principalmente en el aspecto Salud Ocupacional

(Viviendas) ya que se observó una alta repetición de falta de áreas específicas para habitación, cocina, comedor y almacenamiento de café, víveres y otros, dentro de las propias habitaciones de los productores que son parte del programa. Principalmente en los estratos 1, 2, 3 y 4, que corresponden a grupos de productores.

- D. En promedio el 88 % de las fincas implementan 2.16 prácticas deficientes, valor que se incremento considerablemente por el bajo desempeño de 1 productor (Jobino Martínez), ya que 1 aspecto mal realizado estaba relacionado con varios criterios.
- E. Durante las inspecciones TASQ y como parte de los procedimientos del programa, se elaboraron planes de acción individual, los cuales cuentan con actividades a corto plazo que los productores se comprometieron a cumplir, por lo que se espera una mejora en los resultados de las inspecciones de tercera parte.
- F. De las fincas inspeccionadas, 9 fincas (39 %), realizan solamente 1 práctica deficiente, 5 fincas (22 %), realizan 2 prácticas deficientes y 6 (26 %) realizan 3 prácticas deficientes, por tal razón, se concluye que deberán hacerse correcciones en un máximo de 3 prácticas para subir al nivel “Básico”..

1.7 Recomendaciones

- A. Elaborar un plan de acción, que describa las actividades que Exportcafé, S. A. deberá realizar para mejorar el desempeño de la fincas con respecto a los requerimientos de la TASQTM, para las inspecciones internas que deberán realizarse en el año 2008.
- B. Realizar un proceso de capacitación a los productores, sobre la importancia de cumplir con los requerimientos de la TASQTM, y los impactos negativos al medio ambiente, sociedad y administración de las fincas que causan las prácticas consideradas como “deficientes” por el programa AAA de Nespresso.

- C. Para mejorar el desempeño en el área “Económica”, se deberá elaborar un sistema documental que permita a los productores realizar, planificación anual de actividades agrícolas, estimación de la inversión anual, registro de actividades realizadas y registro del costo real de las actividades, así como un análisis de Ingresos versus Egresos.
- D. Una adecuada estrategia para que los productores puedan realizar la planificación anual y registro de actividades, es por medio de estudiantes de Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, quienes pueden dar asistencia técnica en campo y así hacer planificaciones basadas en las capacidades económicas reales de cada productor.
- E. Realizar una capacitación sobre la TASQ™, a los estudiantes de la Facultad de Agronomía, que realicen estas actividades, para asegurar un dominio de la norma AAA de Nespresso, lo cual permitirá hacer asistencia técnica acorde a los requerimientos y así lograr en el 2008 un mejor desempeño de los productores.
- F. Para minimizar el impacto negativo de las aguas residuales de los beneficios húmedos de los pequeños productores, se recomienda la construcción de fosas sépticas alejados de cualquier fuente de agua para depositar las aguas residuales y lograr una lenta infiltración en el suelo y evaporación.

1.8 Bibliografía:

1. Rainforest Alliance, GT. 2008. Manual de implementación del programa AAA de Nespresso, Ciclo TASQ™. Guatemala. 80 p.
2. Wikipedia.com. 2008. Sostenibilidad (en línea). US. Consultado 23 jun 2008. Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Sostenibilidad>

CAPITULO II

EVALUACION PRELIMINAR DEL DESEMPEÑO DE TRES DISEÑOS DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE BENEFICIADO HÚMEDO DE CAFÉ, EN EL DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA C.A.

PRELIMINARY EVALUATION OF THE PERFORMANCE OF THREE DESIGNS OF WASTEWATER TREATMENT PLANTS FROM COFFEE WET BENEFIT, IN THE DEPARTMENT OF HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

2.1 Presentación

El departamento de Huehuetenango ha basado históricamente sus actividades económicas en torno a la agricultura; y, dentro de esta actividad agrícola encontramos al café, como el cultivo de mayor importancia social y económica. La crisis en los precios internacionales y la fuerte diversificación productiva en los últimos años han impactado negativamente, el desarrollo de este sector, que representa la fuente del sustento económico de gran parte de la población, sin embargo, aún sigue siendo la principal fuente de ingresos en el área.

El agua es un recurso importante para el sector cafetalero, tanto en el cultivo, como en las actividades agroindustriales de beneficiado del mismo, donde se utiliza agua de nacimientos, ríos, pozos; el uso descontrolado del recurso puede significar un riesgo para el desarrollo sostenible y sustentable del sector. En los últimos años, se ha acentuado la problemática del agua ligada principalmente a la calidad de la misma y los impactos de las actividades agropecuarias sobre el recurso. La contaminación de los cuerpos de agua, debido al manejo inadecuado de las aguas residuales de origen no solo agrícola, también industrial y doméstica, son las causas principales del problema. Ante tal situación es necesario promover el desarrollo de tecnologías que coadyuven a mejorar la calidad de los efluentes.

En el proceso de beneficiado del café, es necesario crear algún sistema efectivo para el tratamiento de aguas, que facilite la eliminación de sólidos y donde el contenido bacterial de las mismas sea muy bajo, que pueda ser utilizada nuevamente, o bien devuelta al sistema de donde se obtuvo, con una calidad adecuada que evite o disminuya los impactos en su calidad y garantice su utilización para este u otros fines. De esta manera se estaría cumpliendo con el reglamento de la descarga de aguas residuales y disposición de lodos, contenido en el Acuerdo Gubernativo 236-2006.

El beneficiado húmedo del café genera tres diferentes contaminantes: aguas de despulpado, aguas de lavado y la pulpa cuando es vertida a los ríos. El beneficiado de un

kilogramo de café verde, provoca mediante la generación de las aguas de lavado y despulpado, una contaminación equivalente a la generada por 5-6 personas adultas durante un día. La concentración de la materia orgánica en las aguas procedente del fermento del café, depende del volumen utilizado por el beneficio y en particular, si hay recirculación de agua o no.

En este estudio se evaluó la eficiencia de tres sistemas diferentes de tratamientos de aguas residuales, en tres beneficios distintos, a cada uno se le evaluarán los parámetros siguientes: DBO, DQO, Nitrógeno Total, pH, Temperatura; con la finalidad de contribuir al manejo sostenible y sustentable del recurso agua, disminuyendo el impacto de las aguas residuales de los sistemas de beneficiado. Este estudio fue apoyado por Export Café S.A. con el objetivo de analizar las tres plantas de tratamiento para ver cuál de las tres es más eficiente y de menor costo para que pueda ser implementada por los productores pequeños de la región.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Importancia del café a nivel mundial

El café es, en volumen, el segundo producto más comercializado en el mundo entero después del petróleo. Esto explica, en sí, su trascendencia, tanto para los países productores como para los países consumidores (ANACAFE, 2000).

Oriundo de Etiopía, el café se difundió como bebida en Arabia, entre los siglos XIII al XV; en el Cercano Oriente, en el siglo XVI; en Europa, en el XVII; y, en América, en el XVIII. Como cultivo se aclimató rápidamente en el Nuevo Mundo. Varios países asiáticos, latinoamericanos y africanos, entre los Trópicos de Cáncer y de Capricornio, encontraron en este producto la clave para su desarrollo económico (Rubio, 1969).

La importancia del café radica en que, como cultivo y como artículo de exportación y consumo, pasa por una serie de procesos y etapas que involucran a millones de personas: En la planta desde la formación de almácigos, el trasplante, cultivo, poda; en el fruto y grano en la cosecha, despulpado, fermentación, lavado, secado, descascarado, escogido, empaque, comercialización, transporte, embarque, desembarque, separación, mezcla, tueste, empaque y etiquetado, hasta su venta al detalle. Finalmente, el producto es molido, preparado, servido y saboreado en una taza (Abad, 1990).

2.2.2 Importancia del café en el sector agrícola guatemalteco

En Guatemala, el café desempeña un papel crucial en la economía agrícola y en la dinámica del empleo en amplias regiones del país. El cultivo del café en Guatemala se desarrolló desde el siglo pasado (Guatemala exporta café desde 1859) y desde entonces se ha constituido en el principal cultivo del país, tanto por el valor de la producción como por la cantidad de divisas y empleo que genera. El café da beneficios económicos a cerca de 1,7 millones de personas. Por otra parte, el país actualmente posee la más alta producción de café en el istmo centroamericano, posición que alcanzó desde 1985, cuando la producción salvadoreña inició su declive como resultado de la situación de crisis sociopolítica que desde 1979 hasta 1991, sufrió ese país (Alfaro, 2001).

“La introducción del café a Guatemala no se conoce con exactitud. En una revista peruana, se informó (...) que procede de plantas traídas por los jesuitas en la época de la colonia (...) Las plantas de café fueron luego propagadas por Don Manuel Álvarez de Asturias en su finca Soyate. En 1743 se habría servido por primera vez, al final de un gran banquete celebrado con motivo de elevarse la Catedral de Antigua Guatemala a la categoría de Metropolitana (...) Un hecho indudable es que a principios del siglo pasado ya se había introducido el café a Guatemala, aunque su cultivo se hacía en pequeña escala y se deseaba fomentarlo. Una Real Orden del 15 de noviembre de 1803 dispuso "...exonerar de todo impuesto del diezmo y la alcabala por diez años a todo nuevo plantío de café que se cultivase en tierras del Reino de Guatemala." Una ley dictada en 1823 (...) concedió privilegios a las personas que cultivaran ciertas plantas, entre ellas el café. En 1835, el gobierno (...) dispuso que se premiara con doscientos pesos al primer agricultor que cosechara cien quintales (...) En 1845 (...) el gobierno dispuso comprar a precios fijos el grano (...) en 1856, el gobierno hizo traer diez máquinas despulpadoras (...) la primera exportación de café se hizo en 1852” (ANACAFE, 1998).

El cultivo del café es fundamental en la historia del desarrollo de la economía guatemalteca, no solamente por el crecimiento económico al que se encuentra asociado, sino además por los efectos que tuvo sobre la población rural del país. La importancia de la dinámica económica introducida por el café en las áreas rurales guatemaltecas desde el siglo pasado, al igual que en el resto de Centro América, significó el surgimiento de la propiedad privada moderna y el abandono de formas de propiedad más tradicionales. También implicó una demanda extraordinaria de mano de obra, afectando la dinámica de la población en términos de migraciones y estructuración demográfica del espacio (ANACAFE, 1998). Como el cultivo que moldeó el núcleo de la economía y de la acumulación de capital -que luego se diversificó-, su peso ha sido de una alta significación en el conjunto de la economía nacional. El siguiente cuadro ilustra su importancia contemporánea. El café representa por sí solo el 30 por ciento a 35 por ciento del valor total de las exportaciones de Guatemala y el 12 por ciento del PIB del país (ANACAFE, 1998).

2.2.3 Principales zonas cafetaleras de apelación

La consecuencia lógica de la disparidad de condiciones ecológicas se verifica a través de la diversidad organoléptica de los cafés de Guatemala según la procedencia. Al igual que para los vinos en Francia donde existen grandes regiones productoras muy distintas (Bordeaux, Bourgogne, Alsace etc.) y subregiones con características marcadas (Medoc, Pomerol, Graves, St Emilion etc. entre los Bordeaux etc.). ANACAFE estableció una clasificación del café a través de sus calidades organolépticas en Guatemala, en cinco regiones (orígenes) distintas de producción de café: Antigua, Atitlán, Fraijanes, Huehuetenango y Cobán; lo cuales se describen a continuación:

- A. *Antigua.* La región cafetalera de Antigua, en el departamento de Sacatepéquez, mantiene una temperatura de 19 a 22 grados durante todo el año. Antigua es un valle rodeado de montañas y volcanes en cuyas laderas de suelos volcánicos se cultivan los famosos y conocidos cafés de dicha región, a una altitud de más de 1,500 metros, siendo una de las áreas de más antigua ocupación cafetalera en el país. El micro clima particular de Antigua, templado y con una marcada definición de las épocas lluviosas y secas, influye en la maduración homogénea del fruto de alta calidad (Roux, 1992). Sus habitantes tienen una gran habilidad natural para seleccionar perfectamente el café y producir la calidad que lo caracteriza y por la que es conocido como uno de los mejores cafés del mundo.

- B. *Atitlán.* El café de Atitlán se cultiva en una planicie inclinada que forma una depresión donde se aloja el imponente Lago de Atitlán. Los suelos donde nace este café están formados por materiales procedentes de los volcanes Atitlán, san Pedro, y Tolimán, lo cual favorece su crecimiento y el perfecto desarrollo de sus calidades. La producción de café de tipo Atitlán se concentra en el municipio de Sololá, departamento de Sololá. La altitud de las plantaciones oscila de 1,200 a 1,800 metros sobre el nivel del mar, lo cual hace muy restringida la presencia de plagas y enfermedades que más atacan el cultivo.

- C. *Fraijanes*. Se cultiva en el municipio de Fraijanes, departamento de Guatemala a altitudes referidas entre los 1,200 a 1,500 metros sobre el nivel del mar, en una región de temperatura agradable y moderada durante todo el año. La combinación de los factores orográficos, geográficos y climáticos que identifican a la región de Fraijanes influye en la determinación de las características espaciales del grano, que es de excelente calidad y aspecto (Alfaro, 2001).
- D. *Huehuetenango*. Las zonas cafetaleras de Huehuetenango se encuentran entre los 1,500 y 2,000 metros sobre el nivel del mar, altura ideal para el cultivo del café de apreciable calidad. El ambiente donde se cultiva, se ve modificado por corrientes de vientos cálidos procedentes del Gran Valle de México, lo que permite cultivar café a alturas mayores de los 2,000 metros y producir granos de gran calidad. La ubicación dentro de la zona subtropical húmeda contribuye a que la región huehueteca produzca un café de hermosa apariencia y maduración uniforme (Roux, 1992).
- E. *Cobán*. Esta región, en Alta Verapaz, está clasificada como bosque subtropical húmedo. Su clima cálido y húmedo entra desde el Caribe y propicia una lluvia que dura todo el año. Además está rodeado de varias cadenas de montañas que producen una serie de variados micro climas que van desde el caliente tropical hasta el muy frío. Todas estas características contribuyen a que el café crezca rápidamente y se distinga por su aroma, cuerpo y acidez dignos del café fino (Roux, 1992).

Otras regiones Además de las indicadas, por ser las más conocidas, se cultivan excelentes calidades de café de tipos Semiduro, Duro y Estrictamente Duro en cantidades porcentualmente significativas en San Marcos, Costa Cuca, la Unión Zacapa, Santa Rosa, Mataquesuintla, Ayarza y Jalapa. Algunos municipios mantienen producciones homogéneas reconocidas como calidades diferenciadas dentro del conjunto de los cafés de altura como es el caso de Mataquesuintla en el departamento de Jalapa en donde se siembra la variedad "Pache" de grano grande (Alfaro, 2001).

2.2.4 Beneficiado del café

Las fincas de café poseen todas unas infraestructuras para el beneficio del café, pero en su mayor parte no se encuentran en buenas condiciones y datan de muchos años de servicio. Si se va apoyar la producción es necesario mejorar, ampliar, o tal vez renovar dichos beneficios de café. En todo el país existen alrededor de 3,200 beneficios húmedos que producen el café pergamino, es decir que para cada 27 productores de café existe una instalación de beneficiado registrado. En este aspecto, el sistema guatemalteco se diferencia de otros de la región, en que no existen las grandes centrales de beneficiado húmedo: el beneficiado húmedo es relativamente desconcentrado. Por otra parte, al igual que el resto de las características de la cadena cafetera, la densidad, tamaño, capacidad y características técnicas de los beneficios, varía según la región. Es decir, que la capacidad instalada de beneficiado no necesariamente se corresponde con una consecuente producción, sino que podría superarla o bien no lograr abastecer la demanda local. En algunas regiones del país como Alta Verapaz, gran parte del café debe salir del área para procesarse, lo que ocasiona problemas de calidad por sobre fermentación durante el transporte. En otras regiones, como Huehuetenango, hay muchos beneficios húmedos pero en precarias condiciones muchos de ellos, así que los problemas de calidad proceden de un despulpado deficiente, una fermentación incorrecta y un proceso de secado a veces insuficiente o en tales condiciones que en los pequeños patios se continúa la fermentación por exceso de espesor de la capa de café (Alfaro, 2001).

La mayor parte de las cooperativas poseen su propio beneficio húmedo y algunas de las afiliadas a federaciones pueden acceder al beneficio seco de la Federación, como es el caso de la Federación de Cooperativas Cafetaleras de Guatemala. Los beneficios secos son cerca de 100 en el país y en general son poseídos por empresas relacionadas con la exportación de café. Los beneficios de café en Guatemala se encuentran integrados dentro de la cadena productiva, en una posición intermedia. En términos de proceso, entre la producción en sí y la venta al importador extranjero. En términos de relaciones económicas, en forma distinta según la manera en que se articulen con las economías locales, su tamaño y su relación individual con una cadena vertical. Es decir, que un beneficio húmedo, establece distintas relaciones económicas si es propiedad de un

agricultor local que si es parte de uno de los canales de comercialización y sirve de eslabón en una cadena en la que recibiendo dinero del exportador, lo entrega al intermediario transportista y éste a su vez lo presta al productor directo (Alfaro, 2001)

2.2.5 Costo del beneficio de café

El beneficio de café, es una infraestructura con una mayoría de obras civiles y algunos equipos, según datos proporcionados por ANACAFE, una planta para procesar 70,000 kg de Pergamino cuesta Q. 130,000 para una obra civil, Q. 50,000 para maquinaria y equipo, y, Q.60,000 para otros: acometida eléctrica, transporte nivelación de terreno, etc. por un costo unitario total de Q. 160/45 kg (ANACAFE, 1998).

2.2.6 Tipos de beneficiado del café

Como se mencionó anteriormente existen básicamente dos tipos de beneficiado de café, que son el beneficiado seco y el beneficiado húmedo, los cuales se describen a continuación:

A. Beneficio seco

Al observar los eventos que se realizan en el proceso se comprueba que en esta etapa no se le agrega calidad al café, sino que se trata de una serie de separaciones que se inician desde recibir el pergamino en la tolva a la entrada del beneficio; retirar impurezas; quitar y separar la cáscara del grano de café; separar por tamaño, densidad y color en zarandas, catadoras, máquinas electrónicas y bandas de selección manual, hasta que el producto se pesa y se ensaca para ser exportado (Galindo, 1998).

Existen aproximadamente 50 beneficios completos (húmedo y seco) que pertenecen a grandes finqueros (que son a la vez productor, beneficiador y exportador) y unos 30 beneficios secos grandes, propiedad de sociedades de exportación que compran café pergamino. Estos últimos no están en capacidad teórica de diferenciar los cafés por origen o calidad por su tamaño. Aunque se costumbre almacenar el café pergamino por lote más o menos identificados, se realizan muchas mezclas de cafés a este nivel (ANACAFE, 1985).

Se estableció que en este componente se prepara el café (primeras y segundas clases), principalmente para la exportación a los mercados norteamericano (hasta 10 imperfecciones) y europeo (hasta 7 imperfecciones). Aquí se separan, además de las primeras y segundas, las denominadas cataduras, olivers y escogeduras, catalogadas como cafés inferiores que en un porcentaje considerable se comercializan con las tostaderías locales y se destinan al consumo interno. En opinión de varios exportadores, en la medida en que se han introducido variedades de alta productividad y se ha ido perdiendo la tradición de procesar café de calidad, así se requiere de mayor número de actividades de separación en el proceso seco y, por consiguiente, se incurre en costos adicionales. Por otra parte, el rendimiento de café pergamino a café oro ha ido disminuyendo al grado que hace algunos años 52 kg de de café pergamino rendía 45 kg de café oro y actualmente se precisa de 60 kg de pergamino para 1 de oro. A las causas de disminución en los rendimientos, hay que agregar que el proceso de comercialización del café se ha vuelto más competitivo y esto ha originado una serie de prácticas como las mezclas que contribuyen al deterioro de la calidad del café guatemalteco. Los beneficios secos y las casas comerciales exportadoras trabajan mezclas de café en función de la demanda de compradores externos, lo que representa costos adicionales por actividades de separación más exigente, pero también precios diferenciados. Finalmente, aunque en la actualidad los precios del café han disminuido significativamente en el mercado internacional, los exportadores opinaron que hay demanda externa para café de alta calidad (ANACAFE, 1985).

En el beneficio seco el café se mortea sin pulir para no afectar su calidad, utilizando una clasificadora de tamaños para la definición de preparaciones, ya que el café es seleccionado desde el momento en que se cosecha. Una vez realizada la clasificación se prueba el grano. El tostador utilizado cuenta con un difusor de flama que no afecta la calidad lograda en finca, determinada por su altura, suelo de origen volcánico y la humedad ambiental de la micro región donde se localiza una plantación (ANACAFE, 1998).

B. El beneficio húmedo de café

El beneficio del café por vía húmeda es un conjunto de operaciones realizadas para transformar el café cereza en pergamino seco, minimizando las incidencias frente al medio ambiente, conservando la calidad exigida por las normas de comercialización, evitando pérdidas del producto y eliminando procesos innecesarios, como el consumo excesivo de agua, logrando así, el aprovechamiento de sus subproductos.

Este proceso reduce la contaminación producida en más de un 90%. Entre otros beneficios húmedos, cerca de 1400 están situados en la zona cafetera de Huehuetenango; se trata de pequeñas unidades de despulpe individuales poco sofisticadas. En el caso de los pequeños productores que benefician el café se estableció que lo hacen básicamente con la siguiente tecnología:

- i. Pulperos cilíndricos de metal (de marca Eterna de Colombia) _ existen todavía entre 10 y 15 por ciento de pulperos antiguos de madera _ accionados manualmente. Algunos son móviles.
- ii. Pilas de cemento o canoas de madera para fermentar y lavar el producto y en algunos casos separar primeras y segundas.
- iii. Pequeños patios, cajas de madera, petates lienzos de plástico o de tela para secar el café (CENICAFE, 1998).

Raramente se clasifica el uva fresca por separación de las flotes antes del despulpe. Los aparatos carecen de ajuste y no se hace clasificación por criba en la mayoría de los casos; tampoco se hace repaso. El sistema de eliminación del mucílago por fermentación es de los más simples, en una caja de madera o un saco de tela. En los productores más importantes existen pilas de concreto para la fermentación. Varía bastante la duración de la fermentación, entre 12 y 48 horas, normalmente en función del clima (temperatura), pero con un control frecuentemente deficiente. Muchos productores que no tienen pilas guardan los maduros 2 días antes del despulpado o mezclan las cerezas de dos cortas en el mismo recipiente. Esto provoca serias alteraciones sobre la calidad final del café. Asimismo, por el reducido espacio en las pilas, la fermentación no es uniforme, causando sobrefermentación en los granos que se ubican en el fondo de la pila; esto produce un

café de sabor vinoso. Se hace un lavado muy sencillo, en cubetas o cajas, sin clasificación (ANACAFE, 2000).

El secado del café pergamino es bastante problemático en las zonas húmedas; no es siempre posible realizar un secado tradicional en patio (playado). Muchos productores usan zarzos o madera perforada. El secado tiene una duración de 3 a 5 días, generalmente insuficiente o discontinuo, siendo guardado el café demasiado húmedo para su conservación sin pérdida de calidad. Transportan algunos productores el pergamino hacia secaderos artificiales, bastante numerosos en las zonas productoras de cardamomo. Todavía, el resultado deja mucho que desear: café quemado, olor a cardamomo, secado heterogéneo. En algunas zonas (Chancolín) existen secadores (hornos con estantes) pero esta tecnología, mal dominada, tiene también consecuencias negativas sobre la calidad: paredes mal aisladas, bajo rendimiento energético, chimenea con huecos (olor a humo del café) nada circulación del aire y eliminación del agua, falta de control dando una baja calidad y poca homogeneidad en el grano. Considera ANACAFE que este beneficiado por pequeñas unidades individuales garantice una excelente calidad (Galindo, 1998).

Por otra parte, en lo que se refiere a los medianos y grandes productores que benefician café cereza y obtienen pergamino, así como a los procesadores intermediarios, se encontró que este proceso es más complejo en la medida que aumenta de escala en los volúmenes procesados y está integrado al beneficio seco, con fines de exportación. Cerca de 1600 beneficios húmedos son de un tamaño un poco más grande (productores medianos, agrupaciones, asociaciones...). Entre estas últimas, existen 400 a 500 beneficios que compran el café en cerezas maduras (ANACAFE, 2000).

Generalmente, la tecnología es más controlada:

- i) pilas de recepción del café uva fresca y clasificación según la densidad, en sifón, con separación de flotes o natas;
- ii) despulpe del café uva en pulperos en metal, muchas veces mediante un motor;
- iii) clasificación del café despulpado en zarandas o cribas y repasador;
- iv) fermentación en pilas de concreto;

- v) correteos de lavado en concreto;
- vi) secado del pergamino en patios de concreto, algunas veces sobre plástico (Alfaro, 2001).

Más en detalle sobre el proceso del beneficiado húmedo, se verifica una buena organización global del beneficio pero con numerosos defectos de manejo. Se observa que especialmente en épocas pico de cosecha la mayoría de los productores procesadores medianos y grandes, así como algunos procesadores comerciales, enfrentan problemas en el beneficiado húmedo de café, según se describe a continuación.

- i) Un mayor tiempo de espera en beneficio, lo que ocasiona fermentación del café en cereza.
- ii) No clasificación del producto por grado de madurez antes de despulparlo.
- iii) Despulpado ineficiente por falta de calibración frecuente de los pulperos (numerosos frutos no despulpados); algunos procesadores comerciales y exportadores indicaron que las variedades de mayor rendimiento producen un causando pérdidas por fugas de los granos buenos entre la pulpa.
- iv) calibrado de la zaranda o criba dejando cerezas en el pergamino o dejando pasar el pergamino dentro de los desechos.
- v) Fermentación mal controlada con sobrefermentación o subfermentación del producto, al existir presión de volúmenes despulpados y en espera.
- vi) Infraestructura insuficiente para secar el grano: patios de tamaño insuficiente sobre cargados en café pergamino húmedo (camas demasiado gruesas), o café pergamino húmedo amontonado provocando una sobrefermentación (stinkers); y existen pocas secadoras; lo que unido a factores climáticos como humedad y lluvias, da origen a producto manchado, con olor y sabor a moho.
- vii) Lavado deficiente por escasez de agua en muchos casos, provocando distorsiones en todo el proceso (se necesita 1 a 2 m³ de agua limpia por quintal de café pergamino) (ANACAFE, 2000).

Algunos procesadores y exportadores indican que, en Huehuetenango los pequeños productores enfrentan problemas en el lavado del café debido a deficiencias en la cantidad

y calidad de agua. Esto resulta en un pergamino de color amarillento o rojizo. Los beneficios más grandes son generalmente los mejor mantenidos. El principal defecto encontrado consiste en la pila de recepción única y un número reducido de despulpadores grandes que no permite separar las uvas de orígenes o de calidad distintas. Al comparar el esquema ideal de beneficiado húmedo con los elementos y actividades de los beneficios húmedos medianos, grandes y complejos investigados, se encuentra en este componente la mayoría de procesadores no tienen tanque de recepción, algunos carecen de pulpero repasador y usan bomba de retorno para regresar a los pulperos el grano mal o no despulpado, la mayoría no clasifican el producto previo a fermentarlo y lo lavan en forma manual sin máquinas desmucilagadoras, y en general usan los sentidos para llegar al punto de secado, sin utilizar un determinador (ANACAFE, 1998).

2.2.7 Tipos de beneficios húmedos

A. Beneficio húmedo tradicional.

Se ubica por lo general, cerca de una fuente de abastecimiento de agua ya que el proceso es el mismo de un beneficio tradicional, con un proceso de reconversión gradual, principalmente en la recirculación del agua, logrando una disminución de hasta un 50%.

Debido a su gran demanda de agua para los procesos de despulpado y lavado, estos se encuentran regularmente ubicados en las cercanías de un río, que les provee del agua así como de un medio de transporte y desecho de la pulpa y aguas mieles. Se estima que estos beneficios utilizan alrededor de 2,000 a 3,000 litros de agua, para procesar un quintal de pergamino seco (40 kg de café oro) (ANACAFE, 1985). Esta cantidad de agua utilizada sale hacia fuentes de agua, arrastrando subproductos del café, como mucílago y pulpa, provocando contaminación. La mayoría de las operaciones las realizan de forma manual. En este tipo de beneficio, con relación a la disposición y uso de los subproductos del beneficiado húmedo del café, deberán cumplir con los mismos requerimientos de un beneficio tecnificado (Galindo, 1998).

B. Beneficio tecnificado

Estos beneficios pueden estar ubicados en cualquier lugar de la finca, no necesariamente a orillas de un cuerpo de agua. El desarrollo tecnológico ha permitido crear sistemas que tienden a minimizar aún más la cantidad de agua a utilizar, reduciendo los volúmenes hasta en un 90% en comparación con el proceso del beneficio tradicional. Debido a las mínimas cantidades de agua utilizadas, éstas pueden manejarse de una mejor forma al momento de salir del beneficio y evitar con ello la contaminación. Dentro de sus principales mejoras en comparación al sistema tradicional se encuentran las siguientes:

- i. El recibo del café se realiza totalmente seco.
- ii. El volumen de los tanques sifones (separación por densidades) se ha reducido hasta $\frac{1}{4}$ y poseen canales para separación de granos vanos.
- iii. Utilización de tornillos sinfín (forma helicoidal) para el acarreo de los granos de café a los pulperos.
- iv. Los pulperos trabajan en seco.
- v. La pulpa es trasladada a través de bandas y tornillos sinfín.
- vi. Incorporación de desmucilaginado mecánico para reducir la carga contaminante.
- vii. Reciclaje de las aguas, en procesos de despulpado, clasificación y lavado.
- viii. Oxigenación mecánica del agua.
- ix. Disposición de agua residual en fosas de oxidación.
- x. Compostaje de la pulpa de café por diferentes métodos (ANACAFE, 1985).

C. Beneficio artesanal

Están distribuidos regularmente dentro de las parcelas y /o viviendas de los pequeños productores, ubicados principalmente en los departamentos de Chiquimula, Zacapa, Alta y Baja Verapaz, Jalapa y Huehuetenango. Son aquellos beneficios húmedos de café que procesan bajos volúmenes de cosecha, el café es recolectado y despulpado, el mismo día en pulperos manuales, para la fermentación y lavado Y se utilizan saco o costales, la pulpa de café de café y sus aguas mieles, son regularmente desechas a cañadas y ríos, regularmente el secado del grano lavado se realiza en nylon sobre el suelo. La mayoría de las operaciones las realizan de forma manual (ANACAFE, 1985).

En este tipo de beneficio, con relación a la disposición y uso de los subproductos del beneficiado húmedo del café, deberán cumplir con los mismos requerimientos de un beneficio tecnificado (Menchú, 1985).

D. Beneficio comercial

Se ubican en zonas de gran concentración de producción y comercialización del producto. Estos beneficios encajan en cualquiera de los tipos mencionados con anterioridad con excepción del artesanal. Los propietarios no necesariamente son productores de café (Galindo, 1998).

El beneficiado húmedo está pasando por cambios notables por efecto de nuevas tecnologías, las cuales están teniendo como soporte cuatro bases muy importantes, las cuales son:

- i. Reutilización, uso, manejo y disposición de los subproductos: Utilización de la pulpa como abono orgánico o forraje para alimentación de rumiantes, o bien en raciones para cerdos. El jugo de la pulpa es utilizado como materia prima en la extracción de pectinas o para producción de biogás. El mucílago y el agua miel también son aprovechados como abono orgánico.
- ii. Optimización del agua: Éste es uno de los principales objetivos en la aplicación de la nueva tecnología, conscientes de que el problema en el proceso de beneficiado ha sido el uso excesivo del agua.
- iii. Reducción de costos: El diseño de beneficios modernos permite realizar construcciones compactas, así como utilizar equipos que operan con niveles bajos de energía. La aplicación de la tecnología apropiada permite reducir las horas-hombre en los procesos.
- iv. Mejorar la calidad resultante del proceso: Los beneficios tecnificados y el conocimiento del proceso permiten mantener las cualidades intrínsecas del café. Mejorar el proceso conduce a eliminar la mayor cantidad de defectos, con el entendido de que la calidad viene del campo.

2.2.8 Desventajas del beneficiado húmedo del café

A. Contaminación

La materia existe en tres formas: sólida, líquida y gaseosa. El ambiente en que vivimos consta de sólidos como el terreno y las montañas; líquidos como los mares, ríos y lagos, gases como la atmósfera. Cuando los residuos y desperdicios de las actividades del hombre o de la acción de la naturaleza tiene como destino final cualquiera de los elementos del ambiente, lo contaminan y lo deterioran, haciéndolos inconvenientes para ciertos usos. Por ejemplo, el aire contaminado con exceso de humos es irrespirable, contaminado con lluvia ácida que afecta los cultivos. La quema de combustibles, el uso de aerosoles, los escapes de los vehículos, son ejemplo de la contaminación del aire. En resumen la contaminación puede ser de una fase líquida en una gaseosa, de una fase sólida en una fase líquida, de una fase sólida en una fase gaseosa, etc. (Menchú, 1995).

La vida depende de la calidad del agua. El agua que utilizamos para un determinado propósito, puede que no sea útil para otro. Por ejemplo las aguas de un lago o de un río pueden ser útiles para nadar, pero no para beber, el agua para beber puede ser usada en riego, pero el agua de riego no puede ser usada para beber (ANACAFE, 2000).

Según Hernández (1999), en su libro *Depuración de Aguas Residuales*, debido al crecimiento poblacional, los ríos o cauces se han convertido en uno de los principales receptores de residuos de las poblaciones y así se ha generado uno de los principales problemas de este tipo “La contaminación de las aguas”

Un curso de agua se considera contaminado o polucionado, cuando la composición o el estado de sus aguas son directa o indirectamente modificados por la actividad del hombre en medida tal, que disminuya la posible utilización de sus aguas para todos o algunos de aquellos fines a los que podrían servir en estado natural (Raymundo, 2005). La contaminación no solo de los cauces sino de de las aguas profundas, obliga a los usuarios a buscar nuevas captaciones de agua, a un costo mayor. La contaminación de un río puede llegar al extremo de que sus aguas sean inadecuadas para el consumo, así como para la agricultura, industria y actividades turísticas y recreativas. El agua residual es

portadora de materia orgánica, inorgánica y micro orgánico a estos elementos aportados les puede ocurrir:

Que se depositen en el fondo como consecuencia de su diferencia de densidad con el agua, no pudiendo ser arrastrados por la corriente, son sólidos, pudiendo ser productos orgánicos e inorgánicos. Que debido a su densidad similar a la del agua, permanecen en la superficie, pudiendo ser arrastrados por la corriente. Por otra parte, las sustancias flotantes no miscibles o parcialmente miscibles, originan una reducción de la capacidad de re aireación de las aguas (Hernández, 1999).

Aguas residuales provenientes del lavado y despulpado del café, estas aguas contienen mucílago y productos de degradación de éste. Los desechos líquidos, en forma de sustancia disueltas o suspendidas en las aguas de proceso, pueden contaminar ríos, quebradas y otras fuentes de agua donde se depositan. Las aguas mieles poseen pH de 4 a 5, por lo tanto modifica la acidez de las aguas, debido a la presencia de ácidos orgánicos (butírico, acético y propiónico) los cuales son producidos en la degradación de los compuestos orgánicos del café (Anzueto, 1998). El grado de contaminación que originan se mide por su volumen y concentración de materia orgánica (ANACAFE, 1985).

B. Subproductos del café

Tienen un papel prioritario en la contaminación provocada por la operación de los beneficios, entre estos se encuentran, la pulpa y el mucílago del grano de café, y aguas mieles, contribuyen a la fertilización orgánica del suelo, estos subproductos del café no son desechos o basura, estos deben de recibir tratamiento para su descomposición, si se depositan en fuentes de agua directamente llevan alta carga orgánica contaminante, lo que ocasiona un efecto negativo a la fauna acuática de lagos, ríos, lagunas y mantos superficiales, incluso hasta arroyos de agua para consumo humano. El manejo de subproductos consiste en buscar el mínimo impacto ambiental de la pulpa y el mucílago (Bresani, 1987).

2.2.9 Consideraciones para el aprovechamiento de los tres subproductos del beneficio del café

A. La pulpa

Es uno de los subproductos del cultivo del café que presenta una gran variedad de alternativas para ser recicladas en su totalidad, por ejemplo:

- i. La transformación de la misma en humus a partir del cultivo de lombrices.
- ii. Su participación en la elaboración de abonos orgánicos fermentados tipo bocashi. Su participación en la elaboración de aboneras (composteras).
- iii. Su utilización como sustrato para la reproducción biológica, principalmente de *Aspergillus oryzae*, *Bacillus megatherium* y *Saccharomyces cerevisiae*, lo que es deseable para obtener abonos orgánicos de muy buena calidad (Anzueto, 1998).

Aproximadamente 45 kg de pulpa de café seca equivalen, con base en su composición química, a 4.5 kg de fertilizante inorgánico de N-P-K en las proporciones 14 -3-37; aquí queda reflejada la alta cantidad de potasio que contiene este subproducto para ser utilizado como abono, especialmente en aquellos cultivos que manifiestan necesidades elevadas de este elemento, como las musáceas (banano, plátano, guineo) (Anzueto, 1998).

Cuadro 9. Composición química de la pulpa

COMPONENTE	Contenido (% base seca)
Cafeína	0.95
Polifenoles	2.90
Azúcares totales	4.10
Proteína cruda	13.30
Humina	19.30
Materia <i>grasa</i> bruta	1.73
Celulosa	18.30
Digestibilidad Materia orgánica	55.0
Cenizas	9.70

Fuente: Medio ambiente y desarrollo (Anzueto, 1998)

B. El mucílago

Por su alto contenido en diferentes tipos de azúcares, este subproducto es un excelente medio para la elaboración de biofertilizantes enriquecidos con minerales, y así llegar a ser utilizado en los cultivos del propio café y del plátano. En la preparación del abono orgánico

tipo bocashi, se recomienda usar el mucílago o aguas mieles directamente, sustituyendo al máximo volumen de agua que se desee. El mucílago es un excelente sustrato para el crecimiento de hongos, bacterias y otros microorganismos benéficos y deseables para la recuperación de la vida en los suelos que se encuentran agotados por el maltrato provocado por algunas de las prácticas utilizadas en la agricultura convencional (Menchú, 1985). Una preparación de mucílago con más agua y levadura seca granulada, es otra opción para utilizar este recurso, principalmente para acelerar la descomposición de coberturas muertas tipo mulch y acelerar también la descomposición de rastrojos postcosechas (Anzueto, 1998).

C. El pergamino de café

Para la preparación de los abonos orgánicos fermentados, la cascarilla del café o pergamino, se constituye en una excelente fuente de celulosa, lignina, sílice y cenizas, así como otros compuestos en menor proporción. También el pergamino del café en los abonos orgánicos permite darle una mejor homogenización y aireación al prepararlo; además, aumenta hasta en 30% el volumen total del mismo. Por otro lado, cuando el pergamino del café se humedece con un poco de suero de leche, levadura y melaza de caña o aguas mieles provenientes del propio beneficio del grano, este se constituye en un excelente medio de cultivo para la multiplicación diversificada de microorganismos en constantes sucesiones biológicas, las cuales favorecen la rápida recuperación de los suelos degradados (Anzueto, 1998; Restrepo, sf). Emisiones atmosféricas: se producen por los gases de combustión, cuando el secado se hace en forma mecánica (Alfaro, 2001).

Cuadro 10. Composición química de la cascarilla

COMPONENTE	CONTENIDO (% base seca)
Carbono	47.2
Hidrógeno	4.6
Azufre	0.12
Oxígeno	48.1
Humedad	9-12

Fuente: Medio ambiente y desarrollo (Anzueto, 1998)

2.2.10 Contaminación por beneficiado húmedo convencional del Café

Los productores de café, se enfrentan 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 tanto en el ámbito nacional como internacional determinan la obligación y el compromiso de desarrollar una tecnología adecuada que permita tratar los 330 kg de Demanda Química de Oxígeno (DQO) generada por cada tonelada de café verde procesado en el beneficiado húmedo convencional (ANACAFE, 2000).

Como se mencionó anteriormente, en el beneficiado húmedo del café se generan 3 diferentes contaminantes, cuales son: las aguas de despulpado, las aguas de lavado y la pulpa (cuando la misma es vertida a los ríos). Investigaciones nacionales establecen que la pulpa de café puede perder hasta 26% en su beneficio. Esa pérdida de peso seco no solo importante fuente de contaminación sino que también representa un gran empobrecimiento de la pulpa, lo que limita seriamente su uso futuro. Se ha determinado que las aguas de despulpado - en el beneficiado húmedo convencional aportan una carga contaminante de 160 g de DQO/Kg. 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 g de DQO / Kg. de café cereza. El beneficiado húmedo de un Kg. 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 (Galindo, 1998).

La tercera forma de contaminación puede ser causada por el vertido de la pulpa o de fracciones de ella alas fuentes de agua, que 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 se abandone la concepción negativa de manejo de desechos del café y visualice los mismos como valiosos subproductos. Esta nueva

forma enfocar el problema es de gran importancia en la solución del mismo (ANACAFE, 2000).

2.2.11 Impacto potencial en los cuerpos receptores de agua derivado del beneficiado húmedo

En la provincia Guantánamo, se analizaron los impactos potenciales en los cuerpos receptores de agua teniendo en cuenta las informaciones recopiladas por diferentes autores y las opiniones de 5 expertos con más de 10 años de experiencia en la esfera ambiental (Método ad - hoc) ,estos impactos se presentan en forma de un listado de verificación):

- Aumento de la DBO por encima de 2,500 mg/L
- Disminución del oxígeno disuelto
- Disminución del PH del agua
- Alto consumo de agua
- Sólidos en suspensión
- Afectaciones a nichos ecológicos acuáticos
- Erosión potencial por cárcavas
- Modificaciones en el paisaje
- Imposibilidad del uso de las aguas para el consumo humano (Savigne, 1996)

A. Impacto al Ambiente

Al descargar inadecuadamente las aguas residuales del beneficio (sin un tratamiento adecuado), se contaminan suelos, manto freático o fuentes de agua naturales. Todo esto debido a que las aguas residuales del beneficiado húmedo de café contienen alta carga orgánica, pH ácido, sólidos disueltos, sólidos sedimentables, entre otros.

En México, las descargas de aguas residuales provenientes de la industria del beneficio del café deben cumplir con las especificaciones que se indican en el cuadro 3.

Cuadro 11. Límites máximos permisibles parámetros promedio diario instantáneo

Variable	Dimensionales	Valor
pH	(unidades de pH)	6 a 9
Sólidos Sedimentables	(mg/L)	1.0 2.0
Sólidos Suspendidos Totales	(mg/L)	150 180
Materia Flotante	(mg/L)	Ausente

Fuente: Caracterización físico química de los residuales del beneficio húmedo del café: ventajas del empleo de reactores UASB en el tratamiento de residuales líquidos para la obtención de biogás. (Bermúdez et al, 2003)

Se entiende por límite máximo permisible promedio diario, los valores, rangos y concentraciones de los parámetros que debe cumplir el responsable de la descarga, en función del análisis de muestras compuestas de las aguas residuales provenientes de esta industria. Y, límite máximo permisible instantáneo, los valores, rangos y concentraciones de los parámetros que debe cumplir el responsable de la descarga, en función del análisis de muestras instantáneas de las aguas residuales provenientes de esta industria (Bermudez, 2003).

En el caso de que el agua de abastecimiento contenga alguno de los parámetros que se encuentran regulados en esta norma, no será imputable el responsable de la descarga, y éste tendrá el derecho a que la autoridad competente le fije, previa solicitud, condiciones particulares de descarga que tomen en consideración lo anterior.

Los límites máximos permisibles de los coliformes totales, medidos como número más probable por cada 100 ml en las descargas de aguas residuales provenientes de la industria del beneficio del café considerando las aguas de servicios son:

- 1,000 como límite promedio diario y 1,000 como límite instantáneo en las aguas residuales de los procesos industriales.
- 10,000 como límite promedio diario y 20,000 como límite instantáneo cuando se permite el escurrimiento libre de las aguas residuales de servicios o su descarga en un cuerpo receptor, mezcladas con las aguas residuales del proceso industrial.
- Sin límite, en el caso de que las aguas residuales de servicios se descarguen separadamente y el proceso para su depuración prevea su infiltración en terreno,

de manera que no se cause un efecto adverso en los cuerpos receptores (Bermudez, 2003).

2.2.12 Análisis cualitativos definen la calidad del agua

Para determinar la necesidad de tratamiento y la correcta tecnología de tratamiento, los contaminantes específicos en el agua deben ser identificados y ser medidos.

Los contaminantes del agua se pueden dividir en dos grupos: Contaminantes disueltos y sólidos suspendidos.

Los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, son generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición. Pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez y claridad, gusto, color y olor del agua: la materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado. Esto se llama turbidez.

La turbidez se puede medir con varias diversas técnicas, esto demuestra la resistencia a la transmisión de la luz en el agua; el sentido del gusto puede detectar concentraciones de algunas décimas a varios centenares de PPM y el gusto puede indicar que los contaminantes están presentes, pero no puede identificar contaminantes específicos. El color puede sugerir que las impurezas orgánicas estén presentes.

En algunos casos el color del agua puede ser causado incluso por los iones de metales. El color es medido por la comparación de diversas muestras visualmente o con un espectrómetro. Éste es un dispositivo que mide la transmisión de luz en una sustancia, para calcular concentraciones de ciertos contaminantes (Tebbutt, 1990).

Cuando el agua tiene un color inusual esto generalmente no significa una preocupación para la salud. La detección del olor puede ser útil, porque el oler puede detectar generalmente incluso niveles bajos de contaminantes. Sin embargo, en la mayoría de los

países la detección de contaminantes con olor está limitada a terminantes regulaciones, pues puede ser un peligro para la salud cuando algunos contaminantes peligrosos están presentes en una muestra.

La cantidad total de materia suspendida puede ser medida filtrando las muestras a través de una membrana y secando y pesando del residuo (Wasser, 1993).

La materia suspendida se expresa en ppm (partes por millón), generalmente mg/l. La identificación y la cuantificación de contaminantes disueltos se hace por medio de métodos muy específicos en laboratorios, porque éstos son los contaminantes que se asocian a riesgos para la salud (Bermudez, 2003)

Cuadro 12. Parámetros de calidad del agua residual del beneficiado del café

Parámetros	Agua de despulpe	Agua de lavado
pH	4,6	4,6
Carbohidratos totales (g/L)	0,83	0,72
Azúcares reductores (g/L)	0,94	0,12
Taninos (mg/L)	0,16	0,05
Fenoles (mg/L)	80,0	10,0
Cafeína (mg/L)	23,0	10,0
DQO (mg/L)	2 532,32	2 904,72
AGV (mg HAc/L)	6,96	50,37
Alcalinidad (mg CaCO ₃ /L)	15,0	10,0
Sólidos totales disueltos (mg/L)	3 660,0	2 287,0

Fuente: Caracterización físico química de los residuales del beneficio húmedo del café: ventajas del empleo de reactores UASB en el tratamiento de residuales líquidos para la obtención de biogás. (Bermúdez et al, 2003)

2.2.13 Sistemas físicos y químicos de tratamientos de aguas residuales

Existe una amplia gama de tratamientos para aguas residuales. Cual utilizar para un caso determinado depende de factores como: tipo y caudal de agua a tratar; parámetros exigidos en la descarga; situación técnica, económica, receptor de la descarga tratada, costos operacionales, etc. Los tratamientos físico – químicos son llamados tratamientos primarios. Su objetivo es reducir los sólidos grandes y los suspendidos de manera que

queden únicamente coloidales, y obtener una reducción de la demanda bioquímica de oxígeno de hasta 40%. Entre los procesos de tratamientos más comunes tenemos:

A. Intersección de sólidos

Las aguas traen sólidos de diferentes tamaños los cuales son retenidos en rejillas, cribas, mallas y desarenadores, dependiendo del tamaño de sólido. Esto evita el daño de bombas, motores abrasión y obturación de tuberías (Tebbutt, 1990).

B. Sedimentación

Cuando una agua tiene partículas en suspensión, tenemos una fase sólida (las partículas), dispersa en una fase líquida (el agua); la sedimentación, por lo tanto es una operación de separación sólido—líquido.

La energía para esta separación es proporcionada por la gravedad. Si el agua no está en movimiento, la partícula en su descenso está sometida a las siguientes fuerzas: 1) la gravedad que es proporcionada al diámetro de la partícula. 2) el empuje del agua que es en sentido contrario al de la gravedad. 3) una fricción entre la partícula y el agua que es en sentido contrario al movimiento de la partícula. El resultante de estas tres fuerzas determina la velocidad de sedimentación (Tebbutt, 1990).

C. Filtración

Es una operación de separación sólida —líquida. Generalmente se usa después de la sedimentación, ya que quedan los sólidos más livianos, de menor tamaño, para calificar más el agua. También se usa para clarificar aguas sometidas a coagulación—floculación.

Existen varios sistemas de filtración, entre los cuales se encuentran:

Abiertos o gravitacionales. En los cuales la energía para la filtración la proporciona la gravedad (columna de líquido) y cerrados o a presión donde la energía es proporcionada por una bomba.

Operación secuencial y operación continua. En la primera el filtro opera hasta que se colmata, es decir, hasta que todos los poros o espacios entre el medio filtrante están llenos de partículas y no se puede retener más, entonces el medio filtrante es sometido a un lavado (o retrolavado) para devolverle su capacidad de retener partículas. En la operación continua, estas dos etapas se llevan a cabo simultáneamente (Tebbutt, 1990).

Filtros lentos y filtros rápidos, de acuerdo a la velocidad de filtración. En aguas residuales se utilizan casi exclusivamente filtros de lechos porosos (grava, arena, tierra diatomea, carbón activado, antracita) los filtros pueden ser de un solo lecho o combinados de varios lechos. El flujo del agua puede ser: de arriba hacia abajo viceversa (Tebbutt, 1990).

Las principales variables del proceso son: 1) características del medio filtrante como: tamaño, forma, distribución y carga. 2) porosidad del medio, 3) altura del lecho. 4) razón de filtración. 5) pérdida de carga. 6) características del agua a filtrar: concentración de sólidos suspendidos, tamaño del floc o partícula, propiedades del fluido.

Los sólidos son separados por varios mecanismos durante la filtración: retención en el espacio entre los poros del medio, sedimentación de las partículas sobre los granos, adhesión, absorción, floculación o aglomeración, etc. (Wasser, 1993)

D. Coagulación - floculación

Es un proceso químico y físico y químico de separación sólido—líquido. Se usa este proceso cuando las partículas suspendidas en el agua son sumamente pequeñas y livianas por consiguiente, pueden demorar años en sedimentar.

E. Neutralización

Consiste en ajustar el PH de un agua a un determinado valor. Si el agua es ácida y se quiere llevar a neutra o alcalina, se debe usar una base. Si por el contrario el agua es básica y se la quiere llevar a neutra o ácida, se debe utilizar una base. Recuérdese que el pH es una medida logarítmica, en consecuencia, las cantidades necesarias para variaciones de pH no son aritméticas.

Las características que deben tener los neutralizantes son, entre otras, velocidad de reacción, facilidad y seguridad de almacenamiento, facilidad de dosificación, disponibilidades en el mercado, costo razonable. Los neutralizantes más usados son: *Ácidos*: Sulfúrico, clorídrico, fosfórico, nítrico. *Bases*: Hidróxido de sodio, cal, carbonato de sodio

E. Precipitación química

Las partículas contaminantes se pueden encontrar en el agua en forma suspendida, coloidal o disuelta. La precipitación es una operación de separación líquido—líquido. Se introduce en el agua una sustancia química que reacciona con el contaminante disuelto para formar un compuesto insoluble que precipita o es atrapado por la red formada durante la floculación y sedimentado.

F. Procesos biológicos

Son llamados procesos secundarios. Al igual que un proceso físico o químico, significa una transformación, los procesos biológicos se llaman axiales porque los materiales que intervienen son organismos vivos, plantas y microorganismos. La energía para el proceso es proporcionada por la energía de la reacción de oxidación—reducción.

G. Sistema integrado de lagunas de oxidación

Las lagunas de oxidación son enormes piscinas donde el agua residual se estabiliza por medio del oxígeno atmosférico, algas, y bacterias. Cuando se utiliza aireadores o bomba para agitar y mezclar el agua, se llama laguna aireada.

Existen cuatro tipos básicos de lagunas: aeróbicas, de maduración, anaeróbicas y facultativas.

Aeróbicas. Existen dos tipos: una de profundidades entre 15 y 45 centímetros, destinadas a maximizar la producción de algas. El segundo tipo, de hasta 1.5 metros de profundidad destinadas a maximizar la producción de algas. El segundo tipo de hasta 1.5 metros de

profundidad destinadas a maximizar la producción de oxígeno. En ambos tipos, además del oxígeno producido por algas, se utiliza el atmosférico. El tiempo de retención varía entre 4-40 días (Menchú, 1995).

De maduración. Son lagunas destinadas a dar un tratamiento final para mejorar el efluente de otras lagunas y de procesos como filtro percolador, o lodos activados. Utilizan un proceso de lecho suspendido. Los sólidos biológicos que se producen son digeridos anaeróticamente. El tiempo de retención es 5-20 días, y la profundidad de 3-5 pies.

Anaeróbicas. Para el tratamiento con altas concentraciones de contaminantes y de sólidos orgánicos. Se construye con profundidades de 8-16 pies para así conservar el calor. Tiempo de retención 20-50 días. (Vásquez, 1997)

2.2.14 Descontaminación de aguas y lixiviados en el beneficio del café.

Se han desarrollado diferentes tecnologías que permiten atenuar el impacto ambiental de los subproductos del proceso de beneficio. Los Sistemas Modulares de Tratamiento Anaerobio (SMTA), fueron diseñados para descontaminar las aguas residuales generadas en el lavado del café y originadas en beneficios húmedos donde se retira el mucílago o baba del café por el método de fermentación natural (Menchú, 1995).

Como medida complementaria se debe considerar que el despulpado, el transporte del café en baba y la pulpa deben realizarse por gravedad o mecánicamente a los tanques de fermentación o a las fosas respectivamente. Los SMTA permiten obtener eficiencias acordes con lo exigido por la legislación colombiana en el Decreto 1594 de 1984. La tecnología SMTA continúa recomendándose para remover la contaminación presente en las aguas residuales del lavado del mucílago fermentado del café, generada en canalones de clasificación o correteo operados con recirculación de agua o la resultante del lavado en los tanques de fermentación (Vásquez, 1997).

2.2.15 Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos para Guatemala.

Establecido según el Acuerdo Gubernativo No. 236-2006 del 5 de Mayo de 2006, considerando que:

- La Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, tiene por objeto velar por el mantenimiento del equilibrio ecológico y la calidad del medio ambiente para mejorar la calidad de vida de los habitantes del país.
- e conformidad con la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, el Gobierno debe emitir las disposiciones y reglamentos correspondientes, para ejercer el control, aprovechamiento y uso de las aguas; prevenir, controlar y determinar los niveles de contaminación de los ríos, lagos y mares y cualquier otra causa o fuente de contaminación hídrica.
- Es importante contar con un instrumento normativo moderno que ofrezca certeza jurídica para la inversión, permita la creación de empleo, propicie el mejoramiento progresivo de la calidad de las aguas y contribuya a la sostenibilidad del recurso hídrico; coordinando para el efecto los esfuerzos de los órganos de la administración pública con las municipalidades y la sociedad civil.

El objeto del reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reuso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita: a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana. b) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización. c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada (MARN, 2006).

También es objeto del presente Reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico. El Reglamento debe aplicarse a:

- Los entes generadores de aguas residuales;
- Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público;
- Las personas que produzcan aguas residuales para reuso;
- Las personas que reúsen parcial o totalmente aguas residuales; y
- Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, que vierten éstas en un cuerpo receptor o al alcantarillado público, deberá realizar la caracterización del afluente, así como del efluente de aguas residuales e incluir los resultados en el estudio técnico. La persona individual o jurídica, pública o privada, que genere aguas residuales para reuso o las reusen, deberá realizar la caracterización de las aguas que genere y que desea aprovechar e incluir el resultado en el estudio técnico. La persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar lodos, deberá realizar la caracterización de los mismos e incluir el resultado en el estudio técnico (MARN, 2006).

A. Parámetros para aguas residuales y valores de descarga a cuerpos receptores

Los parámetros de medición para determinar las características de las aguas residuales son los siguientes:

- a) Temperatura, b) Potencial de hidrógeno, c) Grasas y aceites, d) Materia flotante, e) Sólidos suspendidos totales, f) Demanda bioquímica de oxígeno a los cinco días a veinte grados Celsius, g) Demanda química de oxígeno, h) Nitrógeno total, i) Fósforo total, j) Arsénico, k) Cádmió, l) Cianuro total, m) Cobre, n) Cromo hexavalente, o) Mercurio, p) Níquel, q) Plomo, r) Zinc, s) Color y t) Coliformes fecales.

Determinación de demanda química de oxígeno. Los entes generadores, en el Estudio Técnico, deberán incluir la determinación de la demanda química de oxígeno, a efecto de establecer su relación con la demanda bioquímica de oxígeno, mediante la siguiente

fórmula: demanda química de oxígeno dividido entre la demanda bioquímica de oxígeno (MARN, 2006).

La meta de cumplimiento, al finalizar las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas, se establece en tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno, con un parámetro de calidad asociado igual o menor que doscientos miligramos por litro de demanda bioquímica de oxígeno. Los entes generadores existentes que alcancen y mantengan éstos valores habrán cumplido con la meta establecida y con el modelo de reducción progresiva de cargas. Los entes generadores existentes que registren cargas menores o iguales a tres mil kilogramos por día, pero que registren valores mayores a doscientos miligramos por litro en el parámetro de calidad asociado, procederán a efectuar la reducción del valor de dicho parámetro con base en el modelo de reducción progresiva de cargas.

Los entes generadores existentes de aguas residuales de tipo especial y ordinario que después de tratar dichas aguas, y que en cualesquiera de las etapas del modelo de reducción progresiva de cargas alcancen y mantengan valores en el parámetro de calidad asociado, iguales o menores que cien miligramos por litro en la demanda bioquímica de oxígeno, podrán realizar descargas mayores a tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno (MARN, 2006).

Los entes generadores nuevos deberán cumplir, desde el inicio de sus operaciones, con una meta de tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno, con un parámetro de calidad asociado igual o menor que doscientos miligramos por litro de demanda bioquímica de oxígeno. En el caso de que el parámetro de calidad asociado sea igual o menor a cien miligramos por litro en la demanda bioquímica de oxígeno, podrán realizar descargas mayores a tres mil kilogramos por día de demanda bioquímica de oxígeno.

Cuadro 13. Límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores.

Parámetros	Dimensional	Valores iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			02/05/2011	02/05/2015	02/05/2020	02/05/2024
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados °C	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Grasas y aceites	mg por litro	1500	100	50	25	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	mg por litro	3500	600	400	150	100
Nitrógeno total	mg por litro	1400	100	50	25	20
Fósforo total	mg por litro	700	75	30	15	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de pH	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	NMP/100 ml	< 1x10 ⁸	< 1x10 ⁶	< 1x10 ⁵	< 1x10 ⁴	< 1x10 ⁴
Arsénico	mg por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	mg por litro	1	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Mg por litro	6	3	1	1	1
Cobre	mg por litro	4	4	3	3	3
Cromo hexavalente	mg por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	mg por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	mg por litro	6	4	2	2	2
Plomo	mg por litro	4	1	0.4	0.4	0.4
Zinc	mg por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidad platino cobalto	1500	1300	1000	750	500

Fuente: Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, acuerdo gubernativo 236-2006. (MARN, 2006) TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius. NMP = Número más probable

Cuadro 14. Límites máximos permisibles para entes generadores nuevos.

Parámetros	Dimensionales	Límites máximos permisibles
Temperatura	Grados Celsius	TCR +/- 7
Grasas y aceites	mg por litro	10
Materia flotante	Ausencia/presencia	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	100
Nitrógeno total	Miligramos por litro	20
Fósforo total	Miligramos por litro	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de pH	6 a 9
Coliformes fecales	NMP en 100 ml	< 1x10 ⁴
Arsénico	Miligramos por litro	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	1
Cobre	Miligramos por litro	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.01
Níquel	Miligramos por litro	2
Plomo	Miligramos por litro	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10
Color	Unidades platino cobalto	500

Fuente: Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, acuerdo gubernativo 236-2006. (MARN, 2006). TCR = temperatura del cuerpo receptor, en grados Celsius.

B. Parámetros de aguas para reuso**i Tipo I. Reuso para riego agrícola en general**

Uso de un efluente que debido a los nutrientes que posee se puede utilizar en el riego extensivo e intensivo, a manera de fertirriego, para recuperación y mejoramiento de suelos y como fertilizante en plantaciones de cultivos que, previamente a su consumo, requieren de un proceso industrial, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos. Se exceptúa de este reuso los cultivos considerados en el tipo II (MARN, 2006).

ii Tipo II. Reuso para cultivos comestibles

Con restricciones en el riego de áreas con cultivos comestibles que se consumen crudos o precocidos, como hortalizas y frutas. Para el caso de coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno, deberá cumplirse de conformidad con los límites máximos permisibles del artículo 35. Adicionalmente, para otros parámetros, deberán cumplir los límites máximos permisibles presentados en el cuadro del artículo 21 del presente Reglamento, a excepción de sólidos en suspensión, nitrógeno total y fósforo total (MARN, 2006).

iii Tipo III. Reuso para acuicultura

Uso de un efluente para la piscicultura y camaronicultura, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos. (MARN, 2006)

iv Tipo IV. Reuso para pastos y otros cultivos

Con restricciones en el riego de áreas de cultivos no alimenticios para el ser humano como pastos, forrajes, fibras, semillas y otros, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos.

v Tipo V. Reuso recreativo

Con restricciones en el aprovechamiento para fines recreativos en estanques artificiales donde el ser humano sólo puede tener contacto incidental, incluido el riego en áreas

verdes, donde el público tenga contacto o no, de conformidad con los límites máximos permisibles establecidos.

Cuadro 15. Parámetros y límites máximos permisibles para reuso.

Tipo de Uso	Demanda bioquímica de oxígeno mg/L	Coliformes Fecales, NMP/100 ml
I	No aplica	No aplica
II	No aplica	Menos 2×10^2
III	200	No aplica
IV	No aplica	Menos 1×10^1
V	200	Menos 1×10^1

Fuente: Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, acuerdo gubernativo 236-2006. (MARN, 2006)

Para el seguimiento y evaluación de aguas residuales y de aguas para reuso, los entes generadores deberán tomar a su costa, como mínimo, dos muestras al año y efectuar los análisis que correspondan de conformidad con los parámetros contenidos en el estudio técnico. Para el seguimiento y evaluación de lodos, los entes generadores deberán tomar a su costa, como mínimo, dos muestras al año y efectuar los análisis que correspondan de conformidad con los parámetros contenidos en el estudio técnico. En el caso de las entidades contratadas para prestar los servicios de extracción, manejo y disposición final de lodos, éstas tendrán que realizar su toma de muestras de acuerdo al siguiente cuadro 9.

Cuadro 16. Periodicidad de toma de muestras de aguas residuales, según producción promedio de lodos

Peso promedio de Lodos producidos	Periodicidad
Entre 0 y 1500 kilogramos diarios	Trimestral
Entre 1501 y 3000 kilogramos diarios	Bimensual
Más de 3000 kilogramos diarios	Mensual

Fuente: Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, acuerdo gubernativo 236-2006. (MARN, 2006)

Los entes generadores deberán llevar un registro de los resultados de estos análisis y conservarlos durante un plazo de cinco años posteriores a su realización, para su presentación al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales cuando le sea requerido por razones de seguimiento y evaluación (MARN, 2006). Se prohíbe terminantemente la disposición de aguas residuales de tipo ordinario a flor de tierra, en canales abiertos y en

alcantarillado pluvial. Se prohíbe descargar directamente aguas residuales no tratadas al manto freático. Se prohíbe el uso de cualquier tipo de aguas ajenas al ente generador, con el propósito de diluir las aguas residuales. Ninguna meta contemplada en el presente Reglamento se puede alcanzar diluyendo (MARN, 2006).

2.2.14 Marco referencial

A Características de los sistemas de tratamiento y fincas

El área donde se realizó la investigación se ubica en tres distintas fincas del departamento de Huehuetenango, cada una con su sistema de tratamiento de aguas residuales

Estas plantas de tratamiento fueron construidas por cada uno de los propietarios de las Fincas antes mencionada y a continuación se presentan las características del las fincas y de los sistemas de tratamiento:

i. Finca Los Cerros y Anexos

La finca Los Cerros y Anexos, localizada en la comunidad de Isnul, en el municipio de San Pedro Necta, colinda al norte con el caserío Michicoy, San Pedro Necta, al sur con la aldea Wantan, al este con Tajumulco, Unión Cantinil, al oeste con la aldea Isnul, San Pedro Necta.

La finca se ubica a una altura que va de 1,200 a 1,800 msnm. Está a una distancia de 88 km desde la cabecera departamental de Huehuetenango, de los cuales 13 km son de terracería. Las coordenadas de la finca son N 15°33'00.52" y W 91°49'16.72". La finca tiene una extensión de 162 ha. Con una precipitación pluvial de 1,400 mm (IGN, 1966).

El sistema de tratamiento de aguas mieles o residuales de esta finca tiene capacidad para 20,000 litros, se considera que es de la más alta tecnología utilizada en el área.

Cuenta con una bomba para tirar el agua hacia las pilas de fermentación con una capacidad de 3 caballos de fuerza. Este sistema de tratamiento de aguas mieles tiene un costo de 40,000 quetzales.

Cuenta con 6 pilas de fermentación, en las cuales conforme cada pila se va llenando cada una, pasa a la siguiente, y luego a la siguiente y así hasta que se llenan las 6 pilas. Al final de las pilas se encuentra un filtro que está compuesto por arena y piedra, después que pasa por este filtro, por medio de tubos se dirige a una fosa de oxidación – infiltración, donde se depositan las aguas mieles. Por medio de filtración el agua es devuelta al sistema. El agua que se utiliza para el lavado del café proviene de un río que pasa por la finca

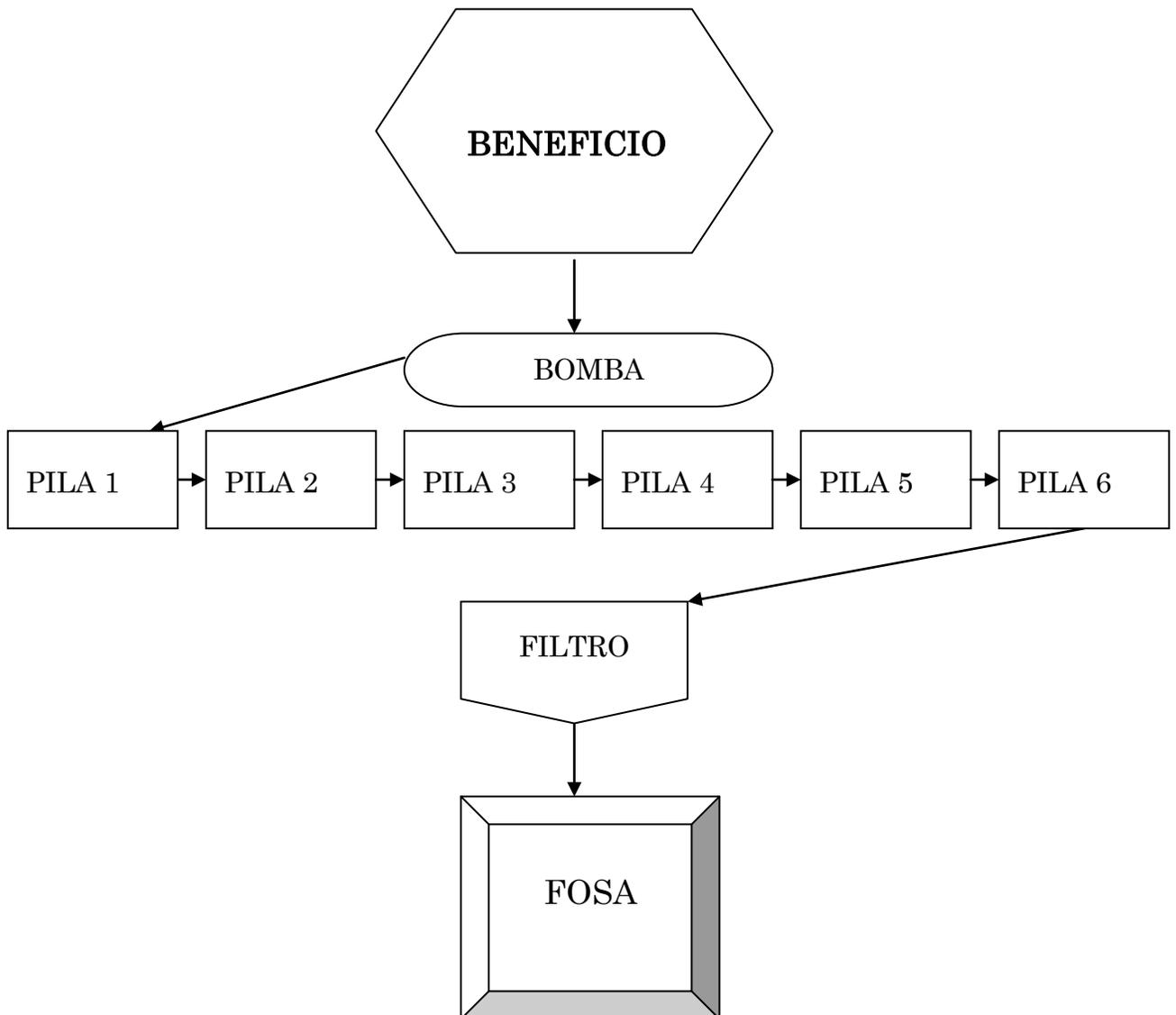


Figura 9. Esquema general de la planta tecnificada de la finca Los Cerros y Anexos



Figura 10. Fotografía de Beneficio Tecnificado

Foto: Desiderio Valiente



Figura 11. Fotografía de Pilas de Fermentación del beneficio tecnificado

Foto: Desiderio Valiente



Figura 12. Fotografía de Fosa de Aguas Miel del beneficio tecnificado

Foto: Desiderio Valiente

ii. Finca Los Ángeles

Se considera como un productor de nivel de tecnología medio y para fines del estudio en esta finca su sistema de tratamiento de aguas residuales es de un nivel semitecnificado. Esta finca está ubicada en la aldea Huixoc, San Pedro Necta. Colinda al Norte con la finca Buenos Aires del señor Leonardo Pérez, Al sur con la aldea Huixoc, Oriente con la Finca Huixoc y al poniente con la finca de los Hermanos Cruz. Se ubica a una altura que va de 1,600 a 1,700 msnm. Está a una distancia de 75 km desde la cabecera departamental hasta la finca del cual 5 km son de terracería para ingresar a la finca. Con una Precipitación pluvial de 1,600 mm. Las coordenadas de la finca son N 15°33'46" W 91°48'72" (IGN, 1966). La finca tiene una extensión de 65.53 has

El sistema de tratamiento de aguas mieles de esta finca consta de tres pilas de fermentación (de cemento), en la cual conforme cada pila se va llenando pasa a la siguiente, la siguiente y así se va hasta que se llenan las 3. Cada pila tiene las siguientes

medidas 2 m de largo por 1.5 m de ancho por 1.5 m de alto. El agua miel llega a las pilas de fermentación por medio de gravedad ya que el terreno es quebrado no necesita bomba para impulsar el agua miel hacia el sistema de tratamiento.

Este sistema de tratamiento de aguas mieles tiene un filtro que esta antes de las fosas de aguas mieles o sea que cuando el agua miel pasa por el correteo, por medio de un tubo llega al filtro de piedra y piedrín después que paso por el filtro, por medio de otro tubo llega a las fosas de oxidación, y al final de las fosas de oxidación el agua sale directamente a un pequeño arroyo que pasa por la finca, ya no a una fosa de oxidación. Este sistema de tratamiento de aguas mieles tiene un costo de Q 4,000. El agua que se utiliza en esta finca es de un nacimiento.

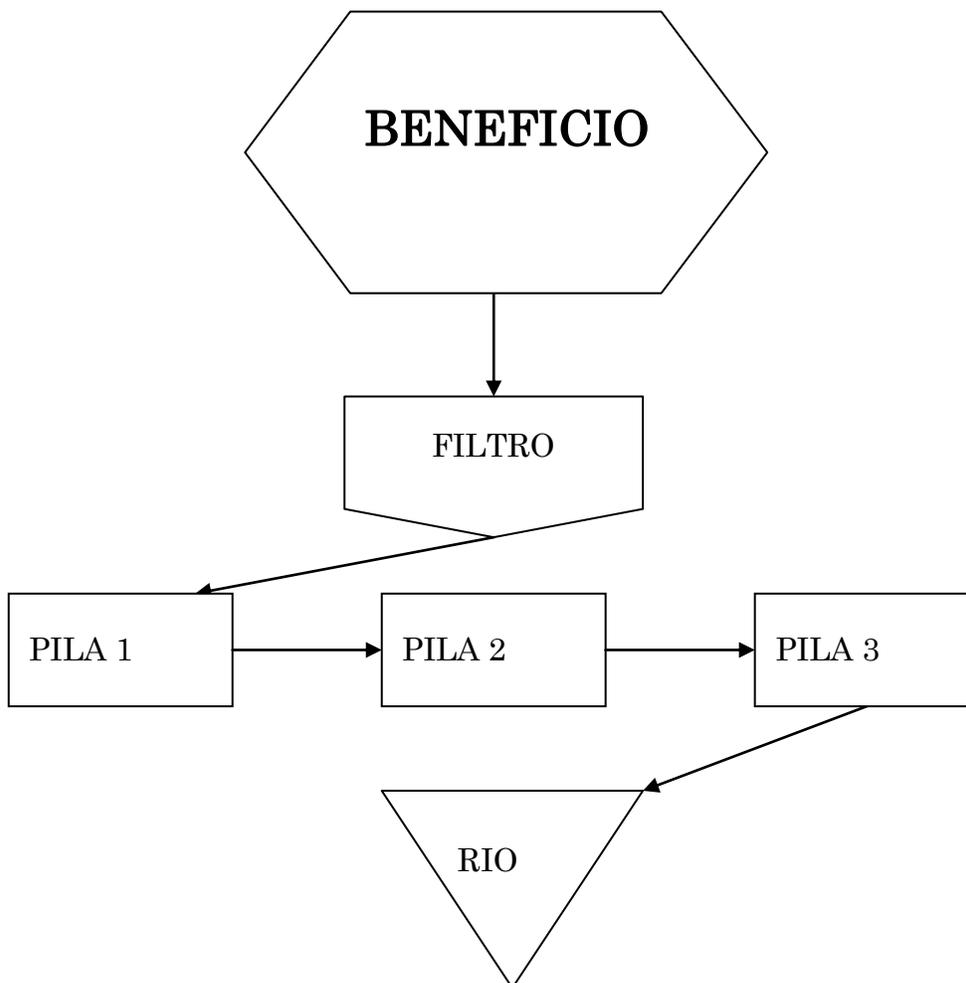


Figura 13. Esquema general de la planta semitecnificada de la Finca Los Ángeles



Figura 14. Fotografía de Beneficio Semi-Tecnificado

Foto: Desiderio Valiente



Figura 15. Fotografía de Filtro De Piedra y Arena del beneficio semitecnificado

Foto: Desiderio Valiente



Figura 16. Fotografía de Fosas de Aguas Mieles del beneficio semitecnificado
Foto: Desiderio Valiente



Figura 17. Fotografía de Salida de Aguas Mieles del Sistema de Tratamiento del sistema semitecnificado
Foto: Desiderio Valiente

iii Parcela Nueva Esperanza

Esta parcela es de un productor pequeño, característico del área y su sistema de tratamiento de aguas residuales representa el nivel no tecnificado.

El sistema de tratamiento de aguas mieles de esta finca consta de dos fosas de fermentación, cada una de ellas tiene las siguientes medidas: 3 m de largo por 1.5 de ancho por 1.5 de profundidad.

El agua miel llega a las pilas de fermentación por medio de gravedad ya que la topografía del terreno es con pendientes considerables que no es necesario, el bombeo de las aguas mieles hacia las pilas. Este sistema de tratamiento de aguas mieles tiene un costo de Q 500.00.

El agua que se utiliza en esta parcela es de nacimiento, que por medio de tubos PVC, es llevada a una pila de cemento. Cuando el café ya cumplió con el tiempo de fermentación se lava en una pequeña pileta de cemento esta tiene conectado un tubo el cual lleva el agua a la primera fosa de oxidación, luego pasa por un filtro de 1 m² por uno de profundidad el cual tiene una primer capa de 40 cm de arena gruesa y luego hay una segunda capa que está compuesta por piedrín, después que el agua miel pasa por este filtro enseguida llega a la segunda fosa donde el agua se queda y por medio de filtración el agua se introduce en el perfil del suelo como destino final.

La parcela tiene una extensión de 1.7 Has (38.82 cuerdas). Esta parcela está ubicada en el caserío de Rió Ocho, que pertenece al municipio de Santiago Chimaltenango. Para acceder al caserío de Rió Ocho y poder llegar a la parcela de don Jacobo Rubén Sánchez, a la altura del kilómetro 303 ruta de Huehuetenango a la Mesilla, en el lugar en que se conoce como Chimiche hay una carretera de terracería que conduce a la cabecera municipal de Santiago Chimaltenango que tiene un recorrido aproximado de 39 km. La temperatura promedio es de 12°C a 24°C. Las coordenadas son N 15°27'43" y W 91°43'48" a una altitud de 1,680 metros sobre el nivel del mar (IGN, 1966). La

precipitación pluvial anual es de 1,200 a 1,400 mm. El Clima es templado (De la Cruz, 1982).

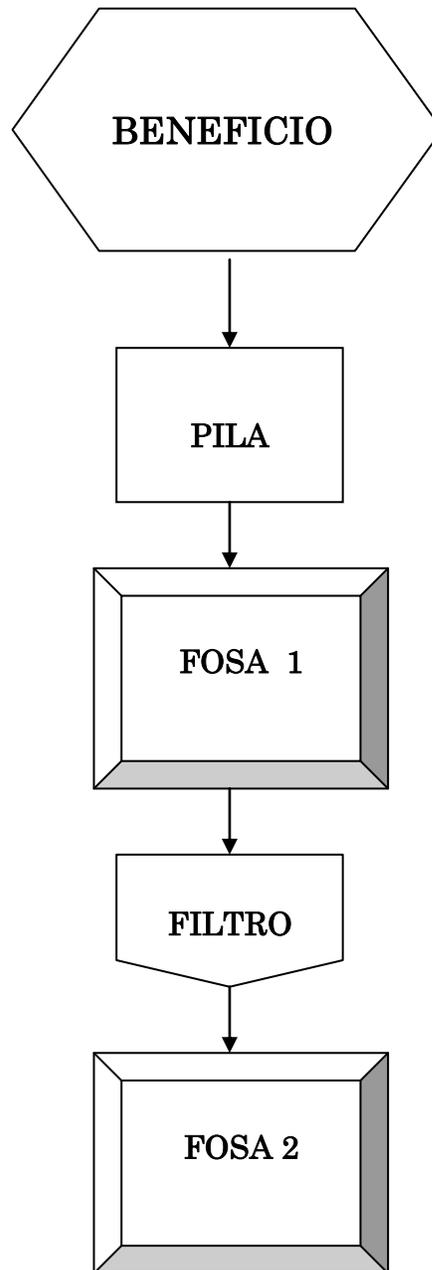


Figura 18. Esquema general de la planta no tecnificada de la Parcela Nueva Esperanza



Figura 19. Fotografía de Beneficio No Tecnificado

Foto: Desiderio Valiente



Figura 20. Fotografía de Pila para depósito de café del beneficio no tecnificado

Foto: Desiderio Valiente



Figura 21. Fotografía de Fosa 1 del beneficio no tecnificado

Foto: Desiderio Valiente



Figura 22. Fotografía de Filtro de Arena y Piedrín del beneficio no tecnificado

Foto: Desiderio Valiente



Figura 23. Fotografía de Fosa 2 del beneficio no tecnificado

Foto: Desiderio Valiente

B. Clima

El clima corresponde a una zona templada fría montano bajo húmeda, siendo la precipitación pluvial anual de 1,300 a 1,500 mm distribuidos entre los meses de mayo a octubre. La temperatura promedio es de 18° a 22°C (De la Cruz, 1982)

C. Suelos

En los suelos del área de estudio predomina la serie de suelos Chixoy (Simmons, 1959) que ocupa el 100% de la superficie

Según Simmons (1959), los suelos Chixoy son pocos profundos, excesivamente drenados, desarrollados sobre caliza fracturada, con un clima húmedo seco. Ocupa terreno quebrado, inclinado y la pendiente en la mayoría de los lugares tiene más del 50% de inclinación. Están asociados con y se asemejan a los suelos Calanté y Tamahú pero no son tan profundos como los primeros y no tienen la base de caliza masiva como los segundos.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo General

- A. Evaluar tres sistemas de plantas de tratamiento de aguas residuales de diferente nivel tecnológico, para el tratamiento de aguas residuales generadas por el beneficio húmedo del café, en Huehuetenango.

2.3.2 Objetivos Específicos

- A. Determinar la contaminación generada por el beneficiado húmedo del café, en términos de la carga contaminante en las aguas residuales del proceso.
- B. Comparar la capacidad de las diferentes plantas de tratamiento en la reducción de los siguientes indicadores de contaminación: Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Sólidos en suspensión, Nitrógeno total, turbidez, potencial de Hidrógeno, en aguas residuales provenientes del beneficiado de café.
- C. Evaluar la eficiencia y eficacia de tres sistemas de tratamiento aguas residuales del beneficio de café de diferente nivel tecnológico.

2.4. Metodología

Para cumplir con el objetivo de evaluar tres sistemas de diferente nivel tecnológico, para el tratamiento de aguas residuales provenientes del beneficio húmedo del café; se desarrolló la siguiente metodología:

Se utilizó la infraestructura de plantas de tratamiento de aguas de fincas que mostraron interés en realizar este tipo de estudio, que poseen los requerimientos básicos para poder tipificarlas dentro de los rangos de tecnología promedios a su tipo, es decir de las fincas que mostraran niveles altos, medios y bajos de tecnología. De esta forma, se seleccionó tres fincas que poseen sistemas de tratamiento de aguas residuales tecnificados, semitecnificados y no tecnificados, sobre la base de las características del tratamiento posterior realizado a las aguas residuales.

De esta forma, se realizó el estudio en tres distintas fincas de la región de Huehuetenango, ubicadas en los municipios de San Pedro Necta y La Libertad. La Finca La Providencia I, permitió el acceso a una planta con la infraestructura más completa de las del área que se caracterizó como Tecnificada. La Finca Las Cuevitas y Anexos facilitó el acceso a su planta de tratamiento la cual se caracterizó como Semitecnificada, y la Finca La Palma permitió medir la calidad de aguas en su planta de tratamiento la cual se caracterizó como No Tecnificada. De forma general, los sistemas evaluados constan de los siguientes elementos:

Planta tecnificada.

- Un Recolector--Decantador
- Tamices para separación de materia flotante
- 6 Tanques de sedimentación
- Filtros compuestos de grava y arena

Planta Semitecnificada

- Recolector—decantador

- Tamices para separación de materia flotante
- 3 Tanques de sedimentación
- Filtro grava y arena

Planta no tecnificada

- Fosa de oxidación
- Filtros de grava y arena

La diferencia básica entre la planta de tratamiento tecnificada y la semitecnificada, consiste en el número de elementos por cada tipo principalmente en los tanques de sedimentación, sin embargo no varían en el tipo, ya que consisten de los mismos elementos.

Luego de identificados los sistemas que se deseaban contrastar en el análisis, con la finalidad de evaluar tres sistemas de tratamiento de aguas residuales de diferente nivel tecnológico, se procedió de la siguiente forma para el cumplimiento de los objetivos específicos del estudio:

2.4.1 Determinar la contaminación generada por el beneficiado húmedo del café, en términos de la carga contaminante en las aguas residuales del proceso.

Para determinar la contaminación que se genera en el proceso de beneficiado del café, se utilizaron como puntos de muestro en el proceso de beneficiado húmedo del café, en primer instancia, el agua que ingresa al sistema, es decir la fuente de agua en su estado original, antes de ser utilizada en el proceso de beneficiado; y como segundo punto, las aguas provenientes del primer lavado del café después del proceso de fermentación que es el agua que lleva la mayor carga contaminante, esto es después del lavado, despulpado y fermentación para la eliminación del mucílago. Los parámetros evaluados:

- DBO
- DQO
- Sólidos en suspensión

- Sólidos sedimentables
- Sólidos totales
- Nitrógeno total
- Fósforo total
- Grasas y aceites
- pH

La escogencia de los parámetros estuvo basada en la representatividad de los mismos como indicadores de la calidad del agua, donde resaltan el DBO y el DQO, como indicadores bioquímicos de los procesos, que determinan principalmente el contenido de materia orgánica en el agua; el pH muestra cambios en la composición y liberación de ácidos o bases en solución acuosa; y el nitrógeno muestra el potencial de contaminación química.

2.4.2 Comparar la capacidad de las diferentes plantas de tratamiento en la reducción de algunos indicadores de contaminación (DQO, DBO, Sólidos en suspensión, Nitrógeno total, turbidez, pH) en aguas residuales provenientes del beneficiado de café.

Para cumplir con este objetivo propuesto, que corresponde a la comparación de cada uno de los sistemas de tratamiento y su comparación, se utilizaron los mismos parámetros que en el objetivo anterior, analizando tres muestras en el sistema que permitieran contrastar los cambios en la calidad del agua y verificar si existe en realidad una reducción de las cargas contaminantes.

Para esto se establecieron dos puntos de muestreo dentro del sistema del beneficiado y tratamiento de aguas residuales. El primer punto se estableció en la salida de las pilas o tanques de fermentación, que es donde se considera que existe la mayor cantidad de carga contaminante, y se comparó con el segundo punto ubicado en la salida del sistema de tratamiento donde el agua es devuelta al sistema original de donde fue extraída para ser utilizada en el beneficiado del café.

Se comparó la reducción de cada uno de los parámetros dentro de cada uno de los sistemas de tratamientos evaluados.

2.4.3 Evaluar la eficiencia y eficacia de tres sistemas de tratamiento aguas residuales del beneficio de café, de diferente nivel tecnológico.

El tercer objetivo tiene como finalidad el de establecer de mejor forma las diferencias que existen referentes al tratamiento que puedan dar cada uno de los sistemas evaluados a las aguas residuales, de tal forma de poder establecer con mayor exactitud si existen diferencias entre cada uno de los sistemas. Para esto, se establecen los conceptos de eficiencia y eficacia para ser utilizados como indicadores del funcionamiento de las plantas.

La eficacia del sistema, está determinada sobre la disminución cualitativa de la carga contaminante, es decir que si la planta de tratamiento de aguas residuales evaluada es capaz de disminuir o no la carga contaminante proveniente del proceso de beneficiado húmedo del café; esto se evalúa comparando los resultados del análisis de la carga contaminante después del lavado en los tanques de fermentación y al final del sistema de tratamiento.

La eficiencia del sistema, está determinada por el grado de disminución de la carga contaminante de las aguas residuales, es decir que es una característica cuantitativa del funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales; ya que se evalúa porcentualmente cual es la disminución de esa carga contaminante luego de salir del sistema de tratamiento, comparando los mismos dos puntos de referencia, cual es la carga contaminante a la salida del lavado en los tanques de fermentación y del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Las actividades de este estudio se llevaron a cabo entre los meses de diciembre del año 2,007 a febrero del 2,008. Algunas pruebas se efectuaron directamente en el campo y otras se realizaron en el laboratorio. Para esto se realizaron diferentes muestreos. El

procedimiento para los muestreos y los análisis en las tres plantas de tratamientos de aguas residuales se detallan a continuación:

Las muestras fueron obtenidas en las tres fincas en el mismo día, de los lugares antes mencionados. Se obtuvo una muestra de aproximadamente 1 litro de agua, en envases plásticos de tapas roscadas, limpios. En total se obtuvieron 9 muestras, provenientes 3 de cada sistema de tratamiento identificado. Las muestras fueron trasladadas, en una hielera a una temperatura aproximada de 4 grados Celsius. Y, fueron analizadas en la Unidad de Análisis instrumental de la Escuela de Química, de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, del Campus Central, Zona 12 Ciudad Capital.

2.5 Resultados

Los resultados obtenidos en este estudio se presentan a continuación analizándolos con base en los objetivos propuestos de la siguiente manera:

2.5.1 Determinar la contaminación generada por el beneficiado húmedo del café, en términos de la carga contaminante en las aguas residuales del proceso.

Para determinar el cambio en la cantidad del agua en función del proceso del beneficiado se compararon los valores de los parámetros respectivos en las muestras obtenidas en la fuente de agua utilizada en el beneficio y el agua proveniente del lavado posterior en el tanque de fermentación, de esta manera se obtuvieron los resultados que se observan en los cuadros 17, 18 y 19; para los sistemas tecnificados, semitecnificados y no tecnificados respectivamente.

Cuadro 17. Carga contaminante generada en beneficio húmedo tecnificado

Parámetros Evaluados	Unidades	Fuente de Agua	Entrada al sistema de tratamiento	Niveles permitidos
pH		6.65	3.43	6 a 9
Conductividad	μS/cm	71.78	595.27	No aplica
Sólidos sedimentables	mg/L	0.15	< 0.1	100
Sólidos en suspensión	mg/L	12.00	5816.00	Ausente
Sólidos totales	mg/L	68.0	5820.50	No aplica
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1.95	411.00	250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	150	1,810.00	200
Nitrógeno Total	mg/L	0.5	5.00	20
Fósforo total	mg/L	<0.5	6.5	10
Grasas y aceites	mg/L	0.10	0.18	10

En el cuadro 17 se observa que la carga contaminante generada por el proceso de beneficiado para este tipo de nivel tecnológico, es de grande al comparar los valores de los parámetros evaluados del agua de la fuente utilizada donde la calidad del agua es muy buena manteniendo los valores dentro de los rangos adecuados para ser utilizados en diferentes actividades, incluso en el caso del consumo doméstico, desde el punto de vista físico químico, se considera agua apta.

Sin embargo al salir del sistema de beneficiado, las características originales son alteradas drásticamente en la mayoría de sus parámetros evaluados; el pH se ve disminuido, los sólidos en suspensión y totales aumentan considerablemente, al igual que los valores de DBO y DQO; solo las grasas, el nitrógeno y el fósforo se encuentran dentro del rango permitido para aguas residuales.

Con base en los resultados obtenidos del análisis de las muestras del beneficio tecnificado, se observa que todos los parámetros se salen de las exigencias en cuanto a la legislación vigente de aguas residuales, donde por ejemplo la DBO aceptada es de 200 mg/L; el pH requerido es de 6 a 9, y se encuentra en 3.43.

Cuadro 18. Carga contaminante generada en beneficio húmedo semitecnificado

Parámetros Evaluados	Unidades	Fuente de Agua	Entrada al sistema de tratamiento	Niveles permitidos
pH		6.96	3.57	6 a 9
Conductividad	µsiemens/cm	218.31	1,018.72	No aplica
Sólidos sedimentables	mg/L	< 0.1	< 0.1	100
Sólidos en suspensión	mg/L	40.00	4,220.00	Ausente
Sólidos totales	mg/L	153.00	6,489.00	No aplica
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	24.23	2,235.00	250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	170.00	6,300.00	200
Nitrógeno Total	mg/L	1.40	6.00	20
Fósforo total	mg/L	<0.5	11.00	10
Grasas y aceites	mg/L	0.01	0.20	10

Al igual que en el sistema tecnificado, en el sistema semitecnificado se obtienen valores altos de los parámetros evaluados los cuales se encuentran fuera del rango aceptado para las aguas residuales, según el reglamento vigente de aguas residuales; únicamente el nitrógeno y las grasas se encuentran dentro del rango aceptable y el fósforo esta ligeramente fuera del rango que es de un máximo de 10 mg/L.

El agua proveniente de la fuente de abastecimiento es de regular calidad en función de valores moderados de conductividad eléctrica y de DQO, los cuales manifiestan la existencia de sustancias en suspensión, las cuales son en su mayoría de origen orgánico.

Cuadro 19. Carga contaminante generada en beneficio húmedo no tecnificado

Parámetros Evaluados	Unidades	Fuente de Agua	Entrada al sistema de tratamiento	Niveles permitidos
pH		6.37	4.28	6 a 9
Conductividad	µsiemens/cm	5.07	514.42	No aplica
Sólidos sedimentables	mg/L	< 0.1	0.1	100
Sólidos en suspensión	mg/L	4.00	1,448.00	Ausente
Sólidos totales	mg/L	44.00	2,233.00	No aplica
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	4.57	982.50	250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	175.00	6,300.00	200
Nitrógeno Total	mg/L	1.00	2.50	20
Fósforo total	mg/L	<0.5	2.50	10
Grasas y aceites	mg/L	0.09	0.27	10

El sistema no tecnificado tiene un abastecimiento de un manantial o nacimiento y su calidad es regular, con deficiencia en el parámetro de DQO, cuyos valores son altos lo cual denota presencia de materia orgánica, cuya fuente probable es el suelo circundante al mismo. Con excepción del nitrógeno, el fósforo y las grasas; al igual que en los dos sistemas evaluados anteriormente el comportamiento de los parámetros indica alteración considerable de la calidad del agua.

En resumen, para los tres niveles tecnológicos, existe alteración de los parámetros evaluados, los cuales están fuera de los rangos aceptados, lo cual indica que las cargas contaminantes son considerables pues alteran las características de la calidad del agua y por lo tanto tienen un impacto negativo sobre la misma. Solo los parámetros de fósforo, nitrógeno y grasas presentan valores adecuados o muy cercanos a ello.

2.5.2 Comparar la capacidad de las diferentes plantas de tratamiento en la reducción de algunos indicadores de contaminación (DQO, DBO, Sólidos en suspensión, Nitrógeno total, turbidez, pH) en aguas residuales provenientes del beneficiado de café.

Los tratamientos de aguas residuales varían en cuanto a la fases y a la magnitud de las mismas, es decir que los sistemas de tratamiento, tienen variantes en su diseño, lo cual debería de repercutir en el tratamiento final de las aguas mieles, debido a que se consideran como de niveles tecnológicos diferentes. Para verificar esto, se comparan los análisis de las muestras al inicio del sistema de tratamiento y al final de mismo para

determinar el tratamiento que se está dando a las aguas mieles producto del beneficiado. En los cuadros 20, 21 y 22; se observan los resultados de los análisis para cada uno de los sistemas evaluados.

Cuadro 20. Tratamiento de aguas residuales en planta tecnificada

Parámetros Evaluados	Unidades	Entrada al sistema de tratamiento	Salida del sistema de tratamiento	Niveles permitidos
pH		3.43	3.70	6 a 9
Conductividad	µsiemens/cm	595.27	580.11	No aplica
Sólidos sedimentables	mg/L	< 0.1	< 0.1	100
Sólidos en suspensión	mg/L	5816.00	2450.50	Ausente
Sólidos totales	mg/L	5820.50	2460.00	No aplica
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	411.00	3,660.00	250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1,810.00	3,960.00	200
Nitrógeno Total	mg/L	5.00	5.00	20
Fósforo total	mg/L	6.5	5.5	10
Grasas y aceites	mg/L	0.18	0.14	10

En la planta de tipo tecnificado, se observa un leve aumento del pH, sin llegar a estar dentro del rango esperado. Los sólidos disminuyen, pero existe un considerable aumento en los parámetros de DBO y DQO; lo cual puede ser producto de la descomposición de la materia orgánica, que anteriormente constituía a los sólidos totales. Además, se observa una leve disminución en los contenidos de fósforo y grasas

Cuadro 21. Tratamiento de aguas residuales en planta semitecnificada

Parámetros Evaluados	Unidades	Entrada al sistema de tratamiento	Salida del sistema de tratamiento	Niveles permitidos
pH		3.57	3.53	6 a 9
Conductividad	µsiemens/cm	1,018.72	761.01	No aplica
Sólidos sedimentables	mg/L	< 0.1	< 0.1	100
Sólidos en suspensión	mg/L	4,220.00	3,615.50	Ausente
Sólidos totales	mg/L	6,489.00	3,621.00	No aplica
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2,235.00	966.50	250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	6,300.00	4,110.00	200
Nitrógeno Total	mg/L	6.00	6.40	20
Fósforo total	mg/L	11.00	7.5	10
Grasas y aceites	mg/L	0.20	0.48	10

La planta de tratamiento o el sistema semitecnificado causa una disminución en los sólidos y los valores de DBO y DQO, aunque estos aún se encuentran fuera de los rangos aceptados para efluentes de este tipo, como lo establece el reglamento respectivo.

Cuadro 22. Tratamiento de aguas residuales en planta no tecnificada

Parámetros Evaluados	Unidades	Entrada al sistema de tratamiento	Salida del sistema de tratamiento	Niveles permitidos
pH		4.28	4.29	6 a 9
Conductividad	μsiemens/cm	514.42	211.24	No aplica
Sólidos sedimentables	mg/L	0.1	0.1	100
Sólidos en suspensión	mg/L	1,448.00	1,410.50	Ausente
Sólidos totales	mg/L	2,233.00	1,414.50	No aplica
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	982.50	310.50	250
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	6,300.00	4,110.00	200
Nitrógeno Total	mg/L	2.50	14.50	20
Fósforo total	mg/L	2.50	4.50	10
Grasas y aceites	mg/L	0.27	0.09	10

El sistema no tecnificado, muestra una disminución de los valores de la mayoría de los parámetros, y un aumento de los valores de nitrógeno y fósforo, esto puede ser producto de la descomposición de la materia orgánica. De forma general, los sistemas de tratamiento funcionan parcialmente en su objetivo de tratar las aguas residuales del beneficiado del café, ya que algunos parámetros no vuelven a los valores iniciales o tan siquiera llegan a ubicarse dentro de los rangos permitidos por el reglamento de aguas residuales.

2.5.3 Evaluar la eficiencia y eficacia de tres sistemas de tratamiento aguas residuales del beneficio de café, de diferente nivel tecnológico.

La eficacia de los sistemas de tratamiento de aguas residuales del beneficiado húmedo del café, se determina con base en una apreciación cualitativa del desempeño de la misma referente a la comparación de los valores de los parámetros evaluados; de esta forma se determina que los sistemas semitecnificado y no tecnificado son eficaces en el tratamiento de las aguas residuales, ya que disminuyen los valores de los parámetros de contaminación y por lo tanto mejoran la calidad del agua.

No así el sistema de tratamiento tecnificado, el cual muestra aumento de los valores de algunos parámetros evaluados, lo cual indica que no es eficaz en el tratamiento de las aguas residuales; otro de los motivos puede ser la acumulación de materia orgánica en el sistema derivado de la utilización sin un mantenimiento adecuado. Ahora, la eficiencia como un indicador cuantitativo, muestra cual es el nivel de tratamiento que el sistema hace sobre las aguas residuales del beneficiado húmedo del café, los resultados de la eficiencia se dan en porcentaje de disminución de la carga contaminante, en relación a la carga contaminante inicial que ingresa al sistema, los resultados pueden observarse en los cuadros 23, 24 y 25; para las plantas tecnificada, semi tecnificada y no tecnificada respectivamente.

Cuadro 23. Eficiencia de tratamiento de aguas residuales del beneficiado del café, de la planta tecnificada

Parámetros Evaluados	Unidades	Entrada al sistema de tratamiento	Salida del sistema de tratamiento	Eficiencia (%)
pH		3.43	3.70	7.87
Conductividad	µsiemens/cm	595.27	580.11	2.55
Sólidos sedimentables	mg/L	< 0.1	< 0.1	
Sólidos en suspensión	mg/L	5816.00	2450.50	57.87
Sólidos totales	mg/L	5820.50	2460.00	57.74
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	411.00	3,660.00	-790.51
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	1,810.00	3,960.00	-118.78
Nitrógeno Total	mg/L	5.00	5.00	0.00
Fósforo total	mg/L	6.5	5.5	15.38
Grasas y aceites	mg/L	0.18	0.14	22.22

Se observa para la planta tecnificada que los porcentajes de disminución de la carga contaminante alcanzan más del 57% en el caso de los sólidos totales y en suspensión, que es el parámetro que más disminuye; sin embargo, es de resaltar que el valor de DQO aumenta en más de 118%, lo cual indica que alcanza valores más del doble de los originales con los que ingreso al sistema, y en el caso de del DBO, alcanza valores de casi ocho veces el equivalente a la carga inicial de ingreso al sistema de tratamiento, lo que indica que hay producción de materia orgánica dentro del sistema de tratamiento, producto talvez de la descomposición de materia flotante o sólidos orgánicos que se descomponen durante el tratamiento y originan el aumento de la demanda química y bioquímica de oxígeno.

Cuadro 24. Eficiencia de tratamiento de aguas residuales del beneficiado del café, de la planta semitecnificada

Parámetros Evaluados	Unidades	Entrada al sistema de tratamiento	Salida del sistema de tratamiento	Eficiencia (%)
pH		3.57	3.53	-1.12
Conductividad	µsiemens/cm	1,018.72	761.01	25.30
Sólidos sedimentables	mg/L	< 0.1	< 0.1	
Sólidos en suspensión	mg/L	4,220.00	3,615.50	14.32
Sólidos totales	mg/L	6,489.00	3,621.00	44.20
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2,235.00	966.50	56.76
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	6,300.00	4,110.00	34.76
Nitrógeno Total	mg/L	6.00	6.40	-6.67
Fósforo total	mg/L	11.00	7.5	31.82
Grasas y aceites	mg/L	0.20	0.48	-140.00

El sistema semitecnificado, genera una disminución de la carga contaminante de la mayoría de sus parámetros, con un 44% en el caso de los sólidos totales y un 14% en los sólidos en suspensión; en el caso de la conductividad eléctrica disminuye un 25% este parámetro, derivado de la disminución de sustancias en suspensión que ocasionan este parámetro; las demandas químicas y bioquímicas de oxígeno disminuyen en 34 y 56% respectivamente, sin llegar a los límites permitidos para su descarga; solo existen un ligero aumento en el contenido de nitrógeno total del orden del 6% y de las grasas y aceites del 140%, que aunque el valor es grande no implica estar fuera de la norma que indica el reglamento vigente respectivo.

Cuadro 25. Eficiencia de tratamiento de aguas residuales del beneficiado del café, de la planta no tecnificada

Parámetros Evaluados	Unidades	Entrada al sistema de tratamiento	Salida del sistema de tratamiento	Eficiencia (%)
pH		4.28	4.29	0.23
Conductividad	µsiemens/cm	514.42	211.24	58.94
Sólidos sedimentables	mg/L	0.1	0.1	
Sólidos en suspensión	mg/L	1,448.00	1,410.50	2.59
Sólidos totales	mg/L	2,233.00	1,414.50	36.65
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	982.50	310.50	68.40
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	6,300.00	4,110.00	34.76
Nitrógeno Total	mg/L	2.50	14.50	-480.00
Fósforo total	mg/L	2.50	4.50	-80.00
Grasas y aceites	mg/L	0.27	0.09	66.67

El sistema no tecnificado de tratamiento de aguas residuales tiene valores de eficiencia negativos en los parámetros de nitrógeno y fósforo total, los cuales alcanzan los 480 y 80%, es decir que aumentan 4.8 y 0.8 veces de sus valores originales respectivamente, sin llegar a estar fuera de la norma. Los parámetros evaluados restantes mejoran sus valores sustancialmente principalmente la demanda bioquímica de oxígeno que se reduce en un 68% y la demanda química de oxígeno en un 37%, que a pesar de estar fuera de los límites máximos permitidos, muestra un avance significativo en el tratamiento de las aguas residuales.

Aunque, es difícil de establecer comparaciones entre los tratamientos tomando en cuenta que los valores iniciales al ingreso al sistema son diferentes, sin embargo, en el cuadro 26 se comparan las eficiencias de los sistemas de tratamiento para visualizar de mejor forma el trabajo que realiza cada uno de los sistemas evaluados.

Cuadro 26. Comparación de las eficiencias de tratamiento de los 3 sistemas de tratamiento evaluados

Parámetros Evaluados	Tecnificado	Semi tecnificado	No tecnificado
pH	-7.87	1.12	-0.23
Conductividad	2.55	25.30	58.94
Sólidos sedimentables			
Sólidos en suspensión	57.87	14.32	2.59
Sólidos totales	57.74	44.20	36.65
Demanda Bioquímica de Oxígeno	-790.51	56.76	68.40
Demanda Química de Oxígeno	-118.78	34.76	34.76
Nitrógeno Total	0.00	-6.67	-480.00
Fósforo total	15.38	31.82	-80.00
Grasas y aceites	22.22	-140.00	66.67

Como se observa, ninguno de los tratamientos es capaz de mejorar el pH de las aguas residuales, el cual tiene un valor alrededor de las 3 unidades y que es necesario mejorar. La conductividad eléctrica es mejorada por la planta no tecnificada; los valores de sólidos en suspensión y totales son mejorados en la planta tecnificada en mejor forma, a pesar que ahí es donde se presentan los valores más altos al ingreso al sistema de tratamiento, lo cual indica que el sistema de filtros es eficiente en esta labor; mientras que los valores de DBO y DQO, son disminuidos en mejor forma en la planta no tecnificada, a pesar que

los valores más bajos de ingreso al sistema están en el sistema tecnificado, este no es capaz de mejorar, sino al contrario aumenta sus valores.

Los valores de nitrógeno total aumentan en dos sistemas; las grasas y aceites disminuyen en la planta no tecnificada; mientras que el fósforo total disminuye de mejor forma en la planta tecnificada, aunque los valores de fósforo, nitrógeno y grasas no alcanzan valores elevados que impliquen una limitante para la disposición de las aguas residuales del proceso de beneficiado en el medio natural, como si lo representan los valores de DBO, DQO, pH y sólidos, los cuales aún después del tratamiento efectuado en los diferentes sistemas, no se encuentra apta para ser descargada de forma segura y se encuentra fuera de la norma vigente lo que implica la necesidad de un plan de reducción por etapas según lo indica el reglamento de descarga de aguas residuales y lodos.

2.6. Conclusiones

- A. La carga contaminante proveniente del beneficiado húmedo del café es alta, las calidades originales de las aguas utilizadas en el proceso se ven seriamente alteradas y generan la necesidad de aplicar tratamientos a estos efluentes en todos los niveles tecnológicos de beneficiado. Los parámetros evaluados que tienen un mayor impacto son los sólidos en suspensión y totales (hasta 5816 y 5820 mg/L respectivamente); y las demandas químicas y bioquímicas de oxígeno (hasta 6300 y 2235 mg/L respectivamente), lo cual indica contaminación orgánica e inorgánica en altos niveles. Los valores de los parámetros de calidad del agua evaluados, luego de ser utilizada en el proceso de beneficiado rebasan los límites permitidos señalados en el reglamento de descarga de aguas residuales vigente a partir del año 2006, lo que implica que el tratamiento de las aguas es necesario.
- B. Los sistemas de tratamiento evaluados mejoran algunos de los parámetros de calidad del agua, principalmente los sólidos en suspensión y sólidos totales (disminuyen hasta en un 57%); las demandas químicas y bioquímicas de oxígeno, son disminuidas solo en los sistemas semitecnificado y no tecnificado (disminuye 60% el DBO y 34 % el DQO), mientras que en el caso del sistema tecnificado, los valores aumentan considerablemente. Sin embargo, el cumplimiento de los objetivos del tratamiento de las aguas residuales es parcial, ya que si bien algunos parámetros son mejorados, se encuentran fuera de la normativa vigente, por lo cual estos aun no son suficientes para devolver al agua las calidades mínimas para ser descargadas al ambiente nuevamente; y están mucho más lejos por lo tanto, de devolver su calidad original con la cual fueron tomadas del medio para ser utilizadas en el proceso.
- C. La eficacia de las plantas de tratamiento de aguas residuales no tecnificada y semitecnificada es regular, ya que si contribuyen a la disminución de los valores de los parámetros evaluados de calidad del agua, no así la planta tecnificada, cuyo funcionamiento es deficiente debido a que los parámetros de DBO y DQO, aumentan durante el tratamiento y solo es eficaz en la disminución de los valores de los sólidos en suspensión. La eficiencia de los sistemas es diferente para cada uno de los

parámetros, aun considerando la diferencia de la calidad de las aguas al ingreso al sistema, se determina que las plantas más eficientes en la disminución de los valores de los sólidos totales y en suspensión es la planta tecnificada; mientras que para los valores de DBO y DQO, la eficiencia es mayor en el sistema no tecnificado; las fosas de sedimentación y los filtros son componentes adicionales de la planta no tecnificada fundamentales en el proceso. El parámetro que no evolucionó en ninguno de los sistemas de tratamiento es el pH, el cual ingresa al sistema con valores alrededor de 3 unidades y no mejora con el tratamiento, lo cual representa un riesgo a tomar en cuenta.

2.7 Recomendaciones

- A. Los resultados de esta investigación muestran hallazgos interesantes referentes al funcionamiento de las plantas de tratamiento evaluadas, pero deberán de ser tomados como referencia para la exploración detallada del funcionamiento de las mismas y no como resultados definitivos, ya que la intensidad de muestreo fue baja por ser un estudio exploratorio.
- B. Establecer un sistema de monitoreo detallado del funcionamiento de las plantas de tratamiento para determinar cuáles son las fallas del sistema en lo referente a la no disminución de los valores de los parámetros evaluados (Por ejemplo en el DBO y DQO de la planta tecnificada), estableciendo mayores puntos de muestreo dentro del sistema para verificar el funcionamiento de cada uno de sus componentes.
- C. Evaluar el funcionamiento de otras plantas similares, para verificar si se comparten de la misma forma que las evaluadas y ayudar a consolidar la información obtenida en el presente estudio. Principalmente monitoreando los tiempos de residencia del efluente en cada una de las etapas del tratamiento.

- D. Incorporar aireación a las plantas para mejorar la cantidad de oxígeno disuelto y por ende los parámetros de DBO y DQO existentes.

- E. Investigar otros métodos de tratamiento, principalmente en lo referente a la mejora del pH el cual resultó ser el parámetro que mostró menos mejora con los sistemas de tratamiento evaluados, dentro de los que podrían estar principalmente los químicos mediante el uso de cal.

- F. Establecer un sistema de mejora continua en la calidad de los efluentes del beneficiado húmedo del café, que permita cumplir con las normas vigentes y por ende contribuir a disminuir el impacto negativo que causa esta actividad agroindustrial en el ambiente, utilizando plantas de tratamiento con un adecuado mantenimiento para que su funcionamiento sea el adecuado.

2.8 Bibliografía

1. Abad Muños, J. 1990. Estudio de impacto de los precios de café maduro sobre la rentabilidad del cultivo en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 72 p.
2. Alfaro Tovar, JE. 2001. Producción de café estrictamente duro, manteniendo la calidad en el beneficio húmedo sin contaminar. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 39 p.
3. ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café, GT) 1985. Manual de caficultura. Guatemala. 180 p.
4. _____. 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. 318 p.
5. _____. 2000. Manual de beneficiado húmedo. Guatemala. 175 p.
6. _____. 2004. Avances en el tratamiento químico de aguas residuales. Guatemala. 7 p.
7. Anzueto, F. 1998. Medio ambiente y desarrollo. Cafetín (agosto):6-7.
8. Bermúdez Savón, RC; Rodríguez Pérez, S; Martínez Abreu, MC; Terry Brown, AI. 2003. Caracterización físico química de los residuales del beneficio húmedo del café: ventajas del empleo de reactores UASB en el tratamiento de residuales líquidos para la obtención de biogás. Tecnología Química (ES) 23:235.
9. Bressani, L *et al.* 1987. Alimentos de animales con pulpa de café. *In* Simposio internacional sobre la utilización de los subproductos de café (1987, GT). Memorias. Guatemala, Asociación Nacional del Café. p. 45-53.
10. Camacho, N. 1992. Caracterización de la cadena del café en Guatemala (en línea). Bolivia. Consultado 2 oct 2008. Disponible en: www.grupochorlavi.org/cafe/docs/guatemala.pdf
11. CENICAFE (Centro Internacional de Investigaciones en Café, CO). s.f. Recolección y beneficiado húmedo del café. Hoja Técnica Procafé (CO) 2 p.
12. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
13. Galindo Illescas, F. 1998. Caracterización de los beneficios húmedos de café y estimación de sus cargas contaminantes sobre los ríos Salvalich y Tarros del municipio de San Pablo, San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 74 p.
14. Hernández Paz, M. 1999. Manual de caficultura. Guatemala, Asociación Nacional del Café. p. 247-250.
15. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1966. Mapa topográfico de la república de Guatemala; hoja Cuilco, no. 1862-III. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color.
16. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). 2006. Reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos, acuerdo gubernativo 236-2006. Guatemala. 24 p.

17. Menchú, JF 1985 Manual práctico de beneficios de café. Guatemala, Asociación Nacional del Café. 119 p.
18. Menchú Vásquez, E. 1995. Aplicación de la ingeniería química a la agroindustria de café. Tesis Ing. Quím. Guatemala, USAC. 57 p.
19. Raymundo Raymundo, E. 2005. Fuentes y niveles de contaminación del recurso hídrico de la microcuenca del río San Pedro, cuenca del río Selegua, Huehuetenango. Tesis MSc. Manejo Sostenible Suelo y Agua. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 212 p.
20. Restrepo, J. 2002. Caracterización física y química de los frutos del café (en línea). Costa Rica. Consultado 25 oct 2008. Disponible en <http://www.cedeco.or.cr/documentos/Caracterizacion%20del%20cafe.pdf>
21. Roux, G; Camacho Nassar, C. 1992. Caracterización de la cadena del café en Guatemala. Guatemala, Asociación Nacional del Café. 34 p.
22. Rubio, M. 1969. Historia del cultivo del café en Guatemala. Revista Cafetalera (GT) 3(9):15-26.
23. Savigne Cobas, D; Romanovski Pérez, O. 1996. Impacto de los residuales del beneficio húmedo del café en la provincia Guantánamo, Cuba (en línea). *In* Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS) (26, 1996, CU). Cuba. Consultado 6 oct 2009. Disponible en <http://www.cepis.org.pe/bvsaidis/aresidua/peru/cubtar016.pdf>
24. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
25. Tebbutt, THY. 1990. Fundamentos de control de calidad del agua. México, Limusa. p. 15-31.
26. Vásquez, R. 1997. El manejo de efluentes en el beneficiado del café en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 21(1):69-76.
27. Wasser, R. 1993. Contaminación generada por los beneficios de café; alternativas técnicas e ideas para una estrategia de solución. Matagalpa, Nicaragua, Oficina Biogás y Saneamiento Ambiental. 72 p.

2.9 Anexos

Anexo 1. Resultados obtenidos de los análisis realizados a las 3 muestras de cada sistema de tratamiento.

Cuadro 27 A. Resultados de análisis químico de laboratorio de las muestras del beneficio húmedo de café, no tecnificado

ESCUELA DE QUÍMICA UNIDAD DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL Edificio T-13, Ciudad Universitaria, Zona 12 Tel: 2476 9844 y 24439500 ext. 1520			INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
NOMBRE COMÚN O COMERCIAL DE LA MUESTRA Muestra de agua de río			N. de código/ Marca del remitente Jacobó Sánchez	
No. Registro 084067-081069		Empresa/Institución: Export Café S:A Facultad de Agronomía, USAC Remitente/Solicitante: Desiderio Valiente		
Fecha recepción 07/04/08	Muestras recibidas por PJ	Tipo de recipiente Recipiente plástico		Peso neto
DETERMINACIONES SOLICITADAS Paquete de aguas superficiales / de lago				
RESULTADOS DE ANÁLISIS				
Parámetros Evaluados	Unidades	Resultados muestra No. 1	Resultados muestra No. 2	Resultados muestra No.3
pH		6.37	4.28	4.29
Conductividad		5.07	514.42	211.24
Sólidos sedimentables	mg/L	< 0.1	0.1	0.1
Sólidos en suspensión	mg/L	4.00	1,448.00	1,410.50
Sólidos totales	mg/L	44.00	2,233.00	1,414.50
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	4.57	982.50	310.50
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	175.00	6,300.00	4,110.00
Nitrógeno Total	mg/L	1.00	2.50	14.50
Fósforo total	mg/L	<0.5	2.50	4.50
Grasas y aceites	mg/L	0.09	0.27	0.09
Costo por muestra: 480.00				
Fecha 05/05/2008	Analista (s) MS,PJ	Referencia Registro Análisis		Costo Total Facturado Q1440.00
Firma jefe UAI	Recibido Nombre	Firma		Fecha

Cuadro 28 A. Resultados de análisis químico de laboratorio de las muestras del beneficiado húmedo de café, tecnificado

ESCUELA DE QUÍMICA UNIDAD DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL Edificio T-13, Ciudad Universitaria, Zona 12 Tel: 2476 9844 y 24439500 ext. 1520		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO		
NOMBRE COMÚN O COMERCIAL DE LA MUESTRA Muestra de agua de río		N. de código/ Marca del remitente Otto Villatoro		
No. Registro 084067-081069		Empresa/Institución: Export Café S:A Facultad de Agronomía, USAC Remitente/Solicitante: Desiderio Valiente		
Fecha recepción 07/04/08	Muestras recibidas por PJ	Tipo de recipiente Recipiente plástico	Peso neto	
DETERMINACIONES SOLICITADAS Paquete de aguas superficiales / de lago				
RESULTADOS DE ANÁLISIS				
Parámetros Evaluados	Unidades	Resultados muestra No. 1	Resultados muestra No. 2	Resultados muestra No.3
pH		6.65	3.43	3.70
Conductividad		71.78	595.27	580.11
Sólidos sedimentables	mg/L	0.15	< 0.1	< 0.1
Sólidos en suspensión	mg/L	12.00	5816.00	2450.50
Sólidos totales	mg/L	68.0	5820.50	2460.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	1.95	411.00	3,660.00
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	150	1,810.00	3,960.00
Nitrógeno Total	mg/L	0.5	5.00	5.00
Fósforo total	mg/L	<0.5	6.5	5.5
Grasas y aceites	mg/L	0.10	0.18	0.14
Costo por muestra: 480.00				
Fecha 05/05/2008	Analista (s) MS,PJ	Referencia Registro Análisis	Costo Total Facturado Q1440.00	
Firma jefe UAI	Recibido Nombre	Firma	Fecha	

Cuadro 29 A. Resultados de análisis químico de laboratorio de las muestras del beneficio húmedo de café, semi-tecnificado

ESCUELA DE QUÍMICA UNIDAD DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL Edificio T-13, Ciudad Universitaria, Zona 12 Tel: 2476 9844 y 24439500 ext. 1520		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO		
NOMBRE COMÚN O COMERCIAL DE LA MUESTRA Muestra de agua de río		N. de código/ Marca del remitente Ana Ortega		
No. Registro 084067-081069		Empresa/Institución: Export Café S:A Facultad de Agronomía, USAC Remitente/Solicitante: Desiderio Valiente		
Fecha recepción 07/04/08	Muestras recibidas por PJ	Tipo de recipiente Recipiente plástico	Peso neto	
DETERMINACIONES SOLICITADAS Paquete de aguas superficiales / de lago				
RESULTADOS DE ANÁLISIS				
Parámetros Evaluados	Unidad es	Resultados muestra No. 1	Resultados muestra No. 2	Resultados muestra No.3
pH		6.96	3.57	3.53
Conductividad		218.31	1,018.72	761.01
Sólidos sedimentables	mg/L	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Sólidos en suspensión	mg/L	40.00	4,220.00	3,615.50
Sólidos totales	mg/L	153.00	6,489.00	3,621.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	24.23	2,235.00	966.50
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	170.00	6,300.00	4,110.00
Nitrógeno Total	mg/L	1.40	6.00	6.40
Fósforo total	mg/L	<0.5	11.00	7.5
Grasas y aceites	mg/L	0.01	0.20	0.48
Costo por muestra: 480.00				
Fecha 05/05/2008	Analista (s) MS,PJ	Referencia Registro Análisis	Costo Total Facturado Q1440.00	
Firma jefe UAI	Recibido Nombre	Firma	Fecha	

Anexo 2. Glosario de términos

Afluente: el agua captada por un ente generador.

Aguas residuales: las aguas que han recibido uso y cuyas calidades han sido modificadas.

Aguas residuales de tipo especial: las aguas residuales generadas por servicios públicos municipales y actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias y todas aquellas que no sean de tipo ordinario, así como la mezcla de las mismas.

Aguas residuales de tipo ordinario: las aguas residuales generadas por las actividades domésticas, tales como uso en servicios sanitarios, pilas, lavamanos, lavatrastos, lavado de ropa y otras similares, así como la mezcla de las mismas, que se conduzcan a través de un alcantarillado.

Alcantarillado pluvial: el conjunto de tuberías, canalizaciones y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas de lluvia.

Alcantarillado público: el conjunto de tuberías y obras accesorias utilizadas por la municipalidad, para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo ordinario o de tipo especial, o combinación de ambas que deben ser previamente tratadas antes de descargarlas a un cuerpo receptor.

Caracterización de una muestra: la determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales, aguas para reuso o lodos.

Caracterización de un efluente o un afluente: la determinación de características físicas, químicas y biológicas de las aguas, incluyendo caudal, de los parámetros requeridos en el presente reglamento.

Carga: el resultado de multiplicar el caudal por la concentración determinados en un efluente y expresada en kilogramos por día.

Caudal: el volumen de agua por unidad de tiempo.

Coliformes fecales: el parámetro que indica la presencia de contaminación fecal en el agua y de bacterias patógenas, provenientes del tracto digestivo de los seres humanos y animales de sangre caliente.

Cuerpo receptor: embalse natural, lago, laguna, río, quebrada, manantial, humedal, estuario, estero, manglar, pantano, aguas costeras y aguas subterráneas donde se descargan aguas residuales.

Demanda bioquímica de oxígeno: la medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales, que se determina por la cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un período de cinco días y una temperatura de veinte grados Celsius.

Demanda química de oxígeno: la medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales, que se determina por la cantidad equivalente de oxígeno utilizado en la oxidación química.

Dilución: el proceso que consiste en agregar un volumen de agua con el propósito de disminuir la concentración en un efluente de aguas residuales.

Efluente de aguas residuales: las aguas residuales descargadas por un ente generador.

Entes generadores: la persona individual o jurídica, pública o privada, responsable de generar o administrar aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas, y cuyo efluente final se descarga a un cuerpo receptor.

Entes generadores existentes: los entes generadores establecidos previo a la vigencia del presente reglamento.

Entes generadores nuevos: los entes generadores establecidos posteriormente a la vigencia del presente reglamento.

Estabilización de lodos: el proceso físico, químico o biológico al que se someten los lodos para acondicionarlos previo a su aprovechamiento o disposición final.

Estero: la zona del litoral que se inunda durante la pleamar. Puede ser tanto arenoso como rocoso y en ocasiones alcanza gran amplitud, tanto mayor cuanto más leve sea la pendiente y más notorias las mareas. Con frecuencia tiene un amplio desarrollo en las desembocaduras fluviales.

Eutrofización: el proceso de disminución de la calidad de un cuerpo de agua como consecuencia del aumento de nutrientes, lo que a su vez propicia el desarrollo de microorganismos y limita la disponibilidad de oxígeno disuelto que requiere la fauna y flora.

Fertirriego: la práctica agrícola que permite el reuso de un efluente de aguas residuales, que no requiere tratamiento, a fin de aprovechar los diversos nutrientes que posee para destinarlos en la recuperación y mejoramiento de suelos así como en fertilización de cultivos que no se consuman crudos o precocidos.

Humedal: el sistema acuático natural o artificial, de agua dulce o salada, de carácter temporal o permanente, generalmente en remanso y de poca profundidad.

Instrumentos de evaluación ambiental: los documentos técnicos definidos en el reglamento de evaluación, control y seguimiento ambiental, acuerdo gubernativo no. 23-2003 y sus reformas, contenidos en los acuerdos gubernativos no. 424-2003 y 704-2003; los cuales permiten realizar una identificación y evaluación sistemática de los impactos ambientales de un proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad, desde la fase de construcción hasta la fase de abandono.

Límite máximo permisible: el valor asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en las etapas correspondientes para aguas residuales y en aguas para reuso y lodos.

Lodos: los sólidos con un contenido variable de humedad provenientes del tratamiento de aguas residuales.

Manto freático: la capa de roca subterránea, porosa y fisurada que actúa como reservorio de aguas que pueden ser utilizables por gravedad o por bombeo.

Meta de cumplimiento: la determinación numérica de los valores que deben alcanzarse en la descarga de aguas residuales al final de cada etapa de cumplimiento. En el caso de los entes

generadores nuevos y de las personas nuevas que descargan al alcantarillado público, al iniciar operaciones.

Modelo de reducción progresiva: el régimen de cumplimiento de valores de parámetros en cargas, con parámetro de calidad asociado, en distintas etapas.

Monitoreo: el proceso mediante el cual se obtienen, interpretan y evalúan los resultados de una o varias muestras, con una frecuencia de tiempo determinada, para establecer el comportamiento de los valores de los parámetros de efluentes, aguas para reuso e iodos.

Muestra: la parte representativa, a analizar, de las aguas residuales, aguas para reuso o iodos.

Muestras compuestas: dos o más muestras simples que se toman en intervalos determinados de tiempo y que se adicionan para obtener un resultado de las características de las aguas residuales, aguas para reuso o iodos.

Muestra simple: la muestra tomada en una sola operación que representa las características de las aguas residuales, aguas para reuso o iodos en el momento de la toma.

Parámetro: la variable que identifica una característica de las aguas residuales, aguas para reuso o iodos, asignándole un valor numérico.

Parámetro de calidad asociado: el valor de concentración de demanda bioquímica de oxígeno, expresado en miligramos por litro, que determina la condición del efluente y se aplica en el modelo de reducción progresiva de cargas.

Persona que descarga al alcantarillado público: la persona individual o jurídica, pública o privada, que descarga aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público.

Persona existente que descarga al alcantarillado público: la persona que descarga al alcantarillado público establecida previo a la vigencia del presente reglamento.

Persona nueva que descarga al alcantarillado público: la persona que descarga al alcantarillado público establecida posteriormente a la vigencia del presente reglamento.

Punto de descarga: el sitio en el cual el efluente de aguas residuales confluye en un cuerpo receptor o con otro efluente de aguas residuales.

Reuso: el aprovechamiento de un efluente, tratado o no.

Servicios públicos municipales: aquellos que, de acuerdo con el código municipal, prestan las municipalidades directamente o los concesionan y que generan aguas residuales de tipo especial, ordinario o mezcla de ambas.

Sistema de alcantarillado privado: el conjunto de tuberías y obras accesorias para recolectar y conducir las aguas residuales de tipo especial, originadas por distintas personas individuales o jurídicas privadas, hasta su disposición a una planta de tratamiento de aguas residuales privada.

Tratamiento de aguas residuales: cualquier proceso físico, químico, biológico o una combinación de los mismos, utilizado para mejorar las características de las aguas residuales.

CAPITULO III

**SERVICIOS REALIZADOS EN EL PROYECTO NESPRESSO DE LA EMPRESA
EXPORTADORA DE CAFÉ –EXPORTCAFÉ S.A.-, HUEHUETENANGO, GUATEMALA,
C.A.**

3.1 Presentación

En el diagnóstico (inspección interna) realizado a los productores del clúster del programa de Nespresso, se generó información sobre las principales deficiencias de los productores y estas fueron: quema de basura, manejo inadecuado de agroquímicos, descarga de aguas mieles, falta de planificación anual de actividades agrícolas, falta de zonas de amortiguamiento, riesgos de higiene en almacenamiento de café pergamino, etc.

Por ello se implementó una serie de capacitaciones con las diferentes asociaciones que pertenecen al programa consistiendo en actividades teórico-prácticas con los siguientes temas:

- Uso e Importancia de la planificación y del registro de actividades agrícolas.
- Impactos Ambientales de la Producción de Café y Quema de Basura.
- Uso y Manejo Seguro de Plaguicidas y Productos Prohibidos.
- Medidas de Higiene en Beneficio Húmedo.
- Vida Silvestre y Renovación del Cafetal
- Zonas de Amortiguamiento.
- Reducción de riesgos a la salud humana en las fincas de café.
- Control de Calidad en las bodegas de grupos de productores.

Para conocer la situación y las deficiencias de cada productor en la cual necesitaban mejorar se realizaron inspecciones internas en las parcelas de cada uno la cual generó información de las deficiencias que cada productor tenía. Esta inspección se hizo con el objetivo de encontrar las deficiencias y darles una solución para poder salir del nivel deficiente en el cual nos encontrábamos y subir al nivel básico ya que eso era nuestro principal objetivo.

De los 164 productores que pertenecen al Programa Nespresso, se verificaron inspecciones internas a 25 productores que están incluidos entre las siguientes asociaciones y cooperativas: La Cooperativa San Pedro Nécta, la Asociación De Desarrollo Económico y Social Los Chujes (ADESC), Cooperativa la Virgen, La Asociación de Unión de Pequeños Caficultores (UPC) y por último el estrato 5 que corresponde a fincas mayores a 50 has. Y que comercializan su producto directamente con Exportcafé S.A.

3.2. Programa de capacitación a los productores del Clúster Huehuetenango, del programa AAA de Nespresso.

3.2.1 Objetivos

- A. Desarrollar destrezas y habilidades en los productores de café para el manejo de tecnologías adecuadas en el manejo del café con fines de certificación de fincas

- B. Aumentar las capacidades de los agricultores del clúster Nespresso, para mejorar las prácticas deficientes, generando el conocimiento sobre el impacto negativo que estas prácticas ocasionan al ambiente, trabajadores y eficiencia económica de las fincas.

3.2.2 Metodología

Como primer punto se identificó las prácticas a desarrollar con los diferentes agricultores, para esto se tomó como base el diagnóstico realizado a los productores del clúster Nespresso, donde se identificó una serie de actividades deficientes por los agricultores lo cual se convierte en una limitante para el desarrollo sostenible de la actividad, generando impactos negativos en el ambiente, aspectos sociales, económicos, etc. Por lo que se enfocó la actividad a la mejora de estas prácticas.

Una vez identificados los temas a capacitar, se realizó una revisión de literatura profunda para poder abordar estos temas en capacitaciones integrales que permitieran desarrollar los aspectos más importantes de la temática.

Se elaboró el material audiovisual necesario para apoyar la capacitación, utilizando técnicas como el papelógrafo, presentaciones multimedia en Power Point, guías de observaciones, los cuales fueron el material base para capacitar a los productores.

Basados en la estratificación del clúster, se organizaron grupos no mayores de 35 personas, para facilitar el manejo del grupo y que las capacitaciones fueran más efectivas.

Cada sesión de capacitación tuvo una duración máxima de 6 horas, esto para evitar que las personas tuvieran un cansancio extremo que causara problemas de atención, pero tratando de aprovechar la jornada en función de que los productores se desplazaron desde diferentes puntos del departamento para poder atender esta actividad.

Todos los costos de alimentación, materiales, traslados de los productores y de preparación de las presentaciones fueron absorbidos por Exportcafé, S. A., como parte del apoyo a los productores.

Durante las sesiones de trabajo se les daba el contenido de un tema en específico, alternando contenidos teóricos y prácticos, esto permitió ir fijando conceptos y generando habilidades y destrezas en los participantes para el abordaje de los diferentes temas.

Posteriormente a las sesiones de trabajo presenciales, se hacían monitoreos en cada una de las parcelas de los productores para verificar que se estaban implementando las prácticas adecuadas según el tema que se había abordado en la parte teórica. Esto permitía conocer el grado de entendimiento de cada una de las temáticas y además realizar las correcciones y/o ajustes necesarios para la implementación de cada una de las prácticas, además de retroalimentar las capacitaciones con otros grupos, sobre la base de las experiencias de campo visualizadas en los monitoreos.

3.2.3 Resultados

Como parte de las deficiencias identificadas en el diagnóstico, se realizaron capacitaciones de los siguientes temas:

1. Uso e Importancia de la planificación y del registro de actividades agrícolas.
2. Impactos Ambientales de la Producción de Café y Quema de Basura.
3. Uso y Manejo Seguro de Plaguicidas y Productos Prohibidos.
4. Medidas de Higiene en Beneficio Húmedo.
5. Vida Silvestre y Renovación del Cafetal
6. Zonas de Amortiguamiento.

7. Reducción de riesgos a la salud humana en las fincas de café.
8. Control de Calidad en las bodegas de grupos de productores.

Estos temas se cubrieron para los 164 productores que están dentro del programa AAA distribuidos dentro de 6 asociaciones y cooperativas que son las siguientes.

1. Unión de pequeños caficultores (UPC) ubicada en La Democracia.
2. Asociación de desarrollo económico y social Los Chujes (ADESC) ubicada en la aldea Los Chujes perteneciente al municipio de Unión Cantinil.
3. Cooperativa Agrícola Integral La Virgen ubicada en Santiago Chimaltenango
4. Cooperativa Agrícola Integral, San Pedro Necta
5. Cooperativa Agrícola Integral Hoja Blanca, Cuilco
6. Estrato 5 que corresponde a productores de café mayores de 50 ha.

De tal forma que se realizaron 8 capacitaciones con cada uno de los grupos identificados que son 6, en total se realizaron 48 eventos de capacitación, este fue uno de los componentes más fuertes dentro de los servicios, ya que implicó inversión grande de recursos.

3.2.4 Evaluación

Se logró cubrir en todos los temas a los 164 productores del Programa Nespresso, agrupados en 6 asociaciones y cooperativas que se mencionan en los resultados. Esto dio como resultado el capacitar al 100% de los productores incluidos en el clúster de Nespresso, lo cual se considera ideal ya que parte del proceso de certificación contempla la capacitación de los agricultores para la mejora continua de su desempeño.

La principal limitante en estas actividades es la baja escolaridad de los productores participantes, sin embargo se logró al final según evaluación hecha por Nespresso que se pasara de un nivel deficiente del 83% a un 5% solamente es decir que muchas de las prácticas identificadas como deficientes dentro del diagnóstico fueron mejoradas a partir de su identificación y posterior capacitación; así mismo, se logró elevar por consiguiente

estas prácticas a un nivel básico, con lo que se incremento este nivel del 15% que se tenía inicialmente a un 96%, lo cual ya es un paso importante dentro de la mejora de las unidades productivas que tendrán un impacto directo en los productores.

En las figuras siguientes se muestran evidencias de las actividades desarrolladas con los diferentes grupos a los cuales se les capacitó.



Figura 24. Capacitación a productores de la asociación Flor Del Café

Foto: Desiderio Valiente



Figura 25. Capacitación a productores de la cooperativa La Virgen de Santiago
Chimaltenango

Foto: Desiderio Valiente



Figura 26. Capacitación a productores de la Asociación ADESC

Foto: Desiderio Valiente



Figura 27. Entrega de diplomas a productores de la cooperativa Hoja Blanca que asistieron a la capacitación

Foto: Desiderio Valiente



Figura 28. Capacitación a productores del estrato 5 (Fincas Grandes)

Foto: Desiderio Valiente

3.3 Inspecciones internas en las fincas de productores del clúster Nespresso

3.3.1 Objetivos

- Verificar la implementación de prácticas adecuadas según el Programa Nespresso por medio de la inspección interna realizada
- Monitorear el desempeño de las unidades productivas para la reorientación de las capacitaciones y la retroalimentación del proceso.

3.3.2 Metodología

Las inspecciones son actividades de campo dentro de las cuales se evalúa el desempeño de los agricultores con relación a una norma o comparador, lo cual permite calificar la forma en la que son desarrolladas cada una de las actividades que son sujetas de evaluación dentro del programa Nespresso.

Las normas o parámetros que se utilizan para esta actividad se encuentran establecidas dentro de la herramienta TASQ™, la cual es la guía autorizada y vigente para este proceso, por lo que para poder realizar las inspecciones internas a cada productor, se recibió un entrenamiento sobre como poder interpretar los requerimientos establecidos en la Herramienta TASQ™, El cual fue impartido por personal de Rainforest Alliance.

Posterior a esto se realizaron las visitas de campo con cada productor donde se revisó paso por paso la herramienta y se fue anotando cuales eran las deficiencias que el productor tenía en su finca y a la vez darle solución, explicándole que era lo que él debía hacer para mejorar y así poder cumplir con los requisito establecidos por la TASQ™, este proceso se realizó con una muestra de los productores del clúster Nespresso, solamente.

3.3.3 Resultados

De los 164 productores se logró inspeccionar a 24 productores, estos fueron seleccionados al azar de los diferentes grupos identificados. Dentro de los principales hallazgos o las mayores deficiencias encontradas en el área se pueden mencionar. 1) Las

descargas de aguas mieles a las fuentes de aguas, 2) La quema de basura, 3) La presencia de envases plásticos de agroquímicos y alimentos dentro del cafetal, 4) La inexistencia de registros de planificación de actividades.

Estos son las actividades dentro de las cuales se deben de enfocar los mayores esfuerzos en las capacitaciones para generar las habilidades y destrezas, así como los hábitos de utilización y mejora que conlleven al desarrollo del productor.

3.3.4 Evaluación

De los 164 productores que se debían inspeccionar solo se cubrieron a 26 debido a limitaciones de tiempo. Ya que las visitas tienen duraciones variables pero difícilmente se pueden visitar dos productores en un mismo día, esto aunado al tiempo de traslado, involucra mucho tiempo, por lo que no se pudo visitar a la totalidad de los productores que hubiera sido lo ideal.

En las inspecciones se pudo verificar algunos avances significativos producto de las capacitaciones que se les impartió, y el seguimiento que se les dio, tales como: 1) Separación de basura orgánica de la inorgánica, 2) Se hicieron fosas para aguas mieles, 3) Se inicio con la implementación de registros de actividades agrícolas; lo que permitió al final que pasara de un nivel deficiente a un nivel básico.

El trabajo de monitoreo debe de ser constante para ir identificando las debilidades de los productores y poder realizar las correcciones a tiempo y evitar así que puedan perder los beneficios de la certificación.



Figura 29. Prohibición de animales en cautiverio

Foto: Desiderio Valiente



Figura 30. Fosa para aguas mieles

Foto: Desiderio Valiente



Figura 31. Fosa para depósito de pulpa de café

Foto: Desiderio Valiente



Figura 32. Rótulos para prohibición de cacería y tala de árboles

Foto: Desiderio Valiente



Figura 33. Fólder para planificación de Actividades

Foto: Desiderio Valiente

3.4 Bibliografía

1. Alfaro Tovar, JE. 2001. Producción de café estrictamente duro, manteniendo la calidad en el beneficio húmedo sin contaminar. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 39 p.
2. ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café, GT). 1985. Manual de caficultura. Guatemala. 180 p.
3. _____. 1998. Manual de caficultura. 3 ed. Guatemala. 318 p.
4. _____. 2000. Manual de beneficiado húmedo. Guatemala. 175 p.
5. Hernández Paz, M. 1999. Manual de caficultura. Guatemala, Asociación Nacional del Café. p. 247-250.