

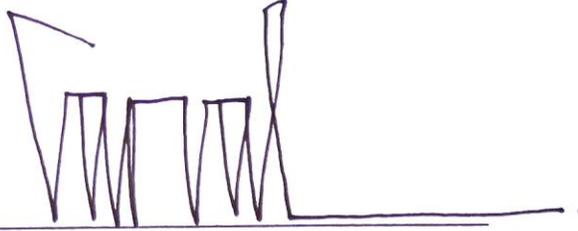
UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y MANEJO AMBIENTAL

Arq. Andrea Virginia Castillo Herrera

**“ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA FINCAS
CAFETALERAS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO NARANJO”**

Dedicado a Cuca

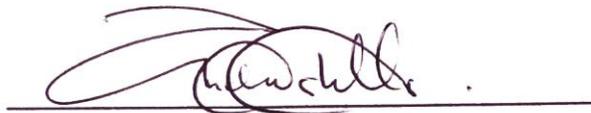
IMPRIMASE

A stylized handwritten signature consisting of several vertical strokes of varying heights and widths, connected at the top and bottom, with a horizontal line extending to the right.

Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo
DECANO

A handwritten signature in cursive script, written over a horizontal line. The signature is somewhat obscured by a diagonal line crossing through it.

Msc. Arq. Susana Isabel Palma Rodríguez
ASESOR

A handwritten signature in cursive script, written over a horizontal line. The signature is somewhat obscured by a diagonal line crossing through it.

Arq. Andrea Virginia Castillo Herrera
SUSTENTANTE

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE ARQUITECTURA

Rector Magnífico: Lic. Estuardo Gálvez

JUNTA DIRECTIVA FACULTAD DE ARQUITECTURA

Decano: Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

Vocal I: Arq. Gloria Ruth Lara Cordón de Corea

Vocal II: Edgar Armando López Pazos

Vocal III: Marco Vinicio Barrios Contreras

Vocal IV: Jairon Daniel del Cid Rendón

Vocal V: Br. Carlos Raúl Praolo Vides

Secretario: Arq. Alejandro Muñoz Calderón

TRIBUNAL EXAMINADOR

Decano: Arq. Carlos Enrique Valladares Cerezo

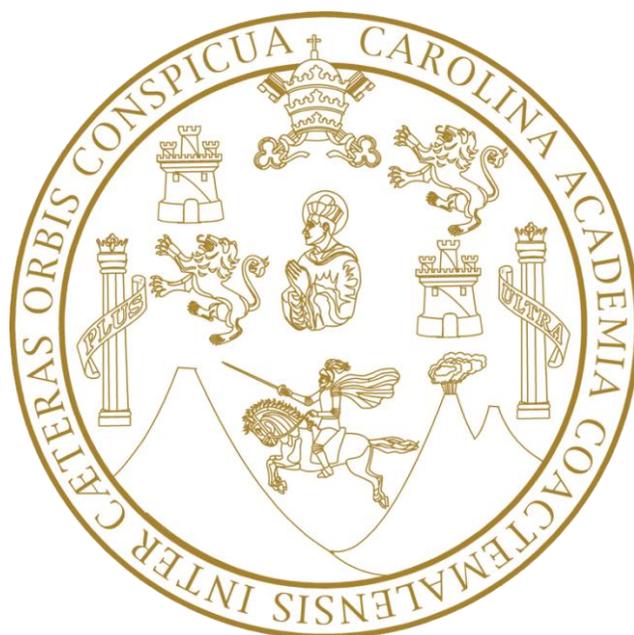
Secretario: Arq. Alejandro Muñoz Calderón

Asesor/Examinador: Msc. Arq. Susana Palma De Cuevas

Consultor/Examinador: Ing. Agr. Ph. D. Marvin Salguero Barahona.

“Diariamente en todo el mundo, un sinnúmero de personas disfrutan del café. El camino desde la plantación hasta la taza es largo, millares de procesos y de decisiones están involucrados en la creación de esa taza de café”

Introducción de programa de certificación de café, Starbucks 2004



UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRÍA EN PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y MANEJO AMBIENTAL

Arq. Andrea Virginia Castillo Herrera

**“ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA FINCAS
CAFETALERAS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO NARANJO”**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE ARQUITECTURA
MAESTRÍA EN DISEÑO, PLANIFICACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL



Estrategia de Producción Más Limpia

para fincas cafetaleras
de la cuenca alta del

Río Naranjo

Arq. Andrea Virginia Castillo Herrera

JULIO 2012

Índice General



Tema	Página
Portada	3
Índice general.....	4
Índice de cuadros y mapas.....	8
Listado de siglas	12
Introducción.....	13
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	
1.1 Planteamiento del problema.....	16
1.2 Delimitación.....	16
1.2.1 Delimitación geográfica.....	16
1.2.2 Delimitación temática.....	18
1.2.3 Delimitación temporal.....	18
1.3 Justificación.....	19
1.4 Antecedentes de la investigación.....	21
1.5 Preguntas de investigación.....	22
1.6 Objetivos de la tesis	22
1.6.1 Objetivo general	
1.6.2 Objetivos específicos	
1.7 Metodología.....	23
CAPÍTULO II: CONCEPCIÓN Y ENFOQUE	
2.1 Gestión ambiental.....	26
2.1.1 Riesgos medioambientales	
2.1.2 Desempeño ambiental	
2.1.3 Eficiencia ambiental y productiva	
2.2 Producción más limpia.....	27
2.2.1 Historia y antecedentes de la PML	
2.2.2 Principios de P+L	
2.2.3 Prácticas de P+L	

2.2.4 Beneficios de P+L	
2.3 Costo Beneficio de la producción más limpia.....	29
2.3.1 Definición	
2.3.2 Metodología	
2.3.3 Estudio de caso I: Prácticas de P+L en beneficio de café pergamino	
2.3.4 Estudio de caso II: Prácticas de P+L en beneficio de café oro	
2.4 Producción de café.....	37
2.4.1 Generalidades	
2.4.2 Variedades de café	
2.4.3 Propagación	
2.4.4 Sombra	
2.4.5 Manejo de suelo	
2.4.6 Fertilización	
2.4.7 Poca	
2.4.8 Recolección	
2.4.9 Procesado	
2.4.10 Beneficio húmedo	
2.4.11 Subproductos	
2.4.12 Impactos ambientales	
2.5 Marco legal y político.....	45
2.5.1 Marco legal.....	45
2.5.1.1 Constitución Política de la República	
2.5.1.2 Leyes ordinarias	
2.5.1.3 Ley de protección y mejoramiento ambiental	
2.5.1.4 Ley Forestal	
2.5.1.5 Ley de aguas residuales	
2.5.1.6 Código Civil	
2.5.1.7 Código Municipal	
2.5.2 Marco político.....	47
2.5.2.1 Declaración de Johannesburgo / Rio 1992	
2.5.2.2 Política de producción más limpia	
2.5.2.3 Normas de ANACAFE	
CAPÍTULO III: CONTEXTO TERRITORIAL	
3.1 Aspectos históricos del café en San Marcos.....	53
3.2 Aspectos físicos y biológicos.....	55
3.2.1 Clima.....	57
3.2.2 Topografía.....	57
3.2.3 Geología.....	58
3.2.4 Capacidad productiva del suelo	59

3.2.5 Hidrología.....	60
3.2.6 Diversidad biológica	61
3.2.7 Desastres naturales.....	70
3.3 Aspectos sociales y culturales	71
3.3.1 Uso de suelo.....	71
3.3.2 Demografía y servicios.....	72
3.3.3 Comunicaciones.....	74
3.3.4 Áreas protegidas	75
3.3.5 Turismo.....	76
3.3.6 Producción agrícola	76

CAPÍTULO IV: DIAGNÓSTICO AMBIENTAL FINCA LOS ANDES

4.1 Generalidades.....	80
4.1.1 Antecedentes.....	80
4.1.2 Reconocimientos	81
4.1.3 Organigrama.....	82
4.1.4 Educación, vivienda y servicios.....	83
4.1.5 Comunicaciones.....	85
4.2 Aspectos naturales.....	85
4.2.1 Ubicación.....	85
4.2.2 Clima.....	86
4.2.3 Suelos.....	86
4.2.4 Recursos hídricos.....	87
4.2.5 Topografía.....	87
4.2.6 Cultivos.....	87
4.2.7 Diversificación.....	87
4.2.8 Zonas de erosión.....	88
4.3 Aspecto productivo.....	89
4.3.1 Control de erosión de suelos.....	89
4.3.2 Mantenimiento de sombra.....	92
4.3.3 Protección del cauce.....	93
4.3.4 Protección de vida silvestre.....	94
4.4. Uso de agua.....	95
4.5 Energía.....	98
4.6 Desechos.....	99
4.7 Diagrama de flujo de materia prima.....	
4.8 Resumen del diagnóstico	99

CAPÍTULO V: ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA

5.1 Visión.....	105
5.2 Misión.....	105
5.3 Principios.....	105
5.4 Descripción de la estrategia.....	105
5.4.1 Programa de organización estratégica.....	107
5.4.2 Programa de buenas prácticas de P+L.....	109
5.4.3 Programa protección de suelos.....	115
5.4.4 Programa agua eficiente.....	117
5.4.5 Programa energía eficiente.....	120
5.4.6 Programa materia prima e insumos eficientes.....	123
5.4.7 Programa reducción de residuos.....	125
5.4.8 Programa de costo beneficio de P+L.....	128
5.4.9 Programa de investigación.....	129
5.4.10 Programa de monitoreo ambiental.....	130

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones.....	135
6.2 Recomendaciones.....	136

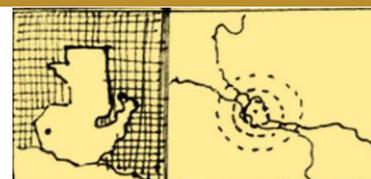
CAPÍTULO VII: FUENTES DE CONSULTA

7.1 Libros.....	
7.1 Libros.....	138
7.2 Leyes, Reglamentos y Políticas.....	139
7.3 Artículos.....	139
7.4 Tratados.....	139
7.5 Páginas web.....	140
7.6 Mapas.....	140

CAPÍTULO VIII: ANEXOS

8.1 Anexo I: Evaluación para diagnóstico rápido de P+L (Finca los Andes).....	142
8.2 Anexo II: Propuesta de P+L para Finca los Andes.....	145
Costos de implementación de P+L en Finca Los Andes	150
Cronograma de implementación de P+L en Finca Los Andes	
8.3 Anexo III: Fichas de control y monitoreo en planta.....	
8.4 Anexo IV: Guía de estrategia de P+L para fincas cafetaleras de la Cuenca Alta del Río Naranjo.....	153
8.5 Anexo V: Manual de lombricultura utilizando cáscara de café.....	157
8.6 Anexo VI: Cuadro de monitoreo en beneficio húmedo.....	167

ÍNDICE DE MATERIAL GRÁFICO



ÍNDICE DE CUADROS	Pg.
Cuadro I: Inversiones, ahorros y beneficios ambientales de P+L café pergamino	33
Cuadro II: Mejoras en el desempeño de SOINCA	37
Cuadro III: Inversiones, ahorros y beneficios ambientales de P+L café oro	37
Cuadro IV: Residuos líquidos del proceso de café y su composición	43
Cuadro V: Residuos sólidos de beneficio húmedo	44
Cuadro VI: Impactos ambientales de residuos sólidos del proceso del café	44
Cuadro VII: Listado de fauna de la cuenca	65
Cuadro VIII: Proyección poblacional departamento de San Marcos	73
Cuadro IX: Resultado de estudios de suelo Finca los Andes año 2006	91
Cuadro X: Estudio de suelos Finca los Andes año 2006	101
Cuadro XI: Monitoreo ambiental y medidas de mitigación	132

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa I: Delimitación geográfica	16
Mapa II: Localización cuenca del Río Naranjo	17
Mapa III: Localización países caficultores en el mundo	53
Mapa IV: Departamentos donde se propago el café en Guatemala	54
Mapa V: Expansión cafetalera en el sur de Guatemala	55
Mapa VI: Territorios de San Marcos	55
Mapa VII: Límites municipales departamento de San Marcos	56
Mapa VIII: Climatología departamento de San Marcos	57
Mapa IX: Topografía departamento de San Marcos	57

Mapa X: Geografía departamento de San Marcos	58
Mapa XI: Capacidad de uso productivo de suelo	59
Mapa XII: Zonas de vida de San Marcos	61
Mapa XIII: Cobertura forestal departamento de San Marcos	62
Mapa XIV: Mapa deslizamientos de San Marcos	70
Mapa XV: Inundaciones departamento de San Marcos	71
Mapa XVI: Intensidad de uso de suelo departamento de San Marcos	72
Mapa XVII: Vías de comunicación departamento de San Marcos	74
Mapa XVIII: Áreas protegidas departamento de San Marcos	75
Mapa XIX: Fincas caficultoras en la cuenca del Río Naranjo	77
Mapa XX: Comunidades de pequeños caficultores en la cuenca	78
Mapa XXI: Plano Finca el Olimpo (antiguo plano Finca Los Andes)	80
Mapa XXII: Polígono Finca Los Andes	85
Mapa XXIII: Recursos naturales Finca Los Andes	86
Mapa XXIV: Cultivo de café Finca Los Andes	87
Mapa XXV: Diversificación Finca Los Andes	88
Mapa XXVI: Zonas de erosión Finca Los Andes	88

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica I: Delimitación temática	18
Gráfica II: Delimitación temporal	19
Gráfica III: Elementos de la justificación	20
Gráfica IV: Cronograma de antecedentes	22
Gráfica V: Diagrama metodológico	24
Gráfica VI: Gráfica de costo beneficio de P+L	30
Gráfica VII: Flujograma de procesos de producción del café	32
Gráfica VIII: Comparación de beneficios de P+L	33
Gráfica IX: Flujograma del proceso de beneficiado en seco	35
Gráfica X: Porcentaje de recuperación de café de primera con prácticas de P+L	36
Gráfica XI: Proceso productivo del café	38
Gráfica XII: Diagrama marco legal	51

Gráfica XIII: Pirámide poblacional departamento de San Marcos	73
Gráfica XIV: Actividades turísticas de San Marcos	76
Gráfica XV: Organigrama Finca Los Andes	82
Gráfica XVI: Flujograma del recurso agua en el proceso de producción del café	98
Gráfica XVII: Diagrama de flujo de materia prima en el proceso del café	102
Gráfica XVIII: Árbol de problemas de la actividad cafetalera en la Cuenca Alta del Río Naranjo	103
Gráfica XIX: Estrategia de P+L para fincas cafetaleras de las cuencas altas del Río Naranjo	106
Gráfica XX: Organigrama ECS	108
Gráfica XXI: Diagrama de recirculación de aguas mieles en beneficios húmedos	120
Gráfica XXII: Balance de masa en beneficiado húmedo de café	124

ÍNDICE DE FOTOS

Foto I: Montañas de la Cuenca Alta del Río Naranjo	17
Foto II: Catarata Finca los Andes	27
Foto III: Foto aérea de la cuenca alta del Río Naranjo	60
Foto IV: Especies del bosque húmedo subtropical	64
Foto V: Especies de reptiles localizadas en la cuenca	66
Foto VI: Descripción especies de la cuenca	67
Foto VII: Descripción de aves localizadas en la cuenca	68
Foto VIII: Descripción de mamíferos localizados en la cuenca	69
Foto IX: Casa patronal Finca Los Andes	81
Foto X: Servicios Finca Los Andes	83
Foto XI: Beneficios para trabajadores Finca Los andes	84
Foto XII: Control de erosión en la superficie	89
Foto XIII: Cedro, como ejemplo de asocio natural	91
Foto XIV: Cobertura natural Finca Los Andes	92
Foto XV: Agua potable para proceso en beneficio húmedo	93
Foto XVI: Aguas residuales en la cuenca del Mashan	93
Foto XVII: Depósitos actuales de basura Finca Los Andes	94

Foto XVIII: Beneficio húmedo con despulpadora del café	95
Foto XIX: Lavado de café con recirculación de agua Finca Los Andes	95
Foto IXX: Tanque de evaporación de aguas	96
Foto XX: Laguna de oxidación de aguas mieles	96
Foto XXI: Cableado de energía eléctrica	98
Foto XXII: Beneficio seco	99
Foto XXIII: Leña para uso en secadora	99
Foto XXIV: Lombricompost producido por descomposición de cáscara de café	100
Foto XVI: Organización estratégica	107
Foto XXVI: Buenas prácticas de P+L	109
Foto XXVII: Agua eficiente	117
Foto XXVIII: Energía eficiente	120
Foto IXXX: Materia prima eficiente	123
Foto XXX: Residuos generados por proceso de café en beneficio húmedo	125
Foto XXXI: Recursos ambientales de la cuenca	130

FICHAS

Ficha I: Ficha de caso de estudio sobre rentabilidad con producción más limpia para café pergamino	31
Ficha II: Ficha de caso de estudio sobre rentabilidad con producción más limpia para café oro	34

TABLAS

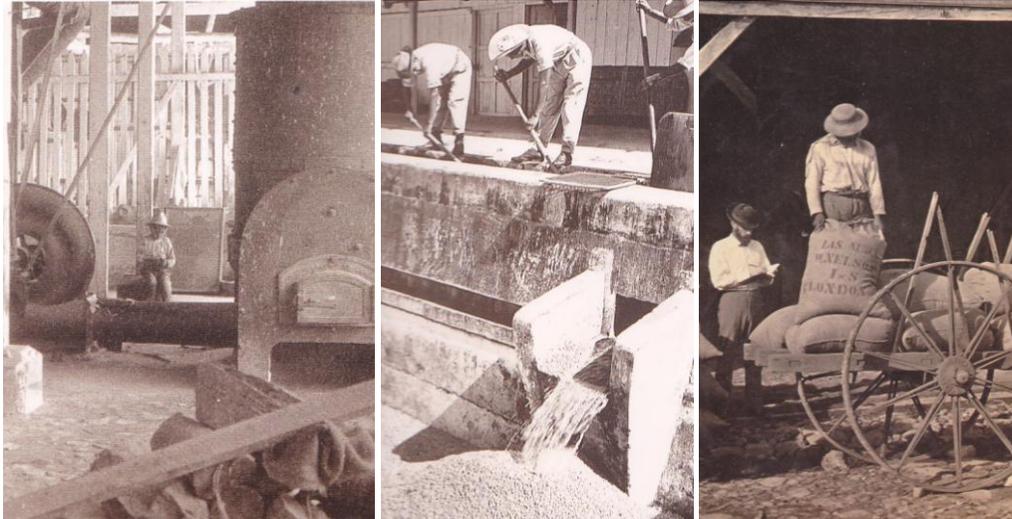
Tabla I: Inventario de químicos de uso frecuente en fincas	113
Tabla II: Plaguicidas y abonos utilizados en finca	114
Tabla III: Lista de agroquímicos aplicados, durante 2004, en fincas de la cuenca	114

Listado de siglas



ANACAFE	Asociación Nacional del Café en Guatemala
CAFCOM	Exportadora de Café Guatemalteca
CAFE	Programa de Evaluación y Certificación de Café
CCAD	Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo
CCDAG	Centro de Cartografía Digital y Análisis Geográfico
CGP+L	Centro Guatemalteco de Producción más Limpia
CITES	Convenio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
CONRED	Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres
CPTS	Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles
DEOCSA	Distribuidora Eléctrica de Oriente y Occidente
DBO	Demanda Biológica de Oxígeno
DPML	Diagnóstico de Producción Más Limpia
DQO	Demanda Química de Oxígeno
EDA	Evaluación de Desempeño Ambiental
EIA	Estudio de Impacto Ambiental
IARNA	Instituto de Ambiente y Recursos Naturales
INAB	Instituto Nacional de Bosques
INGUAT	Instituto Guatemalteco de Turismo
INE	Instituto Nacional de Estadísticas
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
PIB	Producto Interno Bruto
PINFORT	Programa de Incentivos Forestales
PPP	Programa de Proveedor Preferido
P+L	Producción Más Limpia
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
SICAP	Sistema Centroamericano de Áreas Protegidas
SIGAP	Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas
TGS	Teoría General de Sistemas
ONUDI/PNUMA	Red Latinoamericana de Producción más Limpia
UNESCO	Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USAC	Universidad San Carlos de Guatemala

Introducción



Fotografías tomadas del libro Historia del Café de Guatemala por Wagner R. Año 2001

La ubicación de Guatemala (cerca del ecuador, entre dos océanos y con índices de altitud y humedad característicos) es adecuada para el desarrollo del cultivo de café. Su industria cafetalera representa uno de los principales motores del desarrollo del país. Es un sector de suma importancia en la economía por su contribución al Producto Interno Bruto (PIB). El café es el principal producto de exportación desde la Reforma Liberal en 1871. Esta actividad, además de transformar la estructura económica del país, ha incidido en una transformación social y fisionómica del territorio, muchas veces en forma negativa.

Es por ello que la creciente conciencia de sostenibilidad ambiental y responsabilidad social que hay en las industrias, desde los años ochenta, ha propiciado la creación del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L) en 1999. La misión de este centro es mejorar la eficiencia de metodologías y procedimientos en industrias guatemaltecas, como la cafetalera, para optimizar el uso de materia prima, eficiencia de energía, agua y gestión de residuos para contribuir a un desarrollo sostenible. De la misma forma, los cafetaleros de las tierras altas se han preocupado por mejorar la calidad y competitividad de su producto a nivel mundial, con programas incentivados por exportadoras y comercializadoras de café. Todas las acciones implementadas y programas promovidos concurren en mantener un equilibrio ambiental, responsabilidad social, responsabilidad económica y mejora en la calidad del producto. Estas prácticas, aunadas a las recomendaciones de Producción más Limpia (P+L), garantizan la sostenibilidad de la actividad cafetalera con acciones preventivas y correctivas.

A nivel del país, existe una región con potencialidades y necesidades específicas para el desarrollo de esta industria, se trata del departamento de San Marcos, en donde se ubican más de 30 fincas y latifundios que siembran y producen el grano de café. En particular, existe la Cuenca Alta del Río Naranjo cuyas condiciones ambientales (escarpadas pendientes, variada vegetación y ricos recursos naturales) han hecho posible que se desarrolle un tipo de grano reconocido a nivel mundial por su calidad, denominado "café de altura". Sin embargo, en esta cuenca la actividad cafetalera produce impactos de tipo económico, social y ambiental.

Derivado de lo anterior, esta tesis ha seleccionado como objeto de estudio la Cuenca Alta del Río Naranjo, iniciando con la tarea de recopilación de información para finalizar con la formulación de una Estrategia de P+L.

La tesis que a continuación se presenta, se compone de: el capítulo uno, que justifica y expone antecedentes de la industria cafetalera en Guatemala; el capítulo dos que describe la información teórica sobre conceptos relacionados con la industria cafetalera, gestión ambiental y P+L; el capítulo tres que presenta una caracterización territorial y física del área de influencia de la Cuenca Alta del Río Naranjo, proporcionando los parámetros naturales y culturales; el capítulo cuatro que analiza y diagnostica un caso de estudio, representado por una finca. El diagnóstico se enfocó en los principales pilares de la P+L: balance de materia prima, uso del recurso agua, uso de energía y manejo de residuos. Finalmente, el capítulo cinco presenta dos propuestas: La primera a nivel de finca, con recomendaciones de buenas prácticas de P+L y la segunda, una estrategia de P+L para las fincas cafetaleras de la Cuenca Alta del Río Naranjo, que complemente los instrumentos del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN)¹.

¹ En años recientes, el MARN aprobó una Política Nacional de Producción más Limpia.

1 GENERALIDADES



Estrategia de Producción Más Limpia

para fincas cafetaleras
de la cuenca alta del

Río Naranjo



1.1 Planteamiento del problema

La producción cafetalera en Guatemala tiene deficiencias en cuanto a producción que la hacen poco sostenible, afectándola en su calidad, economía y entorno natural. Algunos de los problemas identificados son la contaminación de los recursos naturales debido a la poca eficiencia de su sistema productivo. El problema fue enfocado a través de cuatro elementos relacionados: Delimitación, justificación, antecedentes y pregunta de investigación. Se incluye mapa referente a la delimitación teórica (Ver gráfica I).

1.2 Delimitación

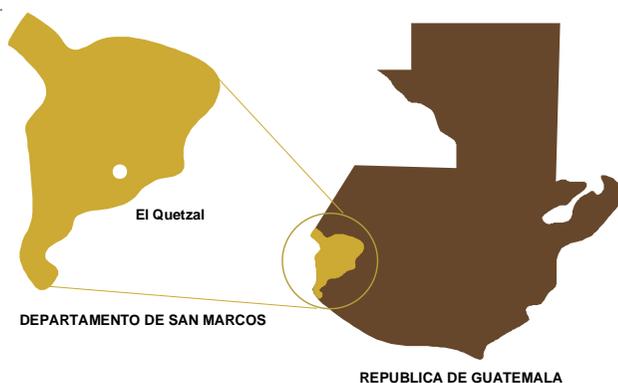
La delimitación del tema se realizó en tres áreas: delimitación geográfica, temática y temporal. Cada una de ellas contextualizó el problema por lo que se describe a continuación.

1.2.1 Delimitación geográfica

Este estudio se limitó a las fincas cafetaleras ubicadas en las cuencas altas del Río Naranjo, departamento de San Marcos, por tener características de altitud, clima, biodiversidad y recursos naturales que las hacen únicas en su clase. Por sus características topográficas, esta región ha sido una de las pocas que han sobrevivido a la crisis cafetalera, produciendo un café de altura, valorado por su calidad y no por su cantidad. (Ver foto 1)

La cuenca del Río Naranjo ocupa el 26.14 por ciento del territorio del departamento. El Río nace en San Pedro Sacatepéquez, recibe las aguas del río Mujuliá y limita los departamentos de Quetzaltenango y San Marcos desembocando en el Pacífico al Este de Ocos.

Mapa I: Delimitación geográfica²

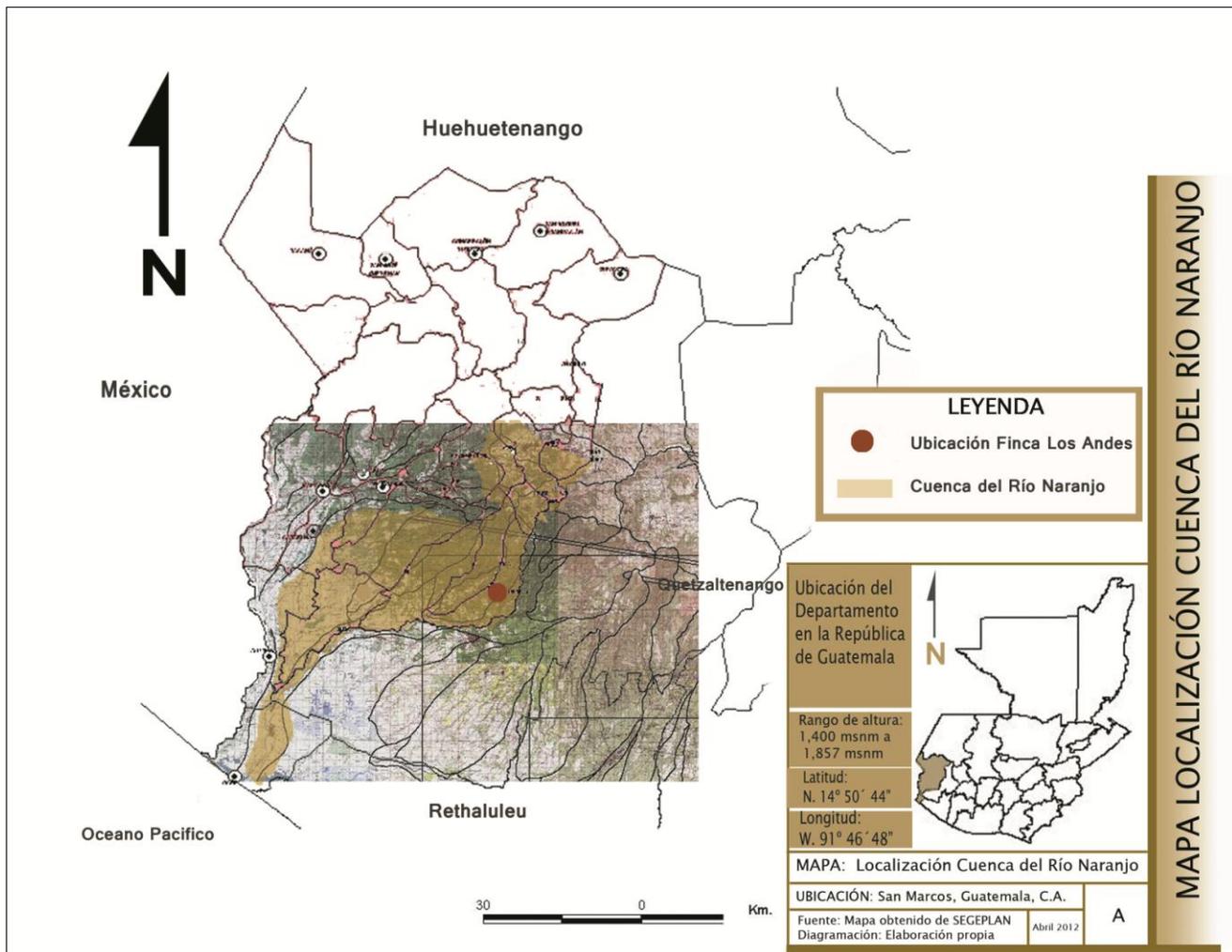


Fuente: Elaboración propia

² Delimitación geográfica: Elaboración propia



Mapa II: Localización cuenca del Rio Naranjo

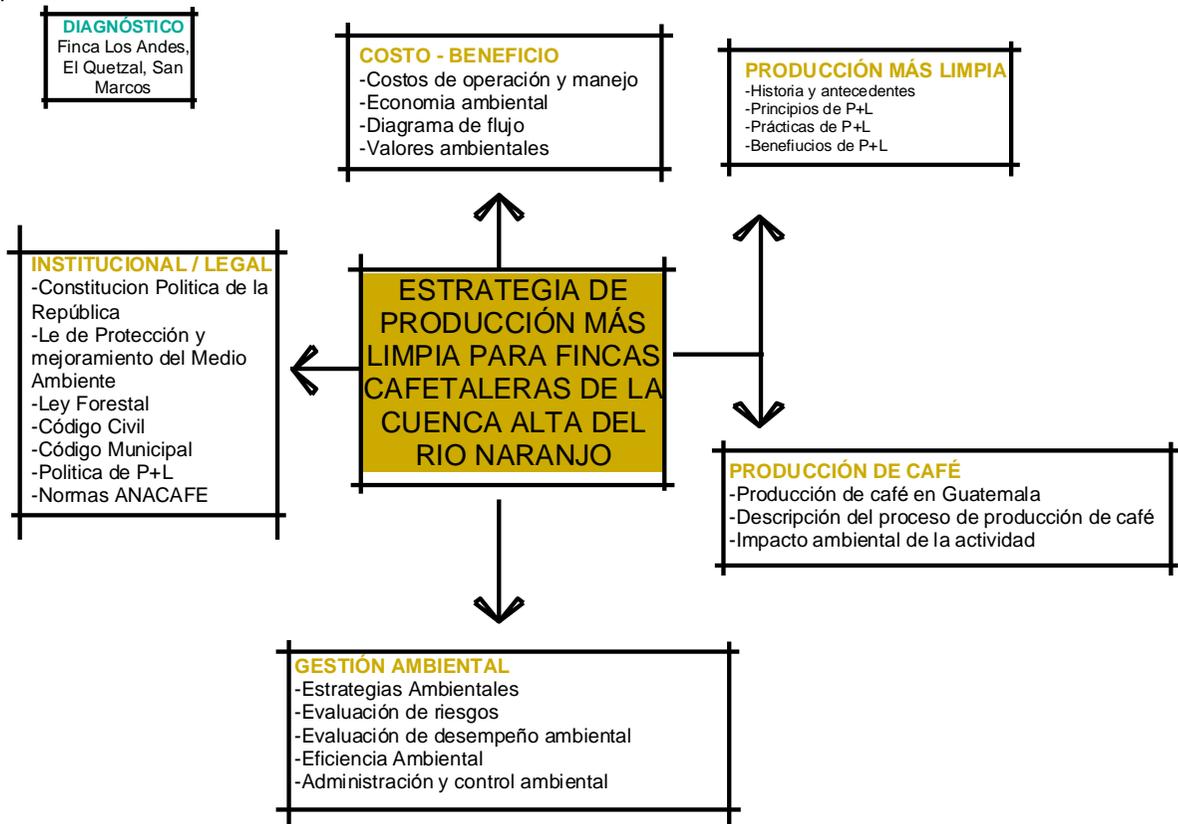


Fuente: Datos SEGEPLAN. Diagramación elaboración propia

1.2.2 Delimitación temática

Para contar con los conceptos y lineamientos que generara la propuesta de estrategia de producción más limpia para las fincas cafetaleras, es importante delimitar temáticamente el estudio. En este caso, se desglosan cinco grandes temas: (1) Gestión Ambiental, (2) Producción de café (3) Producción más limpia (4) Costo beneficio de la producción más limpia y (5) Aspectos legales e institucionales. Ver gráfica I donde se conceptualizan los puntos a continuación.

Gráfica I: Delimitación temática



Fuente: Elaboración propia

1.2.3 Delimitación temporal

La delimitación temporal comprende desde el período de investigación de los antecedentes (año 1980) hasta el horizonte para el cual se diseñó la estrategia (año 2022). Ver gráfica II.

Gráfica II: Delimitación temporal



Fuente: Elaboración propia

1.3 Justificación

La caficultura juega un papel muy importante en Guatemala y tiene una incidencia significativa y determinante sobre la economía dentro del país. Los últimos 20 años demuestran que la caficultura ha representado en promedio, el 6.6% del PIB y el 33.3% de las exportaciones totales.

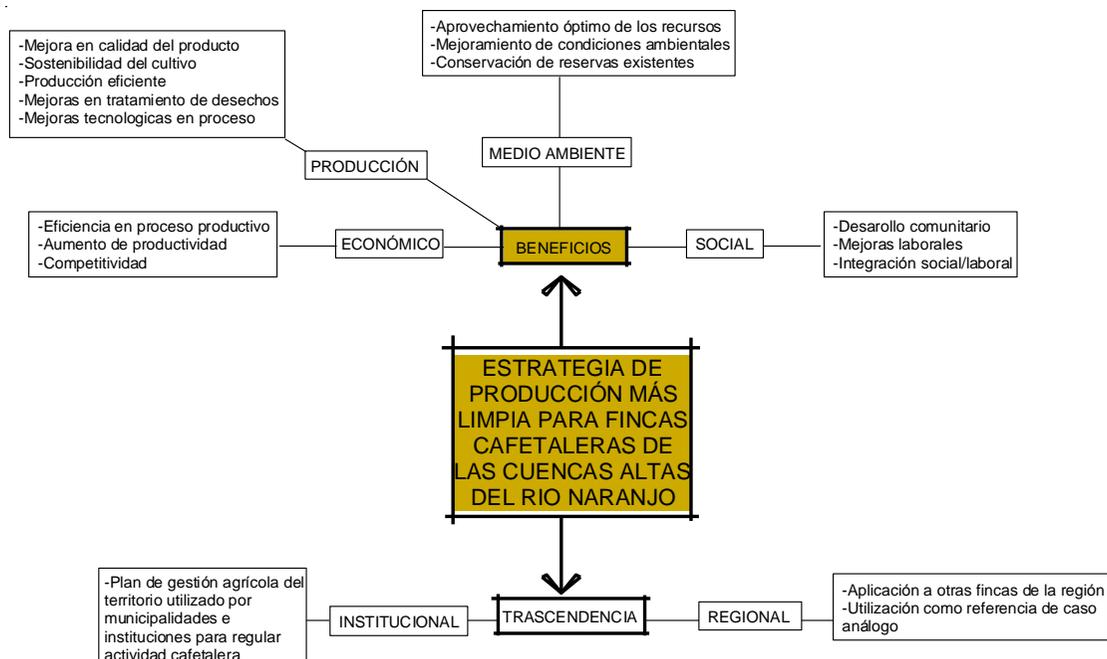
Sin embargo, hasta 1980, esta actividad perdió protagonismo a nivel mundial, porque el sistema sufrió cambios en cuanto a sostenibilidad, producción y economía. Las fincas localizadas en las tierras bajas con sus grandes extensiones no pudieron implementar industrialización y tecnificación en sus beneficios lo que los hizo insostenibles, a esto se aúna que la migración de mano de obra se incrementó. En este momento países con mayor capacidad de producción e industrialización tomaron ventaja en dicho cultivo. Sobreviviendo únicamente las fincas localizadas en las cuencas altas de los ríos.

El área de las cuencas altas del Río Naranjo tiene características fisiográficas especiales, las cuales han contribuido al desarrollo del llamado "Café de altura". El cultivo del café en Guatemala cuenta con grandes posibilidades de mejorar su producción y sostenibilidad aplicando estrategias y programas de PML que serán de utilidad práctica para la siembra, recolección, proceso de transformación y venta. Es así como se justifica este tema, contribuyendo a que el café de Guatemala cuente con una estrategia para mejorar su comercialización y a buscar ventajas competitivas y una diferenciación en el mercado global.

Se propuso la creación de una estrategia ambiental para recolectar, analizar y formular soluciones de P+L aplicables a fincas cafetaleras de las tierras altas de San Marcos. En caso de implementar esta estrategia, el beneficio se daría en el aspecto económico porque se ahorraría en recursos innecesarios, optimizando los costos y en el aumento de la producción del café. En el aspecto social, contribuiría con el desarrollo comunitario, mejoras laborales y la integración de los trabajadores a la actividad agrícola. En cuanto al tema ambiental, se apuesta por un aprovechamiento óptimo de los recursos naturales, así como una mejora del tratamiento de los desechos y mejores tecnologías en la siembra del cultivo. Institucionalmente, se brindará a organismos como la Municipalidad y ministerios relacionados con el medio natural y fincas de la región una guía para identificar las características relevantes del café de altura y aplicar conceptos de producción más limpia. Por último, contribuiría a que el cultivo del café de Guatemala sea competitivo y sostenible, recuperando espacios en los mercados más exigentes. El caso de referencia tomado de “Finca Los Andes” cuenta con características fisiográficas particulares, como se describe en el mapa adjunto, características de las cuencas altas del Río Naranjo(Ver gráfica II) Por lo que este documento aporta información al estudio del área, descripción de sus características y adicionara fortalezas.

Se describen a continuación los elementos de la justificación en un cuadro que se resume en dos aspectos: áreas beneficiadas y trascendencia. En cuanto a los aspectos que se verán beneficiados están: la economía, el medio ambiente, la producción y el aspecto social. El aspecto de trascendencia está a nivel institucional y regional.

Gráfica III: Elementos de la Justificación



Fuente: Elaboración propia

1.4 Antecedentes

La industria cafetalera juega un papel muy importante en el desarrollo del país, en los últimos 20 años esta actividad ha representado un 6.6% del PIB. Sus períodos de auge fueron en los años 1977-1980. Este producto de exportación abarca únicamente el 2.5% del área total del País.³ En Guatemala con la agroindustria del café en los años 87-98 se crea lo que conoce como beneficio húmedo, aumentando su productividad, sin embargo proporcional a ello aumenta el impacto ambiental negativo que afecta a su entorno. La gráfica adjunta describe el proceso y antecedentes de este estudio según fechas (Ver gráfica III).

Es por ello que a finales de los años noventa surge la preocupación tanto por productores, exportadoras y comercializadoras de implementar prácticas sostenibles y tecnología apropiada para mantener la calidad del café de Guatemala sin comprometer a sus recursos y su futura producción. Se describen a continuación algunos de los programas que actualmente se aplican a la producción de café.

- El PPP del año 2004, de la comercializadora ANACAFE. Es un programa para evaluar, reconocer y compensar a los productores de café producido de manera sostenible.
- En el año Certificación de Calidad Starbucks (C.A.F.E PRACTICES) (2004): Programa de certificación que busca integrar a las fincas productoras de café y clasificarlas según su capacidad de sostenibilidad y sus procedimientos de producción, mejorando así el precio por su producto. Este programa centra la sostenibilidad en cuatro conceptos claves: calidad del producto, rentabilidad económica, responsabilidad social, liderazgo ambiental. Los proveedores son clasificados según estos lineamientos.

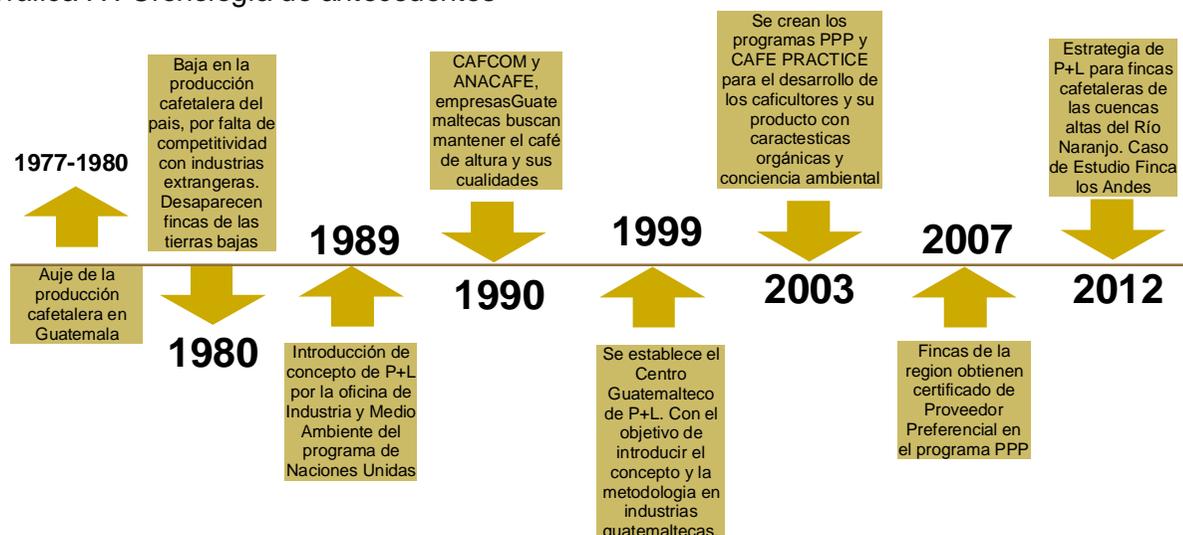
El Centro Guatemalteco de Producción más Limpia (CGP+L) se establece el 15 de julio de 1999 forma parte de la Red Latinoamericana de Producción más Limpia (ONUDI/PNUMA). Fue creado con el objetivo de introducir el concepto y metodología en industrias guatemaltecas. Habiéndose cumplido 13 años desde su fundación y basado en los principios de producción más limpia los servicios que presta son los siguientes:

- Evaluación en planta
- Transferencia de tecnología más limpia
- Capacitación y entrenamiento
- Centro de Información
- Gestión de proyectos

Varias industrias guatemaltecas se han visto beneficiadas por esta institución. La experiencia en la aplicación de P+L ha demostrado que es una herramienta efectiva para optimizar procesos, reducir costos y mejorar el desempeño ambiental; aplicable al entorno nacional.

³ Wagner R. 2001. Historia del Café en Guatemala. Villega Editores. Edición No. 1 Pág.10

Gráfica IV: Cronología de antecedentes



Fuente: Elaboración propia

1.5 Preguntas de investigación

- 1.5.1 ¿Es sostenible la producción cafetalera en la Finca Los Andes?
- 1.5.2 ¿Qué herramientas se necesitan para que el proceso de producción de café de Guatemala sea competitivo y su producción sea ambientalmente sostenible?
- 1.5.3 ¿Cómo debería ser la estrategia para promover una producción más limpia en el sector cafetalero de las cuencas altas del río Naranjo?

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Formular una estrategia de P+L aplicable a fincas cafetaleras de las cuencas altas del Río Naranjo, para contribuir a la eficiencia productiva y sostenibilidad ambiental.

1.6.2 Objetivos específicos

- Definir los conceptos, aspectos técnicos y procedimientos relacionados con la P+L y el proceso de producción de café.
- Identificar aspectos físicos, sociales, ambientales y de producción para contar con una línea base sobre la situación actual del área de influencia.
- Analizar las ventajas ambientales y económicas a mediano plazo al aplicar una estrategia de P+L en los beneficios de café; así como analizar los impactos ambientales en la producción de café.
- Integrar estudios y programas con una estrategia de trabajo a nivel de finca, para luego desarrollar programas de trabajo específico para la cuenca.

1.7 Metodología

Durante el proceso de investigación fue utilizado el Método Científico que hace referencia al conjunto de procedimientos que se basan en principios lógicos para alcanzar los objetivos planteados en la investigación. Para su organización, la metodología se dividió en cinco fases: (1) Fase de conceptualización, (2) Fase teórica, (3) Fase de análisis, (4) Fase de diagnóstico y (5) Fase de propuestas de tesis. Todas estas fases giraron en torno a un problema identificado y concluyeron con una propuesta para mantener la competitividad y sostenibilidad de la producción cafetalera en la Cuenca Alta del Río Naranjo. Ver diagrama metodológico (Gráfica III).

En la fase uno se definió el problema de estudio; se investigaron sus antecedentes; se justificó desde varios puntos de vista: producción, ambiental, social, económico e institucional; y se definieron sus objetivos generales y específicos, resultando una guía clara para los avances de la investigación.

Para la segunda fase denominada concepción y enfoque, se utilizó la técnica del Mapa Mental (utilizada para la generación, visualización, estructura, y clasificación de las ideas, y como ayuda interna para el estudio y organización). Posteriormente, se llevó a cabo la búsqueda bibliográfica de conceptos relacionados con la actividad cafetalera y P+L, agrupándolos en cinco aspectos: gestión ambiental, P+L, costo beneficio de la P+L, producción de café y marco político-legal. Con esta fase también se sustentó el marco teórico de la tesis. Se incluyeron dos estudios de caso de Bolivia, donde se aplicaron recomendaciones de P+L en fincas cafetaleras; así como aspectos de costo-beneficio. Estos estudios se utilizaron de referencia para el desarrollo de la tesis.

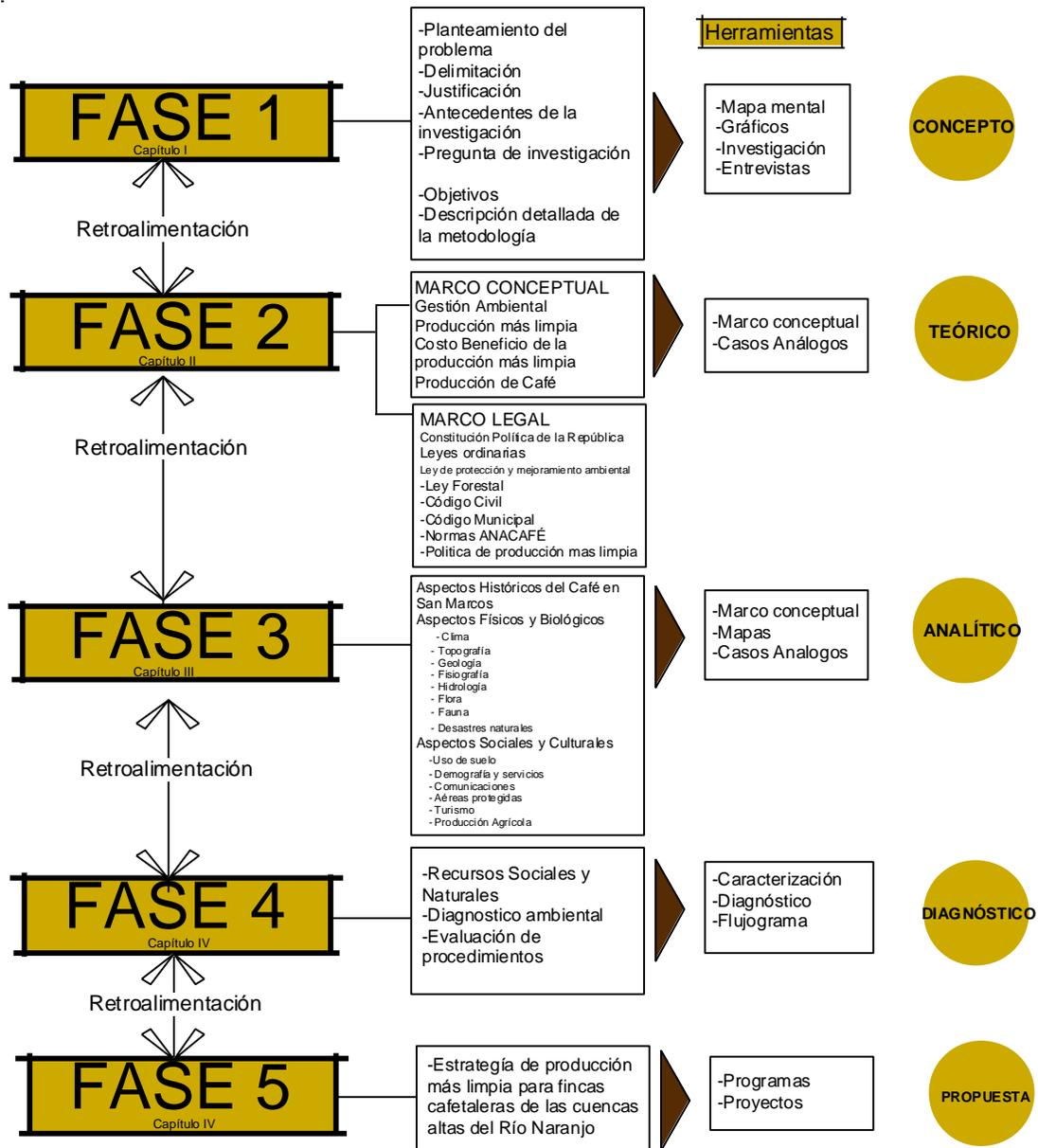
Para la tercera fase, de caracterización, fue utilizado el Método Ad Hoc que consistió esencialmente en la consulta de bibliografía (fuentes secundarias) y de la consulta a expertos. El mismo se llevó a cabo en tres pasos: primero, se hizo una reseña histórica de la producción cafetalera en Guatemala, orientada hacia el área de San Marcos; segundo, se describieron los aspectos físicos y biológicos del territorio, dando un panorama general de las características ambientales de la Cuenca Alta del Río Naranjo; por último, se definieron los aspectos sociales y culturales que establecieron las directrices de la propuesta.

La cuarta fase, de diagnóstico ambiental, consistió en el análisis de una finca de la región, de gran importancia para la interpretación de los datos recopilados. El caso de estudio Finca Los Andes, ubicado en el municipio de El Quetzal, San Marcos, contaba con características similares a las fincas de la región. Esta fase fue resumida en una *Check List* (Lista de revisión).

La última fase, de mayor relevancia, porque en ella se describieron las dos propuestas de P+L formuladas, utilizó el Método Marco Lógico, que identificó los programas y proyectos necesarios. Con el marco lógico se llegó a la relación entre los elementos de programas y proyectos del tipo: medio-fin o causa-efecto y, en segundo lugar, se asumió el programa o proyecto en interacción con el área de influencia identificada, que condiciona las posibilidades de logro de la estrategia.

Por lo cual la retroalimentación, durante el proceso fue constante, en todas las fases del mismo.

Gráfica V: Diagrama metodológico



Fuente: Elaboración propia

2 CONCEPCIÓN Y ENFOQUE



Estrategia de Producción Más Limpia

para fincas cafetaleras
de la cuenca alta del

Río Naranjo



La concepción de la investigación se basó en la delimitación teórica y conceptual, que es un marco de referencia para la tesis. El enfoque estuvo dirigido a utilizar conceptos de teoría sistémica, ecología industrial y economía circular. En cuanto al marco conceptual se desarrollaron los conceptos enumerados en la delimitación teórica que involucró procesos e interrelaciones de la actividad cafetalera de las cuencas altas del Río Naranjo, departamento de San Marcos.

2.1 Gestión Ambiental

La gestión ambiental es la estrategia mediante la cual se organizan las actividades antrópicas que afectan al medio ambiente. En el caso de la producción de café, la gestión ambiental propone instrumentos para prevenir, mitigar y monitorear impactos ambientales durante las actividades de siembra, cosecha y transformación del grano. Como parte de la gestión ambiental, se encuentran las estrategias ambientales, definidas:

Marco referencial que fundamenta las decisiones que determinan la naturaleza y dirección de las organizaciones. Plan cuya finalidad es mitigar los efectos sobre el medio ambiente de las operaciones de la empresa y sus productos. Los efectos ambientales incluyen aquellos relacionados con el agotamiento de los recursos naturales escasos, los relativos a la acumulación y emisión de residuos y los efectos colaterales del uso de materiales y de entornos no saludables. Para la utilización de una estrategia es importante realizar previamente una evaluación de impactos ambientales y desempeño ambiental.

El concepto de gestión ambiental está directamente relacionado con el de Eficiencia productiva (también conocida como Eficiencia técnica). Esta se produce cuando la economía está utilizando todos sus recursos de manera eficiente, produciendo el máximo de producción con el mínimo de recursos. El concepto se ilustra en la Frontera de Posibilidades de Producción (FPP) en la cual todos los puntos de la curva son los puntos de máxima eficiencia productiva. Esto se logra por medio de una administración ambiental.

2.1.1 Riesgos medioambientales

Durante los diferentes procesos de la actividad cafetalera existen riesgos ambientales que deben ser evaluados. La evaluación de riesgo ambiental (ERA) es uno de los pasos que se utiliza en un proceso de gestión ambiental mediante la medición de los dos parámetros que lo determinan, la magnitud de la pérdida o daño ambiental posible, y la probabilidad que dicha pérdida o daño llegue a ocurrir.

2.1.2 Desempeño ambiental

La evaluación de desempeño ambiental (EDA) es una herramienta de apoyo a la gestión ambiental y ha sido incorporada en la familia de normas ISO 14000. En este contexto aporta antecedentes acerca de los principales conceptos teóricos y prácticos asociados a la implementación de un sistema de evaluación de desempeño ambiental. En primer lugar, se resumen los principales contenidos de la Norma ISO 14031. Luego, se revisan los diferentes tipos de indicadores de desempeño ambiental. Finalmente este concepto tiene como finalidad obtener una eficiencia ambiental y productiva como se describe a continuación.

2.1.3 Eficiencia ambiental

Está basado en el concepto de crear más bienes y servicios utilizando menos recursos y generando menos desechos. La eficiencia ambiental además de reducir gastos innecesarios en el momento de la reducción de los desechos contribuye a una mejora ambiental del territorio.

En el caso de estudio, la eficiencia ambiental es un punto de interés por contar el territorio con un gran número de recursos naturales que deben ser aprovechados de una manera sostenible (Ver foto II).



Foto II: Catarata en Finca Los Andes. La diversidad fisiográfica del área infliere directamente en las características del grano y subproductos.

2.2 Producción más limpia

Durante de la delimitación temática de la investigación este concepto es fundamental, ya que con base en estas directrices se desarrollara la propuesta. La producción más limpia es la generación de productos de una manera sustentable, a partir de la utilización de materias primas renovables, no peligrosas y de una manera energéticamente eficiente, conservando, a la vez, la Biodiversidad. La aplicación continua de una estrategia integrada de prevención ambiental a los procesos y a los productos, con el fin de reducir los riesgos a los seres humanos y al medio ambiente.

2.2.1 Historia y Antecedentes de la P+L

El concepto de Producción más Limpia fue introducido por la Oficina de Industria y Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente en 1989.⁴

La Producción más Limpia (P+L) es la aplicación continua de una estrategia ambiental preventiva integrada a procesos, productos y servicios para incrementar sobre estos la eficiencia y reducir el riesgo para el ser humano y el medio ambiente. La P+L puede ser aplicada a procesos usados en todo tipo de industria, a los mismos productos y a distintos servicios ofrecidos a la sociedad.

Se ha comprobado que la inversión en prevención resulta menos costosa para las empresas, que las pérdidas que estas pueden encarar derivado de la aplicación de procesos ineficientes. La comunidad identificada con la P+L certifica esta afirmación, sin embargo, una gran parte de las instituciones financieras que son las que otorgan los créditos para los proyectos, desconocen o no están lo bastante convencidas en este punto. Por lo cual, mientras que, durante los últimos diez años, la Producción más Limpia ha sido muy bien vista y adoptada por la comunidad de Ingeniería, la obtención de créditos continúa siendo uno de los obstáculos más grandes para una aplicación más amplia de la P+L.

⁴ Política de producción más Limpia acuerdo gubernativo 285-2010

A pesar de todo ha habido algunos resultados positivos en este sentido. Se han incrementado las investigaciones y publicaciones relacionadas con la sostenibilidad financiera, antes donantes han emprendido proyectos de demostración, y en los últimos años han surgido mecanismos especiales de financiamiento para la Producción más Limpia en algunos países.

2.2.2 Principios de P+L

Dado que la P+L se refiere a una estrategia ambiental preventiva aplicada a procesos durante la etapa de producción, sus principios básicos son:

- Prevención.
- Precaución.
- Integración.

Estos conceptos contribuyen al aumento de la eficiencia en general y reducir los riesgos al ser humano y al ambiente.

2.2.3 Prácticas de P+L

Las prácticas de P+L son:

- Buen mantenimiento local: Tomar las acciones apropiadas de administración y operaciones para prevenir fugas y derrames.
- Sustitución de materias primas por: menos tóxicos, materiales renovables, materiales agregados que tienen una vida más útil en larga producción,
- Mejor control de procesos: procedimientos operativos e instrucciones de uso de equipos.
- Modificación de equipo: para ejecutar procesos con mayor eficiencia, disminuir tasa de generación de desperdicios y emisiones.
- Cambio de tecnología o procedimiento: para minimizar la generación de desperdicio y emisión durante la producción.
- Recuperación/reutilización In-situ: recuperación de los materiales desperdiciados en el mismo proceso u aplicación útil dentro de la empresa.
- Modificación del producto: En caso sea necesario minimizar el impacto ambiental del producto o minimizar los impactos ambientales de su producción.
- Utilización eficiente de la energía: con eficiencia energética mejorada y utilización de fuentes energéticas renovables.

2.2.4 Beneficios de P+L

- Aumento de beneficios económicos.
- Mejoramiento de la situación ambiental actual.
- Mejoramiento ambiental continuo.
- Mejor ventaja competitiva.
- Aumento de productividad.
- Liderazgo ambiental como imagen.
- Incentivos económicos.
- Educación y capacitación.
- Participación comunitaria.
- Incentivos de comercio internacional.

2.3 Costo Beneficio de la Producción más Limpia

El manejo de costo dentro de los beneficios para el procesamiento de café contribuye a la tarea de la contabilidad financiera, estableciendo y manteniendo sistemas que brinden información acerca del costo del producto para que puedan aplicarse al proceso de determinación de la utilidad.⁵El costo contribuye al valor de un bien o servicio adquirido y se refleja en el desembolso del dinero en efectivo y otros valores, por desgaste y por el uso de los bienes de capital.

2.3.1 Definición

El análisis costo-beneficio (ACB) es una metodología apta para la evaluación, adecuada para analizar proyectos desde el enfoque económico. Tiene por finalidad proporcionar criterios racionales para una crucial decisión cualitativa: si el proyecto debe o no implementarse. También permite ordenar los proyectos según su eficiencia para alcanzar los objetivos deseados.⁶

La decisión de invertir en P+L depende de la relación ACB; ya que, debido a las restricciones de capital de inversión se opta por la implementación de estrategias ambientales correctivas (o llamadas “soluciones al final del tubo”), que estrategias preventivas, como la P+L. Al compararse los cambios de la estructura de costos, la decisión de invertir o no en P+L depende de que los costos disminuyan significativamente en el tiempo. Además, dados los beneficios que se generan a partir del momento en que los procesos se hacen más eficientes, los ahorros en el consumo de materias primas y energía, la disminución de residuos y la emisión de contaminantes. La siguiente gráfica ilustra esta conclusión.

2.3.2 Metodología

Una de las "hipótesis" que se comprobarán en la etapa de análisis, es la relación costo/beneficio y como los beneficios mejoraran con la implementación de prácticas de producción más limpia en el proceso del café. La relación es simple, el beneficio debe ser mayor al costo para que sea sostenible.

(beneficios positivos – beneficios negativos) / costos

$(B_p - B_n) / C$

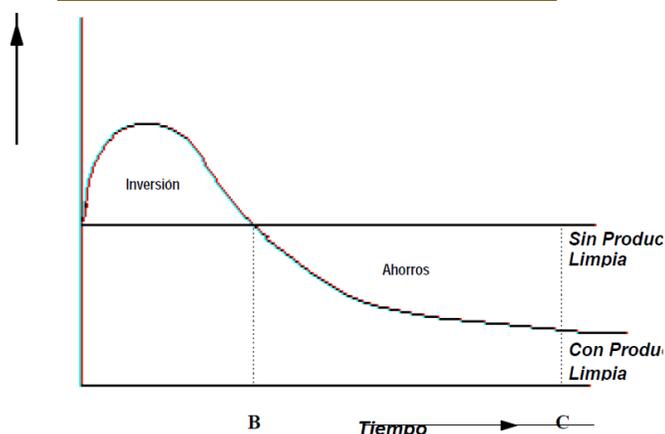
⁵ Fuente: Guía de costos beneficio del café. PROARCA.

⁶ LELAND T. B. 2001. *Ingeniería Económica*. Editora Emma Ariza H. 265-268

Los pasos para el análisis son los siguientes:

- **Cálculo del costo total para cada alternativa (actual y mejorada).**
- **Operación de resta de los costos de la alternativa de inversión más baja de aquellos de la alternativa de costos más altos, la cual se considera la alternativa que debe justificarse. A esta resta se asigna la letra C en la razón beneficio/costo.**
- **Cálculo de los beneficios totales de cada alternativa.**
- **Operación de resta de los beneficios para la alternativa de costo menor de los beneficios para la alternativa de costo mayor, prestando atención a los signos algebraicos. Se asigna a este valor de la letra B**
- **Si B/C es mayor o igual a 1 se justifica la inversión incremental; se selecciona la alternativa de la inversión más grande. De lo contrario se selecciona la alternativa de menor costo.**

Gráfica VI: Costo Beneficio de P+L



Fuente: BKH: Políticas and poly instrument to promote cleaner

Para evaluar los beneficios de la P+L, la primera evaluación se realiza previo del comienzo de un proyecto: un programa de producción más limpia, la implantación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) o bien un programa para la mejora continua del SGA. Para ello, son tomados en cuenta factores anticipados en el proceso decisorio. Sin inversión de P+L, la estructura de costos totales no presentará variaciones sustantivas en el tiempo, comportamiento que se puede representar por la línea horizontal.

Cuando se decide invertir en P+L, al principio, las inversiones son significativas, producto de las adaptaciones de estas nuevas tecnologías limpias al proceso. Gráficamente esto corresponde a la diferencia entre las curvas de costos totales sin inversión en P+L y con inversión en P+L, en el primer segmento. En el tiempo, el período de retorno de esta inversión varía y solo a partir de la generación de los beneficios mencionados arriba, los costos totales disminuyen, obteniendo así los rendimientos esperados en esta inversión. Gráficamente estos ahorros en la

estructura de costos se representan como la diferencia de las dos curvas, en el segundo segmento de la gráfica VI⁷.

2.3.3 Estudio de Caso I:

Planta de beneficiado de café Compañía industrial agrícola café Nueva Esperanza Núñez S.R.L.

Se describe una evaluación del estudio de caso de la planta de beneficio de café de la “Compañía Industrial Agrícola Café Nueva Esperanza Núñez S.R.L. de Bolivia” con el objeto de identificar los beneficios económicos que la implementación de producción más limpia trajo a la planta y al proceso productivo, En la ficha presentada a continuación se puede observar el resumen de los resultados económicos luego de la implementación de las recomendaciones de producción más limpia, así mismo los resultados ambientales. La producción más limpia como se ha descrito anteriormente es una estrategia ambiental preventiva que incrementa la eficiencia global y reduce los riesgos para los seres humanos y el ambiente de las actividades.

Ficha I: Ficha de caso de estudio sobre la rentabilidad con producción más limpia en café pergamino

CIAC-01 ESTUDIO DE CASO PML - 021 Diciembre 2005	
EMPRESA: PLANTA DE BENEFICIADO DE CAFÉ DE LA “COMPAÑÍA INDUSTRIAL AGRÍCOLA CAFÉ NUEVA ESPERANZA NÚÑEZ S.R.L.” (CIACNEN)	
DIVISIÓN 15: Elaboración de Productos Alimenticios y Bebidas CLASE 1549: Elaboración de otros productos alimenticios (no contemplados en otras partidas) (Según la Revisión 3 de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme - CIIU)	
IMPLEMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (*)	
RESULTADOS ECONÓMICOS <ul style="list-style-type: none"> • Inversión: 380 US\$ • Reducción de costos: 1,780 US\$/año • Retorno sobre la inversión: 470% 	RESULTADOS AMBIENTALES <ul style="list-style-type: none"> • Eliminación de los lixiviados de la pulpa por efecto de las aguas mieles. • Reducción de materia orgánica y eliminación de residuos de pulpa en las aguas mieles a ser tratadas.

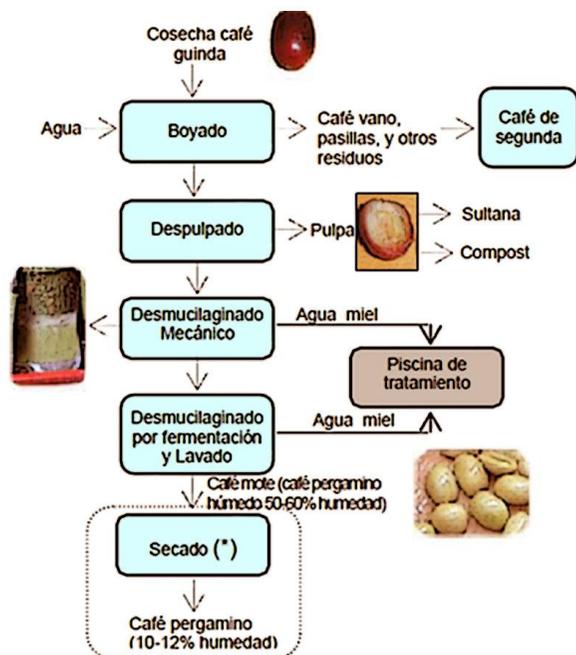
Fuente: Estudio de caso P+L – 023, año 2005

Este estudio de caso presenta los logros alcanzados en la planta del beneficio de café, resultado de la implementación de las recomendaciones de P+L. La empresa implementó una serie de medidas con el propósito de aumentar la cantidad y calidad del café que produce y al mismo tiempo disminuir los impactos ambientales negativos que provocan el desarrollo de sus actividades.

⁷Política de Producción más Limpia, Colombia, 1997.

El flujograma descrito en la gráfica VI⁸ resume el proceso del beneficiado del café. Anteriormente la empresa procesaba 24,794 kg de café, dos años después de la implementación de la P+L aumentó a 59,448 kg. Esto es más de un 100%. Este

Gráfica VII: Flujograma del proceso de producción



Fuente: Centro de promoción de tecnologías sostenibles, Bolivia, año 2005.

aumento en la producción se debió a la implementación de las siguientes recomendaciones:

a. Incrementar la recuperación del café pergamino a partir del café guinda

Situación anterior: Se obtenían 18.2 kg de café pergamino a partir de 100 kg de café guinda procesados.

P+L:

- Capacitación a los productores para enseñarles el punto de maduración exacto para realizar la cosecha de los frutos del café.

- Introducción de sistema de penalización a los productores para tener mayor cuidado al momento de realizar la cosecha y para seleccionar los frutos antes de la entrega a la planta.

- Inspección ocular al momento de la recepción para controlar la calidad del café guinda. Penalización por cada fruto verde devuelto.

b. Mejorar la disposición final de los residuos provenientes del despulpado

Situación anterior: Los residuos de pulpa y aguas mieles salían mezclados del proceso lo cual dificultaba su tratamiento y disposición final.

P+L:

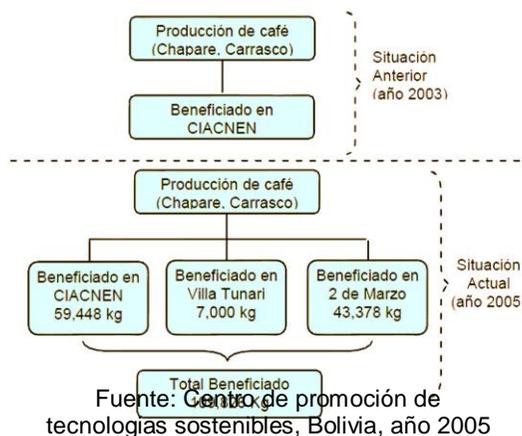
- Los residuos son separados durante las operaciones de despulpado y lavado, mejorando el tratamiento y disposición final. Se colocaron divisiones en la salida de la máquina que permite separar la pulpa de las aguas mieles, este hecho posibilita una mejor disposición final y disminuye el foco de infección que se tenía anteriormente.

- Las aguas mieles son conducidas a piscinas para su tratamiento junto con las aguas de lavado de la operación de desmucilaginado por fermentación.

⁸ El boyado es el proceso de selección mediante el cual el grano vacío y otros residuos flotan y se clasifican como grano de segunda.

- En cuanto a la pulpa una parte de ella es retirada por los productores quienes la secan para su propio consumo y para comercializarla en forma de sultana, la pulpa que queda en la planta es tratada para la elaboración de compost. En la Gráfica VIII se comparan los beneficios obtenidos en la producción de café en las regiones de Chapere y Carrasco.⁹

Gráfica VIII: Comparación de beneficios P+L



c. Recomendaciones generales

Situación anterior:

-El café pergamino se embolsaba en sacos de yute. La humedad incrementaba la posibilidad de generar procesos de fermentación del grano.

-La planta no contaba con paredes protectoras, durante la producción la presencia de aves y perros contaminaban el producto.

-No se contaba con instrumentos para determinar la humedad con la que se hacía entrega del café pergamino a la empresa que hacía la operación de secado.

-Todo café que producía la planta era llevado a otra empresa para realizar el secado y así obtener el café pergamino.

P+L: -Los sacos embolsados se colocan sobre listones de madera para permitir la ventilación y evitar el proceso de humedad por el contacto con el suelo.

- Se protegieron las paredes con mallas para evitar el ingreso de animales.

-Se compró un higrómetro para realizar el control de humedad con la que el grano sale de la planta.

-CIANEN construyó un secador ecológico, en el cual se seca parcialmente el café. En un futuro se espera que todo el café pueda ser secado en la misma planta.

Cuadro I: Inversiones, ahorros, retornos y beneficios ambientales de la P+L

Recomendación	Inversión [US\$]	Beneficios económico [US\$/año]	Retorno	Beneficio ambiental
1. Incrementar la recuperación de café pergamino a partir de café guinda.	Minima	1,140	Inmediato	Reducción de residuos sólidos en la cosecha de café guinda.
2. Separar los residuos provenientes del despulpado y desmucilaginado mecánico	30	640(*)	Inmediato	Eliminación de los lixiviados de la pulpa por efecto de las aguas mieles. Reducción de materia orgánica en las aguas mieles a ser tratadas y eliminación de residuos de pulpa en las piscinas de tratamiento.
3. Recomendaciones generales	350	No cuantificado	No aplica	Se reduce la generación de café de mala calidad que pueda desecharse como residuos sólido.
Total	380	1,780	470%	

Fuente: Centro de promoción de Tecnologías Sostenibles CPTS, año 2005

⁹ Chapere y Carrasco, son provincias del departamento de Cochabamba en Bolivia, donde se hicieron mejoras considerables en la producción de café mediante la P+L

En conclusión, los beneficios de la práctica de P+L al implementar medidas provisionarias y de control, se incrementó el rendimiento del café pergamino a partir del café guinda,¹⁰ con la consiguiente reducción de residuos sólidos. También se realizó una mejor disposición para los residuos de pulpa y se ha mejorado el tratamiento de las aguas mieles. Esto trae beneficios económicos y de rendimiento, es por ello que se justifica y se considera viable aplicar estos conceptos a la producción de café en las fincas de las cuencas altas del Río Naranjo.

2.3.4 Estudio de Caso II:

Planta de beneficiado de café Compañía industrial agrícola café Nueva Esperanza Núñez S.R.L.¹¹

El siguiente estudio de caso refleja la experiencia obtenida al aplicar las recomendaciones de P+L en el beneficio de café donde realizan la última parte del proceso, secado de café pergamino a empaque para su distribución.

Ficha II: Ficha de caso de estudio sobre la rentabilidad con P+L en café oro.

			
SOIL-01		ESTUDIO DE CASO PML - 023	
		Diciembre 2005	
EMPRESA BENEFICIADORA DE CAFÉ “SOCIEDAD INDUSTRIAL CAFETALERA S.R.L.”			
DIVISIÓN 15: Elaboración de Productos Alimenticios y Bebidas CLASE 1549: Elaboración de otros productos alimenticios (no contemplados en otras partidas) <small>(Según la Revisión 3 de la Clasificación Industrial Internacional Uniforme - CIIU)</small>			
IMPLEMENTACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (*)			
RESULTADOS ECONÓMICOS		BENEFICIO AMBIENTAL	
<ul style="list-style-type: none"> • Inversión: mínima • Reducción de costos: 94,000 US\$/año • Retorno de la inversión: inmediato 		<ul style="list-style-type: none"> • Disminución, no cuantificada, de los gases de efecto invernadero por un menor consumo energético en las operaciones de selección (debido a la reducción del 25% en las pérdidas de café verde de primera, por fermentación y otros factores). 	

Fuente: Estudio de caso P+L – 023, año 2005

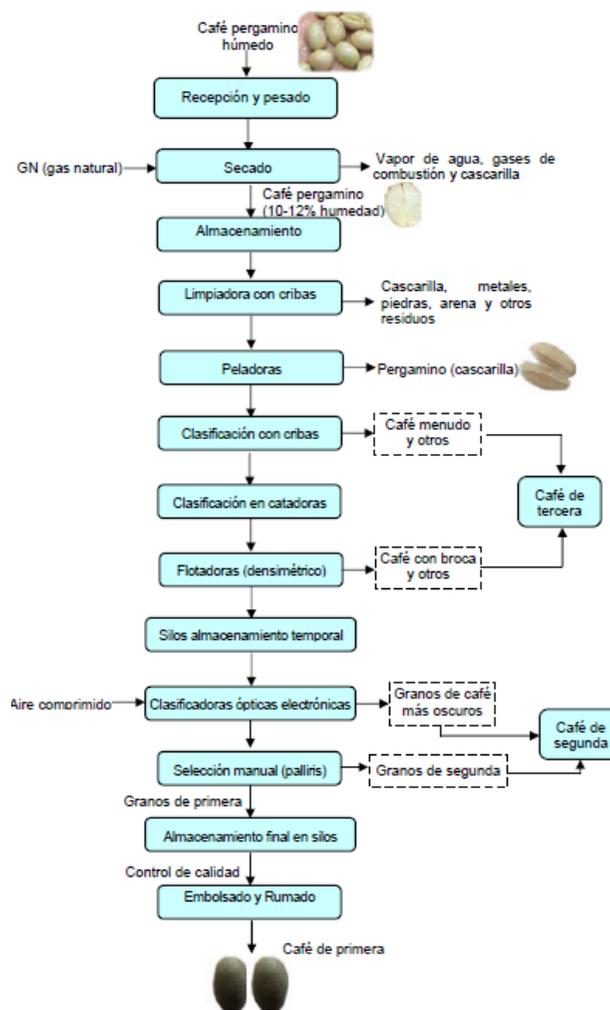
Estos resultados corresponden a la implementación de P+L propuesta por CPTS, ejecutado en junio del 2004.

La finca SOINCA, lleva a cabo el beneficiado seco del café desde 1963, empleando a 18 personas como personal fijo. Durante el año 2005, año en que fue realizada la evaluación obtuvieron 870 toneladas de café verde en sus tres calidades: verde de primera, verde de segunda y de tercera a partir del procesamiento del café pergamino con diferentes contenidos de humedad.

¹⁰ Café guinda es conocido en Guatemala como café uva.

¹¹ CPTS. Año. 2005. Apoyado por USAID y Embajada de Dinamarca. Bolivia

Gráfica IX: Flujoograma del proceso de beneficiado en seco del café¹²



Fuente: Centro de promoción de tecnologías sostenibles, Bolivia, año 2005

Las recomendaciones implementadas se describen a continuación:

1. Secar el café húmedo adquirido lo más rápidamente posible y mejorar la operación de secado del café húmedo:

Anteriormente los porcentajes obtenidos eran los siguientes: 68% de café de primera, 23% de segunda y 9% de tercera. El principal problema ocurría en el proceso de adquisición y secado, donde con frecuencia ocurría un tiempo relativamente prolongado. El café era adquirido con una humedad mayor al 12%, que es la máxima permitida para su comercialización a nivel internacional. Esta humedad necesitaba ser controlada puesto que facilita la fermentación el café, afectando negativamente la calidad. El tiempo de secado duraba de 32 a 36 horas, en forma continua y se llevaba a cabo con volúmenes menores a la capacidad de cada una de las secadoras. Entonces la situación reflejaba los granos de café que se acumulaban y no circulaban en algunos lugares de la secadora, además se reportaba una gran pérdida de granos.

La recomendación de P+L fue la disminución de humedad antes de la operación de secado, y con ello se obtuvo una mejora del 20% en café de primera, se disminuyó 10% al café de segunda, y un 4% al café de tercera.

La modificación de la operación de secado se dividió en dos etapas: la primera durante 8 a 10 horas y la segunda, durante 28 horas, con una interrupción entre etapas de 2 horas. Durante esta interrupción se logra que la humedad del interior de los granos de café migre hacia la superficie para poder ser evaporada.

Se mejoró en un 2% el grado de humedad al salir de las secadoras. Contrariamente a lo que sucedía antes, ahora se procura trabajar en las secadoras con la mayor

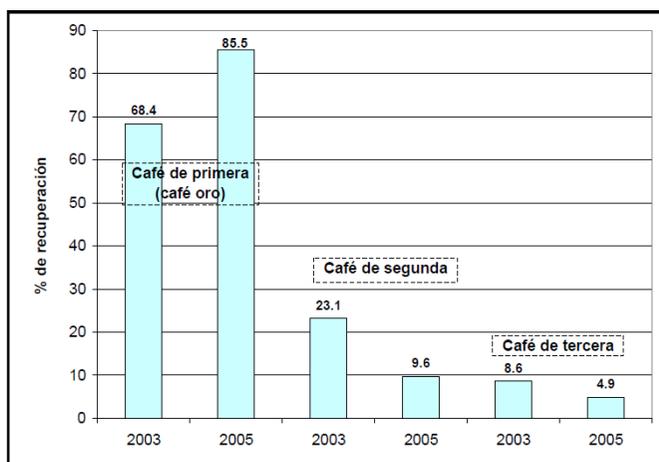
¹² Limpiadora con cribas se refiere al canal de limpieza y flote de limpieza del café.

Peladoras se refiere al término conocido como despulpadoras.

cantidad de carga posible. Esto produce una mejor circulación y remoción del café en la secadora, logrando una disminución en la cantidad de pergamino desprendido.

Se logró aumentar la recuperación de café verde de primera y disminuir las cantidades de café de segunda y tercera, obteniendo un beneficio económico, como se muestra en la figura 2.

Gráfica X: Porcentaje de recuperación de café de primera con prácticas de P+L



Fuente: Fuente: Estudio de caso P+L – 023

La segunda recomendación fue:

2. Evitar la pérdida de humedad de café durante su almacenaje

Anteriormente, la humedad de los granos de café almacenados en bolsas permeables, disminuían del 10% al 8% durante su almacenaje. Esta disminución en humedad y la consiguiente pérdida en el peso del café a comercializarse, generaban pérdidas económicas que, aparentemente no eran cuantificadas aunque se detectaron pérdidas inexplicables de peso entre los granos que entraban y los que salían de sus almacenes.

Para evitar estas pérdidas de humedad se implementó la siguiente medida: ahora se envasa el café en bolsas plásticas negras, que a su vez, son contenidas en bolsas de yute.

Se ha establecido que la calidad de la taza¹³ de café, así conservado, no varía en relación a las que tenía cuando se almacenaba con exposición al ambiente. Sin embargo, la apariencia de los granos ha mejorado bastante. En el interior hermético de la bolsa de plástico, los granos más secos captan humedad de los grados más húmedos y se homogeniza la humedad de esta forma.

¹³ La calidad de taza del café es una medida integral de las características organolépticas del café, que se obtiene mediante la evaluación de los siguientes atributos en la bebida de café: intensidad del aroma, aroma de bebida, acidez, amargor y cuerpo.

Con esta conveniente medida preventiva, se evita en lo cuantitativo que la humedad baje menos del 9%, manteniéndola en el 12% requerido¹⁴ evitando pérdidas de peso que ocasionaban pérdidas económicas considerables.

En las tablas de abajo se resumen las medidas de P+L implementadas en SOINCA para mejorar su desempeño, se muestran indicadores comparables.

Cuadro II: Mejoras en el desempeño de SOINCA

Indicador de desempeño	Antes	Después	Aumento	% Aumento
Porcentaje de rendimiento de café verde de primera con relación a la totalidad de producción de café verde [kg café verde de primera/100 kg de café verde producido]	68.4	85.5	17.1	25
Porcentaje de humedad del café verde en base húmeda [kg agua/100 kg de café verde producido]	9	12	3	33

Cuadro III: Inversiones, ahorros, retornos y beneficios ambientales

Recomendación	Inversión [US\$]	Beneficio económico [US\$/año]	Retorno	Beneficio ambiental
1. Secar el café húmedo adquirido lo más rápidamente posible y mejorar la operación de secado del café húmedo	Mínima	72,000	Inmediato	Disminución, no cuantificada, de los gases de efecto invernadero por un menor consumo energético en las operaciones de selección (debido a la reducción del 25% en las pérdidas de café verde de primera, por fermentación y otros factores).
2. Evitar la pérdida de humedad de café durante su almacenaje	Mínima	22,000	Inmediato	
Total	Mínima	94,000	Inmediato	

Fuente: Centro de Promoción de Tecnologías Sostenibles – (CPTS), año 2005

2.4 Producción de café

2.4.1 Generalidades

Por condiciones de altitud y clima templado de la zona, la variedad de café cultivada en las tierras altas en la actualidad es el Bourbon y Caturra, en menor escala el arábigo, aunque tradicionalmente era el más producido. Las nuevas especies fueron introducidas por ser de bajo porte, buena producción y adaptable a climas templados. El café se caracteriza por tener un aroma fuerte y un sabor penetrante y muy apetecido por las condiciones de altitud. Durante el proceso de producción interfieren varias actividades, desde que el fruto es grano, su propagación, hasta ser enviado a la exportadora. Ver Gráfica VIII.

¹⁴ La humedad requerida del café esta normada en Guatemala por la Asociación Nacional del Café.

Gráfica XI: Proceso productivo del café

Propagación	Cultivo	Recolección	Procesado	Secado	Encostalado	
						
Por medio de almacigos, luego de seis meses, las plantas son trasladadas a las pendientes de los terrenos para su siembra.	En el campo se debe cuidar al cultivo, proveendole sombra, poda y adecuado manejo de suelo.	Manualmente se realiza la colecta del café. Se realiza una cosecha anual, cuando el grano esta maduro.	Las operaciones del procesado húmedo son: El despulpado y fermentación. En el despulpado se arranca la cascara del fruto. Durante la fermentación el grano se deposita en depósitos rectangulares de 12 a 24 horas.	El secado se hace primero en terrazas utilizando la luz solar. Posteriormente se pasa a las guardiolas.	Es el último proceso que se realiza, se pesa y encostalan los granos ya secos al 11% y se envía a las esportadoras por transporte terrestre.	

Fuente: Elaboración propia, fotografías tomadas en Finca Los Andes

2.4.2 Variedades de café

Numerosas variedades del café producido en Guatemala son nativas del África y Asia tropicales, mientras que muchos otros existen en plantaciones cultivadas. Las mutaciones son frecuentes, tal como son las adaptaciones ecotípicas inducidas por las variaciones en las condiciones del medio ambiente.¹⁵

Hay tres especies o grupos o formas principales, que se cultivan ampliamente y constituyen los cafés del comercio en la región, y a continuación se describen cada uno de ellos.

- a. Arábigo o Typica
- b. Bourbon
- c. Caturra

a. Arábigo o Typica: También se conoce como arábigo o criollo. Es una variedad muy difundida en el país, pero de muy baja producción, es de porte alto, puede alcanzar de 3 a 4 metros de altura, a libre crecimiento.

-Las banderolas, (ramas) forman ángulos de 60 grados con el eje principal.

-Los entrenudos son largos.

-Los brotes terminales u hojas tiernas son de color bronceado, (café claro).

-Las hojas son angostas, oblongas, elípticas con la base y el ápice agudos y de poco brillo.

¹⁵ Wagner R. (2001). *Historia del Café de Guatemala*. Villegas Editores. Edición No. 1

-El fruto es alargado, de buen tamaño y buen rendimiento cereza-oro.

b. Bourbon: Es otra variedad bastante difundida en el país, se adapta bien en alturas de 2,000 a 4,500 pies sobre el nivel del mar y sus características principales son:

-Porte alto parecido al Typica.

-Las banderolas (ramas) forman ángulos de 45 grados con el eje principal.

-Los entrenudos son más cortos que los del Typica.

-Los brotes terminales u hojas tiernas son de color verde tierno.

-Las hojas son más redondas, anchas, bordes ondulados y brillantes que las del Typica.

-El fruto es más pequeño y redondo que el del typica.

c. Caturra: Es una variedad originaria de Brasil. Se adapta bien a las alturas de 1,000 a 3,500 p.s.n.m.

-Es de porte bajo.

-Las banderolas (ramas) forman ángulos de 45 grados con el eje principal.

-Los entrenudos son muy cortos.

-Los brotes terminales u hojas tiernas son de color verde tierno.

-Las hojas son redondas y brillantes.

-El fruto es parecido al del Bourbón

2.4.3 Propagación

La propagación del cultivo en gran escala se realiza por medio de plantas obtenidas de semilla o por medio de injertos o estacas. El sistema actual de propagación de café utilizado en la región es por medio de almacigos especiales, donde las plantas se cuidan hasta que se trasplanten en el campo. Cada almacigo se prepara para ser el sostén del vivero limpiándolo de piedras, nivelándolo y humedeciéndolo. Además se sitúa sobre una sombra ligera. Cuando las plantas alcanzan una altura de 15 a 20 cm, en tiempo esto significa de seis a ocho meses después de la siembra, los arbolitos están listos para su trasplante.

2.4.4 Sombra

En el caso de utilización de plantas de sombra estas deben ser: a) Productivas, b) Poseer similares necesidades de agua y nutrientes ya que de otro modo se originaría un desequilibrio entre el café y estas plantas. El café necesita menos sombra cuando el suelo es mejor y cuando la humedad del aire es más alta. El efecto de la sombra es indirecto, pero está de acuerdo con el comportamiento ecológico de las plantas de café.

2.4.5 Manejo de suelo

El problema más difícil en el cultivo del café, especialmente en las regiones tropicales de las tierras altas, es la conservación del suelo. Es esencial la protección del suelo de erosión por las lluvias. En las áreas montañosas y pendientes inclinadas se pueden plantar, a lo largo de los contornos, setos vivos, eliminando aquellas plantas que pueden competir con los árboles de café junto con los arbustos leguminosos de crecimiento erecto.

2.4.6 Fertilización

Está demostrado que los fertilizantes son absolutamente necesarios en los cultivos de cafetos al sol en los suelos de todo el mundo pero especialmente en aquellos de fertilidad media – baja. En los últimos años han aparecido en el comercio fertilizantes líquidos o fertilizantes foliares que, aplicados por aspersión a las hojas de las plantas, le suministran los nutrientes complementarios, igual como lo hacen los fertilizantes sólidos aplicados al suelo.

La fertilización foliar tiene innegables ventajas sobre la aplicación de fertilizante al suelo. La principal ventaja es que el fertilizante aplicado a las hojas es absorbido en una elevada proporción, no inferior al 90%. Por el contrario, los fertilizantes aplicados al suelo se pierden en un 50% o más, por diferentes motivos. Otras ventajas de la fertilización foliar es que se pueden aplicar fungicidas en la misma solución. Al mismo tiempo se nutre, se controlan las enfermedades y las plagas.

2.4.7 Poda

Existen dos aspectos principales que hay que tomar en consideración en cuanto a la poda del café: primero, la formación de los árboles jóvenes para construir una estructura vigorosa y bien balanceada con buenas ramas de fructificación, y segundo, el rejuvenecimiento periódico de las ramas de fructificación, a medida que envejecen y dejan de producir. La formación se empieza poco después de que las plantas obtenidas de semilla o las clonales, se trasplantan en el campo.

Se retienen de dos, tres o cuatro de las mejores ramas rectas, y el resto se corta. La punta de la guía principal se puede cortar o se puede dejar crecer. En el invernadero es una práctica común el sembrar las semillas cerca para que las plantas crezcan altas y delgadas. Los mejores árboles se producen si las plantas con más o menos seis pares de hojas se doblan.

2.4.8 Recolección

La temporada en la cual las bayas de café maduran y están listas para la cosecha en las tierras altas por su altitud y características fisiográficas y climáticas es en el mes de noviembre a marzo, siendo una cosecha anual.

La calidad comercial de los granos de café resulta profundamente influida por la forma en que se cosechan y benefician los frutos. Mientras más maduros sean los frutos cuando se recolectan, más elevado será el grado del grano. En forma ideal, las bayas de café se deban cosechar cuando están de color rojo oscuro, sin vestigio

alguno de restos verdes. Donde hay disponible suficiente mano de obra y se desea café de calidad selecta, los árboles se recolectan varias veces, recogándose solo las bayas plenamente maduras.

2.4.9 Procesado

Las bayas de café maduras poseen una cáscara delgada, carne mucilaginosa, una cubierta y capas de cáscara de plata alrededor de las semillas, todo lo cual se debe eliminar antes de que los granos crudos se envíen al mercado. Existen dos métodos para el procesado: el seco y el húmedo. El primero se utiliza en la mayoría de las regiones productoras de café actualmente en todo el mundo y tal es el caso de Guatemala.

2.4.10 Beneficio húmedo

Transforma el fruto color cereza en pergamino del cual se obtiene café lavado. Los pasos que sigue son despulpados, fermentado para separar el mucílago del grano. Esta fase es muy delicada pues un café sobre fermentado dará un sabor astringente o fermentado, el tiempo promedio de fermentación son 24 horas. Después de pasar por el fermentado el café se lava con agua muy limpia y se escurre. Después el café se pone a secar hasta obtener un 12% de humedad.

En la mayoría de las zonas indígenas de nuestro país, el café se extiende en los patios de secado de las casas y por eso se dice que son “pergamineros”. Los días de secado varían dependiendo de las zonas. Los patios o asoleaderos de grandes extensiones están desapareciendo y se utilizan cada vez más máquinas oradoras. La ventaja del patio de secado que usan en las comunidades es que aprovechan la fuente de energía natural, lo realizan en sus propias casas y los costos son bajos. El beneficio húmedo se emplea exclusivamente para obtener cafés lavados. En esta fase se obtiene lo que llamamos café pergamino. Las operaciones principales son el despulpado, la fermentación, el secado y el curado. En el despulpado, las bayas maduras se pasan por una máquina que está ajustada para arrancar la cáscara y la mayor parte de la carne, sin dañar los granos. Generalmente se usa una despulpadora más pequeña que la principal, para repasar a los granos de tamaño inferior, que de otra manera se perderían. Después, los granos pasan por un separador para eliminar las cáscaras y la pulpa. Los granos de tamaño normal y los ligeros o de tamaño inferior se manejan en forma separada de aquí en adelante. Los frutos de color rojo maduro se deben despulpar dentro del término de 24 horas después de la cosecha, para evitar su posible sobrecalentamiento y el manchado del grano por la pulpa en putrefacción. Las bayas que son demasiado verdes no se despulpan bien y están más sujetas a daño. Después de que los granos despulpados salen del separador, se les lava antes de que pasen a los tanques de fermentación.

El lavado antes de la fermentación se omite algunas veces, pues se cree que estimula el “olor a cebolla”. Los tanques de fermentación son depósitos rectangulares grandes, con el fondo inclinado ligeramente hacia el extremo de la salida. Se les puede operar de tal manera que haya un movimiento lento continuo de agua o ésta se estanca, en cuyo caso los granos se lavan periódicamente. El propósito de la fermentación es para eliminar la pulpa que se adhiere a las cubiertas

de los granos. Estos se ponen en los tanques a una profundidad de más o menos 50 a 75 cm y deben permanecer ahí hasta que ya no sean pegajosos al tacto. La fermentación ordinariamente se completa entre 18 a 24 horas, pero puede requerir hasta 80 horas donde la temperatura del aire es baja y la altitud es elevada. Los granos no se deben dejar en los tanques más de lo necesario, puesto que pueden desarrollar un sabor avinagrado si se sobrefermentan. Los granos sobremaduros pueden requerir tan sólo unas 12 horas para completar la fermentación. Antes de secarse, los granos se lavan concienzudamente, para que queden tan limpios como sea posible. Esto se puede realizar en bateas o en lavadoras mecánicas, de las cuales hay disponibles diversos tipos tanto horizontales como verticales.

Se utilizan dos métodos de secado, el secado al sol o el secado mecánico por medio de aire caliente. Los granos húmedos se extienden en una capa delgada y se mezclan ocasionalmente para darles un secado uniforme. Después de ocho a diez días bajo el sol, se habrá bajado el contenido de humedad hasta los niveles deseados. Aunque se considera que se obtiene un producto ligeramente mejor, el secado al sol requiere considerable espacio, tiempo y mano de obra; consecuentemente muchas fincas utilizan secadores rotatorios. Se pasa una corriente de aire caliente de 80 a 85°C sobre los granos húmedos, durante las 10 primeras horas, después de lo cual se mantiene una temperatura de 75°C. El secado se completa de 20 a 24 horas. Algunas fábricas prefieren combinar los dos métodos; los granos se extienden al sol por unos cuantos días y el proceso se completa en una secadora mecánica. El curado consiste en el descascarado o pelado de la cubierta del grano, eliminando por pulimento las cáscaras plateadas y finalmente su clasificación. El descascarado, pulido y parte de la clasificación se realizan por medio de maquinaria. Estas operaciones se pueden llevar a cabo en forma separada, o el descascarado y el pulido se pueden combinar. Si el café fermentado y secado es demasiado húmedo, se le debe secar aún más antes de que los granos se descascaren.

2.4.11 Subproductos

La utilización de la pulpa siempre ha constituido un problema tanto en el procesado en seco como en el húmedo, puesto que los granos secos constituyen sólo la tercera o cuarta parte del peso de los frutos frescos. Donde las plantas de procesado se hallan cerca de la plantación, se ha hecho uso del desperdicio como fertilizante orgánico. En unas cuantas regiones ha encontrado un mercado limitado como un suplemento alimenticio para el ganado. Sin embargo, en ningún caso se ha utilizado más que una pequeña fracción de los millones de toneladas producidas cada año, quedando la mayor proporción de este desperdicio para ser simplemente podrido en pilas o para ser arrojado a las corrientes cercanas.

2.4.12 Impactos ambientales

Los impactos ambientales que el proceso productivo del café genera son de diversa índole, impactando el suelo, agua, atmosfera y biodiversidad. El beneficio húmedo de café se caracteriza por el alto uso de agua para el despulpado, transporte, fermentación, lavado y clasificación del grano de café. Del fruto del café solo alrededor del 18% termina siendo café oro, el resto constituye residuos potencialmente contaminantes al medio ambiente sino se manejan

adecuadamente.¹⁶

a. Residuos Líquidos:

Las aguas residuales generadas por el proceso tienen generalmente alta carga orgánica y un pH ácido, en la mayoría de las operaciones del beneficiado húmedo se utiliza agua como medio de transporte y clasificación, contribuyendo a su contaminación. En el cuadro 10 se presentan las operaciones donde se utiliza agua y las principales características contaminantes de los efluentes.

Impacto al ambiente: al descargar inadecuadamente las aguas residuales del beneficio, 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 ácidos, sólidos disueltos y sólidos sedimentados entre otros.

Cuadro IV: Residuos líquidos y su composición

Operación	Uso del agua	Características de los Efluentes
Recibo y Clasificación	Como medio de transporte y clasificación de café maduro.	Suciedad de frutos y componentes disueltos de granos maltratados por el transporte.
Despulpado y Clasificación	Como agente de transporte y separación de la pulpa del café maduro, y clasificación de café despulpado.	Más del 50% de la carga contaminante generada en todo el proceso. Descarga mínima de 3 Kg. de DQO por quintal de café oro, depende del proceso.
Lavado y Clasificación	Eliminación del mucílago según tipo de remoción (natural, mecánico o químico).	Aporta aproximadamente 3.4 Kg. de DQO por quintal de café oro en forma de sólidos suspendidos y materia disuelta en agua.
Transporte	Transporte del café a secado.	Mínima contaminación de las aguas que se utilizan en esta operación.

Fuente: Manual de café del CGP+L

b. Residuos Sólidos

Los residuos sólidos en el beneficiado húmedo se generan principalmente por el despulpado siendo estos de pulpa el principal subproducto que debe ser tratado.

Impacto al ambiente: Existen básicamente dos maneras inadecuadas de eliminar la pulpa del proceso acumulándola en el suelo o desechándola a una fuente de agua, lo cual contamina los afluentes.

¹⁶ CGP+L. 2003. Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción más limpia en el sector de Beneficiado de Café. Guatemala.

Cuadro V: Residuos sólidos de beneficio húmedo

Residuos Sólidos	Características
Pulpa	Promedio de producción de 2.2 Kg. de pulpa por 1 Kg. de café oro, y un promedio en volumen de 2 mt ³ por TM de pulpa.
Cascabillo o cascarilla	Promedio de producción de 0.25 Kg. de cascabillo por 1 Kg. de café oro.

Fuente: Manual de café del CGP+L

Cuadro VI: Impactos ambientales de residuos sólidos

Disposición Final	Impacto
Acumulación en el suelo	Malos olores, crecimiento de insectos, lixiviación al suelo de agua mieles, contaminación visual y riesgo de contraer enfermedades.
Fuente de agua	Se crean condiciones de biodegradación con una alta demanda de consumo de oxígeno en el agua (DBO y DQO), y la producción de compuestos con mal olor.

Fuente: Manual de café del Centro Guatemalteco de P+L

c. Emisiones Atmosféricas

La generación de emisiones atmosféricas se da en dos áreas del beneficiado húmedo. En el secado mecánico y en la degradación de la pulpa cuando no es manejada adecuadamente. En el secado mecánico se utilizan combustibles para el calentamiento del aire; esta operación produce gases de combustión los cuales contienen CO; CO₂, NOX, SOX, y partículas de sólidos. Las características de los gases de combustión dependen del tipo de combustibles usando la eficiencia del proceso.

Impacto al ambiente: usualmente el secado mecánico se utiliza en áreas cerradas, existiendo la probabilidad de provocar problemas de salud a los trabajadores. El impacto al ambiente por la combustión que se genera por gases de efecto invernadero causa problemas de salud y riesgos laborales. Regularmente las fincas producen biomasa en el manejo de tejido del café y el manejo de sombra, la cual es utilizada para la combustión de los hornos. El uso de la biomasa depende de la disponibilidad, tipo de horno y eficiencia del equipo. En el caso de la degradación de la pulpa sin un control adecuado, se generaran malos olores.

2.5 Marco legal y político

El marco legal y político hace referencia a todas las regulaciones e instituciones involucradas con la actividad cafetalera en Guatemala. Se describen e interpretan a continuación ordenadas por jerarquía. Ver Gráfica X, Diagrama institucional/legal.¹⁷

2.5.1 Marco legal

Dentro del marco legal destacamos la Constitución Política de la República de Guatemala, en ella se establecen los artículos que amparan y protegen el medio ambiente regulando la actividad cafetalera.

Se regula la protección al medio ambiente y equilibrio ecológico en los *artículos 64 y 97*, donde se declara de interés nacional la conservación del entorno natural así como la necesidad de mantener el equilibrio ecológico por parte del Estado, municipalidades y habitantes.

En el *Artículo 170*, se faculta al Congreso de la República para crear leyes que favorezcan al desarrollo del país; entre ellas, las referentes para actividades agrícolas y desarrollo forestal.

También se consideran las responsabilidades sociales que deben tener las industrias en los *Artículos 77 y 103* donde se establecen las leyes de trabajo para mantener una interrelación social entre el patrono y el trabajador.

En cuanto al aprovechamiento de los recursos, el artículo 128 da libertad a los productores del aprovechamiento de agua de ríos y lagos con fines agrícolas y de desarrollo económico, sin embargo hace referencia a la obligación de estos entes a reforestar y facilitar vías de acceso.

Le sigue en la escala jerárquica la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86) en donde los artículos involucrados hacen referencia a la necesidad del instrumento ambiental de (EIA) para toda industria, en este caso la industria cafetalera, donde se deben estudiar los impactos de esta actividad, así mismo se debe contar con un plan de gestión ambiental. En el artículo 8 y el 12, se establece de interés la prevención, regulación y control de las actividades que ocasionen deterioro ambiental.

Decreto 19-63 Ley del Café

Establece en el *Artículo 1* la creación del Consejo de Política Cafetera, integrado por el Ministro de Agricultura, el Ministro de Economía, el Ministro de Hacienda y Crédito

¹⁷Constitución Política de la Republica de Guatemala

Público, el Ministro de Relaciones Exteriores, el Presidente de la Junta Monetaria y el Presidente de la Asociación Nacional del Café. Este último es el ente encargado de regular esta actividad en el país.

Dentro de sus atribuciones el *Artículo 5* define que la Asociación tiene por objeto: cooperar con el Estado a la protección de la economía nacional en lo relativo a la producción y comercialización del café; y defender los intereses gremiales de los productos del grano.

Para tales fines, en concordancia con sus recursos económicos, operará servicios técnicos de investigación, experimentación, demostración, asistencia y divulgación en las diversas ramas de la industria cafetera y promoverá todas las actividades económicas y agrícolas directa o indirectamente relacionadas con la caficultura, así como programas de diversificación de cultivos. Asimismo organizará servicios de captación, arbitraje, registros, estadísticas, almacenes de depósito, bodegas y demás servicios auxiliares para la producción y comercialización adecuada del grano.

Los reglamentos que sean necesarios para la correcta aplicación de esta Ley según el *Artículo 47* deberán emitirse por acuerdo gubernativo a través del Ministerio de Agricultura.

Con base en el Artículo 47 del Decreto número 19-69 del Congreso de La República. Se crea el Acuerdo Gubernativo No. M. de A. 13-70. Dentro del cual destaca el *Artículo 21*, donde se establecen ciertas directrices y regulaciones. Además de las obligaciones que imponen otras Leyes y reglamentos, los compradores, exportadores o industriales y los propietarios de beneficios y almacenes de café deben cumplir con los siguientes requisitos:

f) Exportar únicamente café proveniente de pergamino de primera, de acuerdo con los tipos y calidades que fija La Asociación Nacional del Café.

Artículo 23.- Para obtener el certificado de beneficio y almacén de café comercial, los interesados deben cumplir con los requisitos que señale la Asociación que como mínimos serán:

a) Que los beneficios y almacenes reúnan condiciones de seguridad para el mantenimiento en buen estado del café.

b) Que las instalaciones, almacenes y maquinarias sean aprobados por el técnico de La Asociación cada año.

c) Que el propietario del beneficio y almacén de café mantenga pólizas de seguro vigentes por pérdida o incendios a favor de los dueños del café.

En el Decreto 37-72 se amplía el Artículo 2. En uso de las facultades que le confiere el inciso 1 ° del artículo 170 de la Constitución Política de La República,

Artículo 1 se adiciona un inciso nuevo al final del artículo 2 °. Así:

l) Procurar por todos los medios el mejoramiento de la industria cafetalera del país y evitar o prevenir cualquier problema que pueda afectar en cualquier forma a la misma, máxima cuando ello pueda constituir una ruina para la economía nacional”.

La importancia que tiene el recurso agua para la actividad cafetalera es innegable, por ello es importante mencionar **el Reglamento de descarga y reuso de aguas residuales y la disposición de lodos** (Acuerdo Gubernativo 236-2006) para controlar el impacto que tiene esta actividad en la cuenca del Río.

Los artículos involucrados son:

- Art.9: Instrumentos de evaluación control y seguimiento ambiental
- Art. 13: Características del afluente y efluente de aguas residuales
- Art. 14: Caracterización de aguas para reuso
- Art. 15: Caracterización de lodos
- Art. 16: Parámetros de aguas residuales
- Art. 19: Meta de cumplimiento
- Art. 20: Límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores.
- Art. 21: Límites máximos permisibles para entes generadores nuevos.
- Art. 25: Parámetros
- Art. 31: Opciones de cumplimiento de parámetros para las descargas de aguas residuales de tipo especial
- Art. 34: Rehusó de aguas residuales
 - Tipo I: Uso agrícola general
 - Tipo II: Para cultivos comestibles
- Art. 35: Parámetros y límites para rehusó
- Art. 37: Recirculación interna del agua
- Art. 41: disposición final

La actividad cafetalera tiene una relación directa con los trabajadores, por lo que se detallan a continuación secciones del *Código de Trabajo* que deben ser tomadas en cuenta administrativa y laboralmente.

Reglamento interior de trabajo:

- Capítulo VII, Art. 40
- Cap. XVI, Art. 50 y 51
- Cap. XII, Art. 48, Inciso m: No permite la contratación de menores de 15 años salvo consideraciones del código de trabajo.
- Cap. XVI, Art. 49: La empresa procura por los medios a su alcance mantener la estabilidad de sus trabajadores, así como remunerarlos con salarios justos de conformidad con el trabajo realizado. Así mismo procurará estimular a los trabajadores que se distinguen en sus labores.
- Cap. XVI, Art. 53: El Patrono procura proporcionar a los trabajadores capacitación o adiestramiento para el trabajo colaborando con las instituciones oficiales encargadas de la planificación o desarrollo de los recursos humanos y la formación profesional de los trabajadores.

- Artículo 137 bis. Código de Trabajo (Adicionado por el artículo 9 del decreto 64-92 del Congreso de la República). Se prohíbe la discriminación por sexo, raza, religión, credo político, etnia, etc.

2.5.1 Marco Político

El marco político hace referencia a los sistemas o estrategias que encaminan al logro de determinado fin a una comunidad o parte de la misma. En este caso la política de P+L busca lograr una mejora en cuanto a eficiencia y disminución de impactos en el territorio. Se describe a continuación su origen e implicaciones.

a. Cumbre de la Tierra: Celebrada en 1992 en Río de Janeiro como el origen de desarrollo sostenible y de políticas de producción más limpia.

La Conferencia amplió la oportunidad de adoptar un programa de acción para el siglo XXI, llamado Programa 21 que enumeró algunas recomendaciones relativas a la aplicación de los principios de la declaración.

Tuvo en cuenta las cuestiones relacionadas con la salud, la vivienda, la contaminación del aire, la gestión de los mares, bosques y montañas, la desertificación, la gestión de los recursos hídricos y el saneamiento, la gestión de la agricultura, la gestión de residuos.

Estos conceptos están directamente relacionados con el desarrollo de la industria cafetalera, porque a partir de allí se desarrolla el concepto de producción más limpia y el desarrollo sostenible de las comunidades en dicha actividad.

b. Política de Producción más Limpia

De la Política de P+L se hace mención al capítulo referente al sector agroindustrial. Para el trabajo conjunto y coordinado entre el Ministerio del Medio Ambiente y los gremios del sector productivo. Se han creado espacios de concertación y coordinación, adicionales a los establecidos por la Ley. El Comité Interinstitucional de Producción Limpia, con la participación de representantes de los sectores minero, industrial, agrícola y comercial. Este trabajo de coordinación con los gremios empresariales ha permitido priorizar el desarrollo de acciones conjuntas, orientadas a solucionar problemas concretos, pero no existen los canales de comunicación ni las instancias de coordinación que permitan el intercambio de resultados, para aprovechar su efecto multiplicador sobre otros sectores.

Objetivo

Prevenir y minimizar eficientemente los impactos y riesgos a los seres humanos y al medio ambiente, garantizando la protección ambiental, el crecimiento económico, el bienestar social y la competitividad empresarial, a partir de introducir la dimensión ambiental en los sectores productivos, como un desafío de largo plazo.

Objetivos específicos

- Optimizar el consumo de recursos naturales y materias primas.
- Aumentar la eficiencia energética y utilizar energéticos más limpios.

- Prevenir y minimizar la generación de cargas contaminantes.
- Prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales sobre la población y los ecosistemas.
- Adoptar tecnologías más limpias y prácticas de mejoramiento continuo de la gestión ambiental.
- Minimizar y aprovechar los residuos.

Anteriormente se dio una introducción y objetivos sobre el objeto de esta política, en la práctica se definieron los Instrumentos de política para promover producción más limpia, que se describen a continuación.

i. Instrumentos económicos

Se han diseñado instrumentos que no tienen objetivos ambientales como los propuestos en los programas de modernización de los sectores productivos. Así mismo, existen 22 instrumentos económicos de carácter ambiental (tasas retributivas, tasas de uso del agua, tasas de aprovechamiento forestal y otros), con problemas en su aplicación.

ii. Instrumentos fiscales y financieros

Existen los incentivos tributarios de orden ambiental para financiar proyectos de reconversión ambiental. Algunos ejemplos de esto es el Programa de Incentivos Forestales PINFORT y PINFRUTA. Estos programas promueven el desarrollo forestal en las fincas de la cuenca.

ii. Convenios de concertación

La estrategia para la implementación del programa de producción limpia se ha centrado en la elaboración de convenios de concertación, a partir de la firma del Convenio Marco de Concertación para una P+L. En este Convenio se establecieron las directrices para la elaboración de convenios sectoriales y regionales.

Evaluando la experiencia, es importante destacar los siguientes puntos: En primer lugar, en este proceso se creó y amplió el espacio de concertación entre las autoridades ambientales y el sector productivo, para facilitar el entendimiento y diálogo continuo, que conduzca a la visión compartida de desarrollo sostenible.

a. Normas de caficultura sostenible: C.A.F.E. Practice Program

Es un programa de verificación de la empresa Starbucks Coffee Company. Para ampliar sus requerimientos se describen de manera general los componentes del mismo. En la versión de noviembre de 2004, los Lineamientos Generales de la Evaluación y la Verificación de C.A.F.E Practices se centraron en cuatro áreas temáticas:

i. Calidad del producto (pre requisito)

- Café oro o verde: tipo de café estrictamente duro, Preparación Europea (EP).
- Sin defectos como: granos negros, dañados por insectos o por hongos, quakers, quebrados, etc.
- Perfil de taza: representa un sabor y carácter único del país o región de origen.

- Rechazados como: fermentado, fruty, sabor a cebolla, fenólico, medicina, a saco, a sucio, etc. Todos los contratos están sujetos a la aprobación de las muestras. Éstas no deben de pesar menos de 300 gr que representen 1,000 sacos.

ii. Responsabilidad económica (pre requisito)

Demostración de transparencia económica. Asegurar la equidad de la distribución del beneficio financiero para cada uno de los participantes de la cadena del suministro.

iii. Responsabilidad social

Se refiere al bienestar de los trabajadores: salario mínimo / horas extras / contrataciones justas, libertad de asociación. No trabajo infantil / no discriminación. Acceso a vivienda / agua potable / servicios sanitarios. Acceso a educación / capacitación / cuidados médicos. Seguridad y calidad de vida.

*La empresa cafetalera que no cumpla, no califica como proveedor estratégico o preferencial.

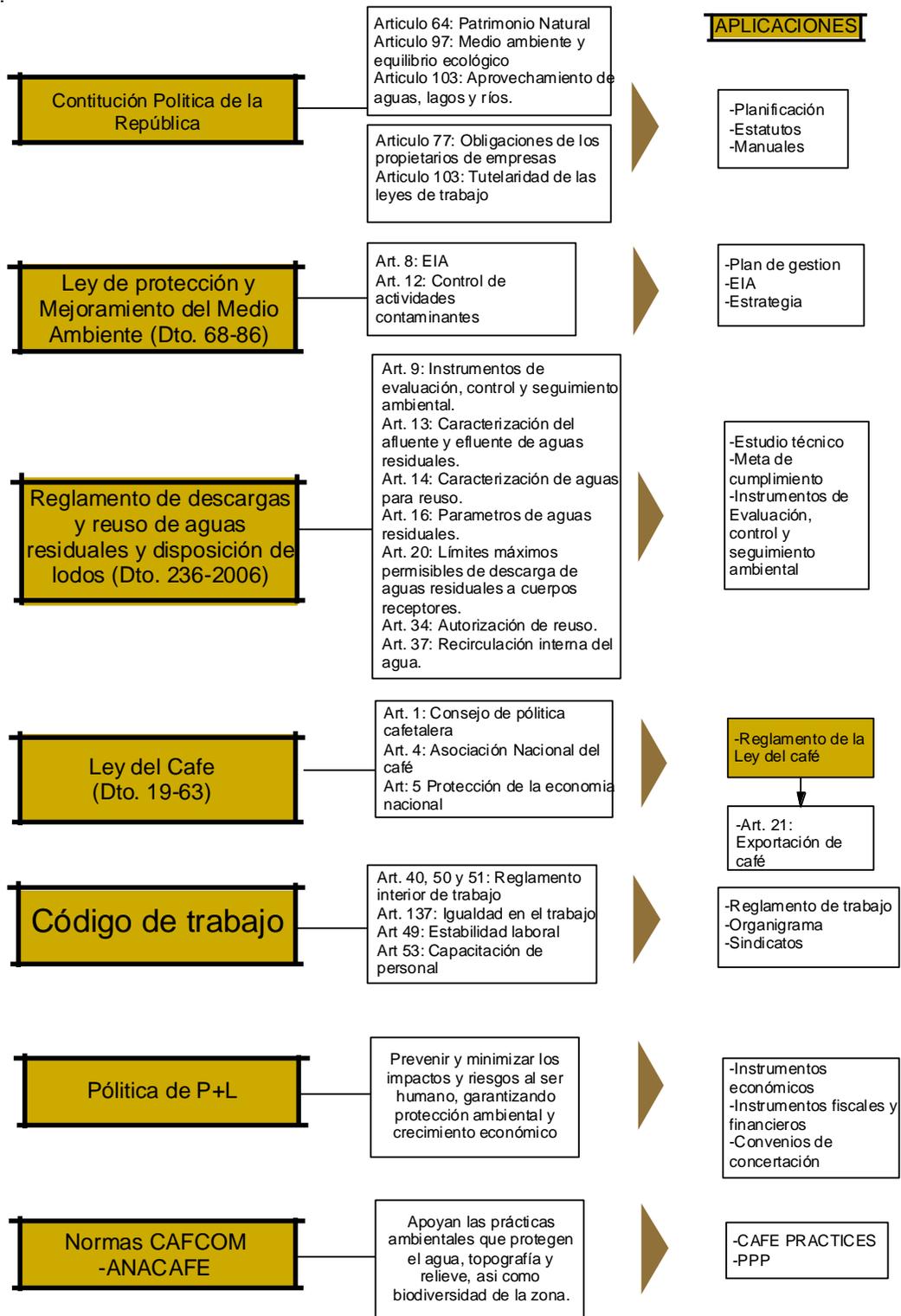
iv. Liderazgo ambiental en el cultivo del café y en el proceso de beneficiado húmedo y seco:

Cultivar, producir, cosechar y procesar café, evitando impactos en los recursos naturales renovables:

- **Suelo:** donde se debe mejorar y conservar la fertilidad.
- **Agua:** tener todos los cuidados para protegerla y minimizar su uso en general.
- **El Bosque:** tomar en cuenta su conservación.
- **Biodiversidad:** también considerar sus mejoras e incrementarla dentro y fuera del cafetal.
- **Desechos:** con buen manejo minimizando los impactos ambientales.
- **Energía:** fomentar la conservación y su producción de fuentes renovables sin afecciones ambientales. Clasificación de los “status” de los Proveedores de Starbucks, en función de la nota del resultado de la evaluación o verificación:
 1. **Estratégicos:** (80% de promedio por área o más. Son verificados cada 3 años).
 2. **Preferenciales:** (60-80% de promedio en cada área. Son verificados cada años).
 3. **Verificados:** (menos de 60% de promedio de cada área. Se verifican cada año).
 4. **Condicional:** es el que ya fue verificado, pero aún no tiene su “status” y éste necesita realizar negociaciones con Starbucks.

El programa impulsado por la exportadora ANACAFE, clasifica los tipos de café según su calidad y buenas prácticas laborales, ambientales y de producción. Estos índices tienen una relación muy directa con lo establecido por la producción más limpia, con la diferencia que en la segunda, se hace énfasis en procedimientos preventivos durante la producción.

Gráfica XII: Marco Legal



Fuente:
Elaboración propia

3 CONTEXTO TERRITORIAL



Estrategia de Producción Más Limpia

para fincas cafetaleras
de la cuenca alta del

Río Naranjo



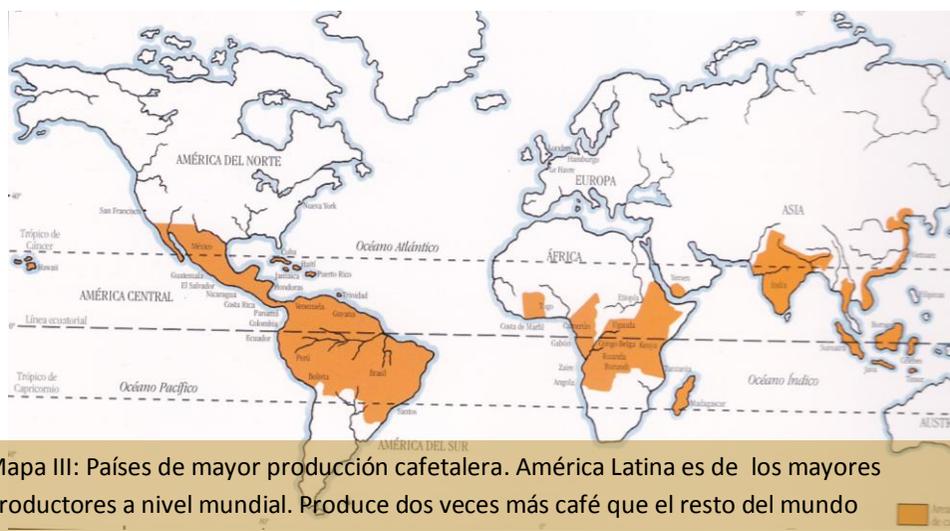
3.1 Aspectos históricos el café en Guatemala

Es importante hacer una referencia histórica de como el café se ha desarrollado en Guatemala y específicamente en la región de San Marcos.

En la actualidad el café se cultiva en cuatro continentes entre el Trópico de Cáncer y el Trópico de Capricornio. Siete países de Latinoamérica basan su economía en ese monocultivo. Pueden observarse en el mapa abajo (Mapa III) los países de producción cafetalera en el mundo.

El cafeto llegó a Latinoamérica en el siglo XVIII proveniente de la colonización de pronto se convirtió en un producto de exportación. En los países ex coloniales que se especializaron en este cultivo, como es el caso de Guatemala, el café contribuyó a transformar la estructura económica y cambió la fisonomía del paisaje en Centroamérica. Fue primero Costa Rica, después Guatemala y El Salvador en la década de 1870, donde se intensificó el café y se convirtió en el principal producto de exportación.¹⁸

Mapa III: Localización de países caficultores en el mundo



Fuente: Libro Historia del Café en Guatemala. Autor: Regina Wagner. 2001

En Guatemala la caficultura fue la solución para la decadencia del monocultivo anterior, la cochinilla. Los grandes rivales en el mercado fueron Brasil, Colombia y México. Su importancia como producto de exportación radica en que es el producto más comercializado en el mundo entero en volumen, después del petróleo.

Desde la conquista española, Guatemala ha tenido diversos cultivos de exportación que han sido una importante fuente de riqueza para el país. Es probable que los jesuitas fueran los primeros en introducir el café a Guatemala por el año de 1767,

¹⁸ Wagner R. 2001. Historia del Café de Guatemala. Villegas Editores. Edición No. 1

año en el que los miembros de la compañía de Jesús fueron expulsados de Hispanoamérica por el rey Carlos III. De lo anterior se infiere que alrededor de 1800 se consumía café en Guatemala. En el siglo XIX fue plantado en diferentes regiones del país: Guatemala, Villa Nueva, Petapa, Amatitlán, Santa Rosa y Jutiapa. Sin embargo en ese entonces el café no llegó a cultivarse a escala comercial, porque en los albores de la independencia la cochinilla sustituyó al añil y se convirtió en el principal artículo de exportación de Guatemala, hasta su desplazamiento en 1860.

A partir de la revolución de 1871 el café se ha situado en el primer lugar de las exportaciones. En el mapa que aparece a continuación se aprecia la ubicación geográfica de los primeros departamentos donde se propagó el café.

Mapa IV: Departamentos donde se propagó el café en Guatemala

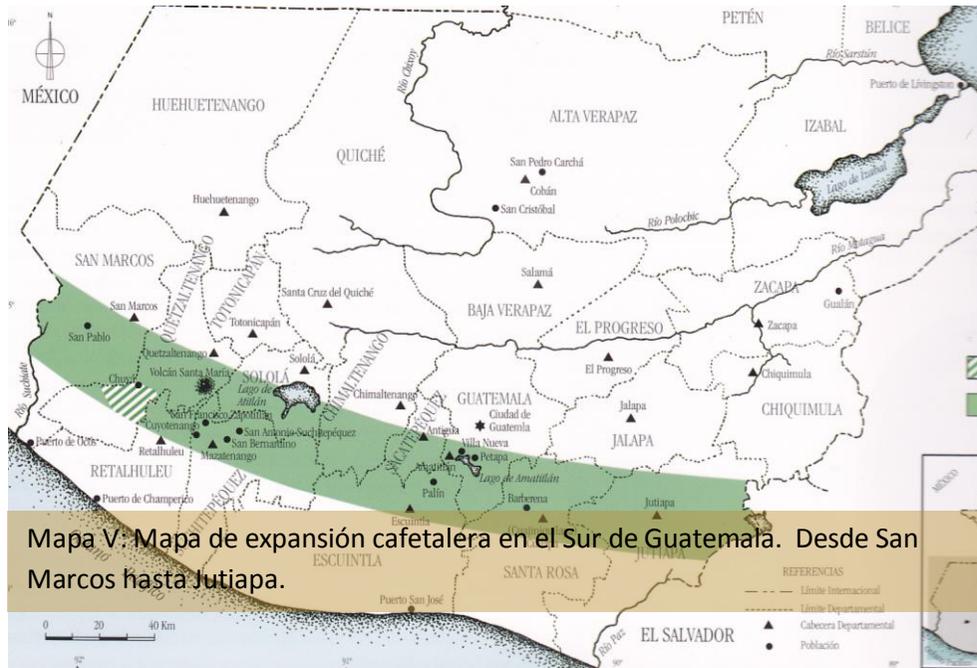


Fuente: *Libro Historia del Café en Guatemala*. Autor: Regina Wagner. 2001

El café de San Marcos:

En la región de San Marcos el café se desarrolló lentamente por lo aislado y carencia de comunicaciones. El primero en iniciar una plantación fue Escolástico Ortega, quien se asentó entre México y Guatemala, sustituyó sus cañaverales por el cafeto. En el mapa V puede observarse la expansión cafetalera en el Sur del país. Posteriormente, los productores de café que se asentaron en la región de terreno escarpado y difícil, propagaron el café por las tierras altas. Las características fisiográficas del territorio incidieron en la conformación de pequeñas fincas esparcidas en las mesetas

Mapa V: Expansión cafetalera en el sur de Guatemala



Mapa V: Mapa de expansión cafetalera en el Sur de Guatemala. Desde San Marcos hasta Jutiapa.

Fuente: Libro Historia del Café en Guatemala. Autor: Regina Wagner. 2001

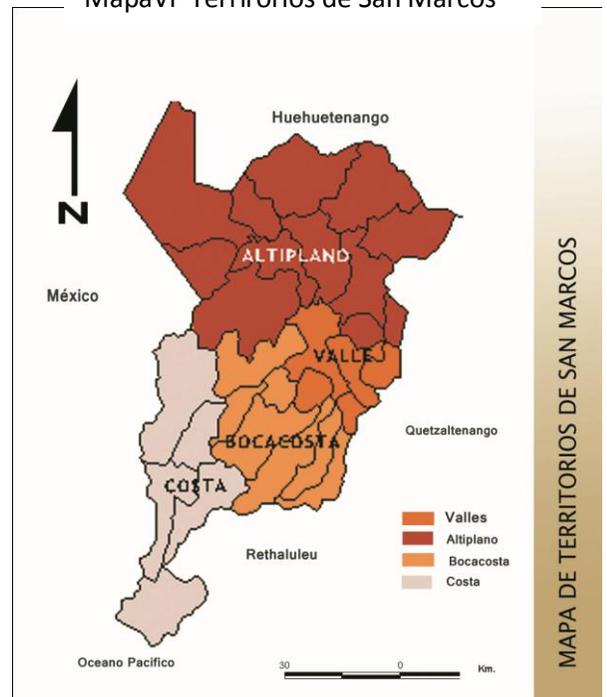
3.2 Aspectos físicos y biológicos

San Marcos es el municipio donde se encuentran los accidentes geográficos de mayor altitud a nivel centroamericano. Características que hacen que su biodiversidad y fisiografía sea única y compleja.

Se encuentra localizado en la zona occidental del país. Tiene una extensión territorial de 3,791 km. que constituye el 3.60% del territorio nacional; la cabecera departamental se encuentra a 2,398 msnm. Este departamento está dividido administrativamente en 29 municipios. Colinda al norte con Huehuetenango, al sur con el Océano Pacífico, al este con Quetzaltenango, y al oeste con el Estado de Chiapas, México.

Los municipios del departamento han sido distribuidos de acuerdo a su ubicación geográfica, características socioeconómicas, ambientales y políticas, en cuatro territorios, como se puede observar en el mapa VI.

MapaVI Territorios de San Marcos

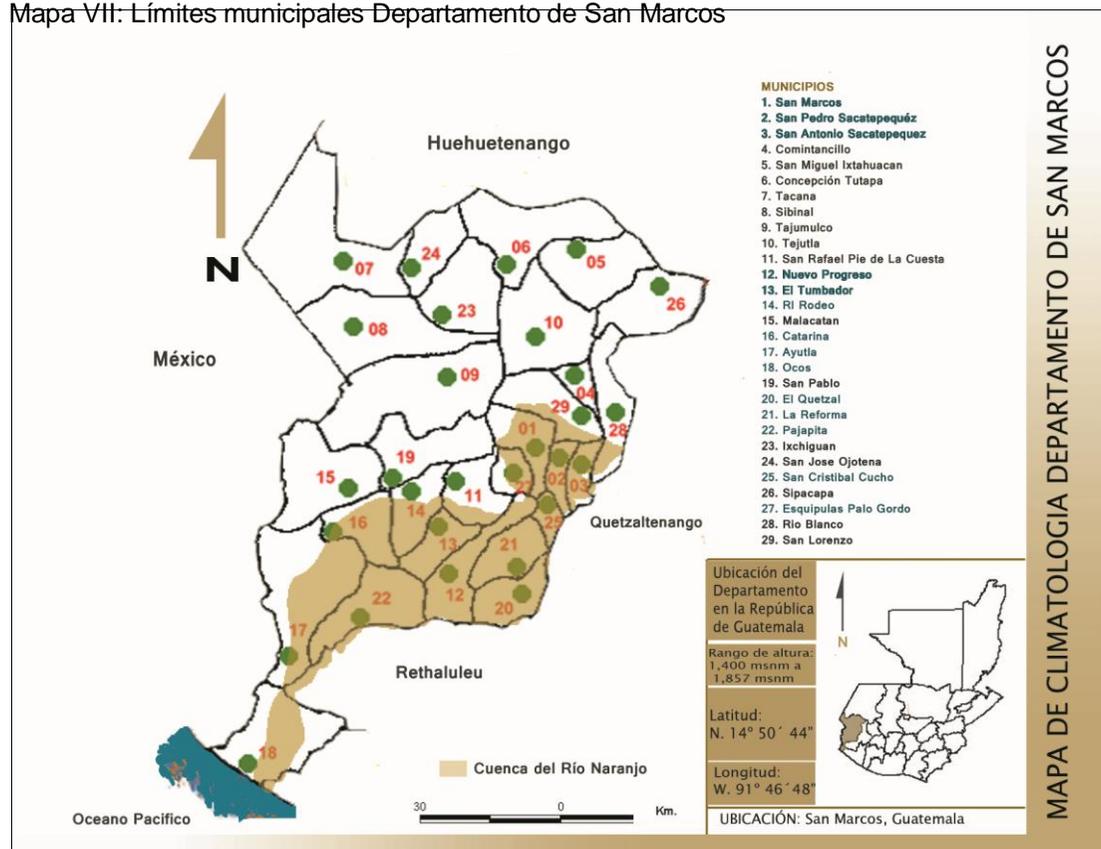


Fuente: Información Segeplan
Diagramación: Elaboración propia

- a) Altiplano: se integra por doce municipios, San Lorenzo, Río Blanco, Comitancillo, Ixchiguán, Tajumulco, San José Ojetenám, Sibinal, Tacaná, Tejutla, Concepción Tutuapa, San Miguel Ixtahuacán y Sipacapa.
- b) Valle: formado por cinco municipios, San Marcos, San Pedro Sacatepéquez, San Antonio Sacatepéquez, San Cristóbal Cucho y Esquipulas Palo Gordo.
- c) Boca Costa: formado por siete municipios, San Rafael Pie de la Cuesta, San José El Rodeo, San Pablo, El Tumbador, Nuevo Progreso, El Quetzal y La Reforma.
- d) Costa: formado por cinco municipios, Malacatán, Catarina, Ayutla, Ocos y Pajapita.

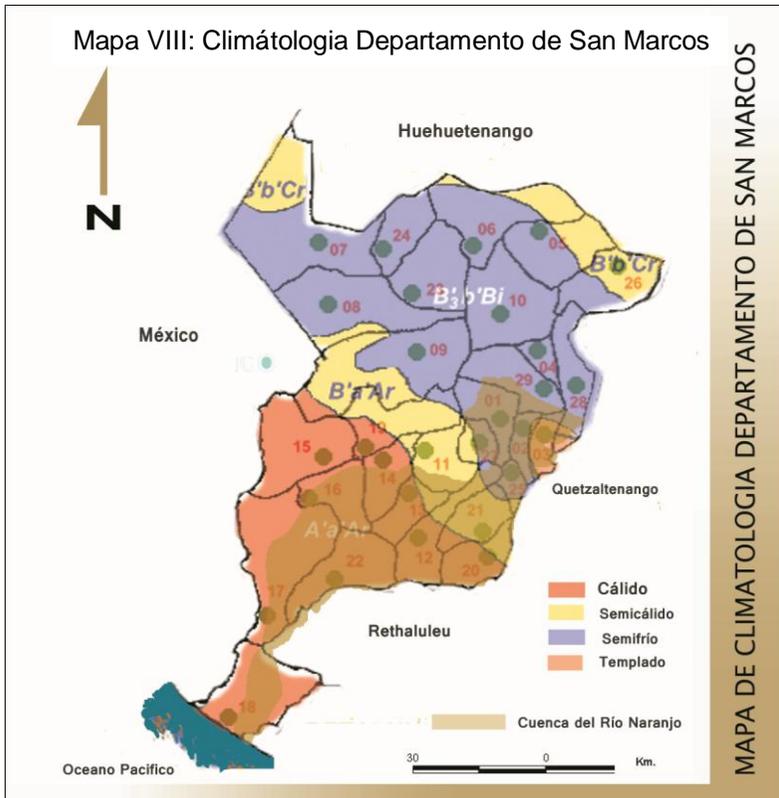
Los municipios del territorio se encuentran sin cobertura forestal en la mayor parte de su extensión territorial, tal el caso de El Quetzal, El Rodeo y San Rafael Pie de la Cuesta, las demás áreas donde se encuentra mayor cobertura forestal se caracterizan por disponer de bosques de latifoliadas, como en San Pablo, El Tumbador y La Reforma. En el mapa se observan los límites municipales, la ubicación de los municipios y la cuenca del río Naranjo (Ver mapa VII).

Mapa VII: Límites municipales Departamento de San Marcos



Fuente: Información SEGEPLAN
Diagramación: Elaboración propia

3.2.1 Clima

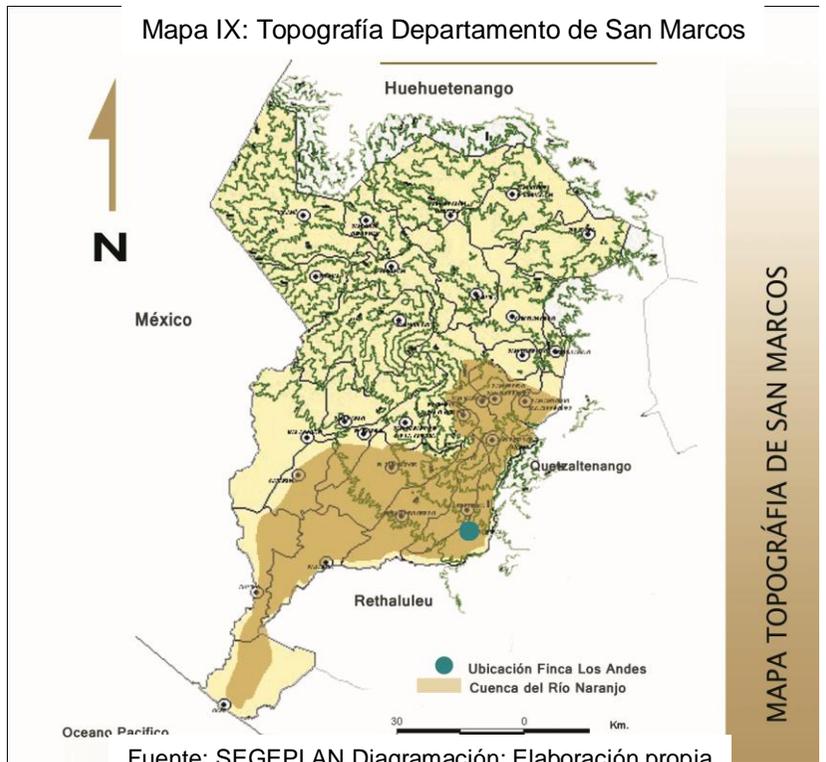


La región de estudio abarca el territorio de boca costa en su mayoría, donde las características climáticas son bastante peculiares. El clima es templado a ligeramente frío con una precipitación promedio anual de 4,000 mm, cuenta con un porcentaje de humedad de un 75 % y una temperatura promedio de 24 grados centígrados. Estas características se deben a la altura promedio de 1,500 msnm. La precipitación media anual tiene un alto rango entre 2,000 y 4,000 mm, dependiendo si es en la parte alta, media o baja y su déficit de humedad es de 6 meses.

Fuente: SEGEPLAN Diagramación: Elaboración propia

3.2.2 Topografía

Las características físicas del territorio son notables en su topografía. En su mayoría es ondulada, con quebradas en los linderos de los ríos. Tal es el caso del río Naranjo, en donde las pendientes se enfatizan. En el mapa abajo (Ver mapa IX) se observan las curvas a nivel que van desde el nivel del mar hasta los 3,000 metros. Las tierras altas aledañas a la cuenca del Río Naranjo, se ubican en el rango de 1,400 a 1,800 msnm.



Fuente: SEGEPLAN Diagramación: Elaboración propia

3.2.3 Geología

Desde el punto de vista geológico, el territorio está comprendido en el terciario volcánico, incluye rocas volcánicas sin dividir y en algunos casos, depósitos volcánicos del cuaternario. Los suelos del bosque pertenecen a la serie franco arenoso, con buena capacidad de infiltración, por su pendiente se consideran suelos con alto riesgo de erosión, y una profundidad relativamente grande, con una capa vegetal densa.

El territorio se caracteriza por suelos del declive del Pacífico, desarrollados sobre material madre, ceniza volcánica de color claro, con relieve suavemente inclinado ha inclinado y drenaje interno bueno, suelo superficial: de color café oscuro, textura y consistencia franco arcillosa, friable y un espesor aproximado de 4-60 cm. Subsuelo: de color café amarillento consistencia friable, textura franco arcillo limosa y un espesor aproximado de 100-200 cm. Características que influyen en su uso: declive dominante del 4 al 8 % drenaje a través del suelo rápido con capacidad de abastecimiento de humedad muy alta, capa que limita la penetración de raíces, ninguna. Peligro de erosión baja y fertilidad natural alta. En su mayoría es ondulada, con quebradas en los linderos de los ríos.

Terciario:

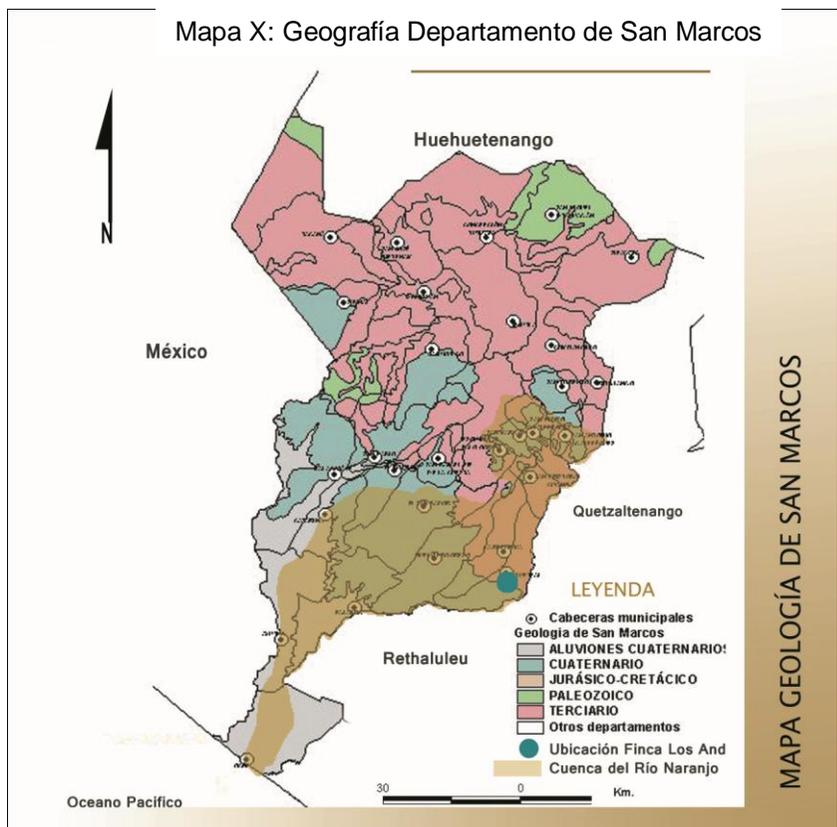
Esta etapa se subdividió en cinco partes:

- Paleoceno
- Eoceno
- Oligoceno
- Mioceno
- Plioceno.

Este fue un período de grandes fluctuaciones térmicas desde el Eoceno tropical hasta los periodos glaciales del Pleistoceno. Los vertebrados dominantes eran los mamíferos, que se encontraban en fase de diversificación creciente.

Cuaternario:

Comenzó cuando finalizó el período terciario, hace 1,64 millones de años, y comprende hasta nuestros días. El cuaternario se divide en Pleistoceno, la primera y más larga parte



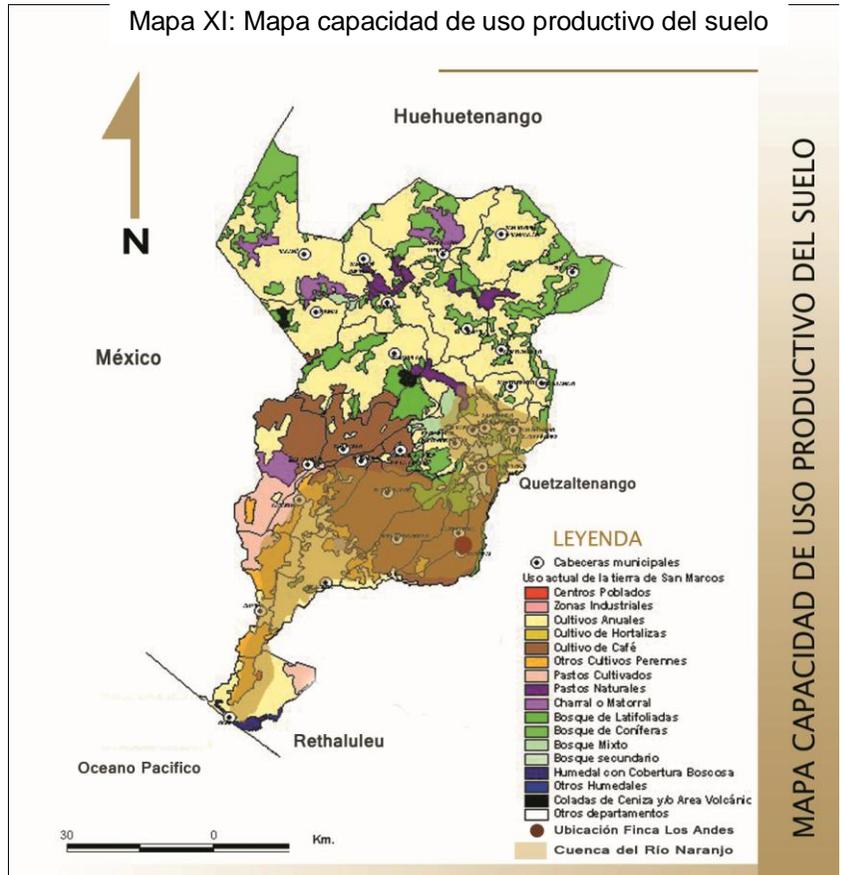
Fuente: SEGEPLAN Diagramación: Elaboración propia

del período que incluye los periodos glaciales, y época postglacial, también llamada holoceno que llega hasta nuestros días.

Los estratos que contenían entre un 90 y un 100% de especies vivas fueron asignados a este período. Los sistemas montañosos alcanzaron su altura y configuración aproximadas por acción de la erosión durante el Pleistoceno tardío.¹⁹

3.2.4 Capacidad de uso productivo del suelo

Una de las principales determinantes del uso de suelo en San Marcos son sus características fisiográficas. El área que se evaluó fue el territorio de boca costa, caracterizada por pendientes escarpadas y fuertes desniveles, la pendiente media del cauce es de 2.26 por ciento, con una elevación máxima de 2,360 msnm y mínima de cero metros. La mayor parte del suelo es susceptible a la erosión debido a las pendientes de su terreno y a la textura de su superficie. Se presenta un mapa con la cobertura boscosa del departamento de San Marcos. Se hace notar que el área de la cuenca alta del Río Naranjo es de las que más conserva esta cobertura boscosa.



Fuente: SEGEPLAN
Diagramación: Elaboración propia

¹⁹Geología Histórica, A. O. Woodford.

3.2.5 Hidrología

Las condiciones hidrográficas del territorio son de importancia para la actividad agrícola y desarrollo de las comunidades. Por su gran diversidad biológica también forman parte del desarrollo turístico de la zona.

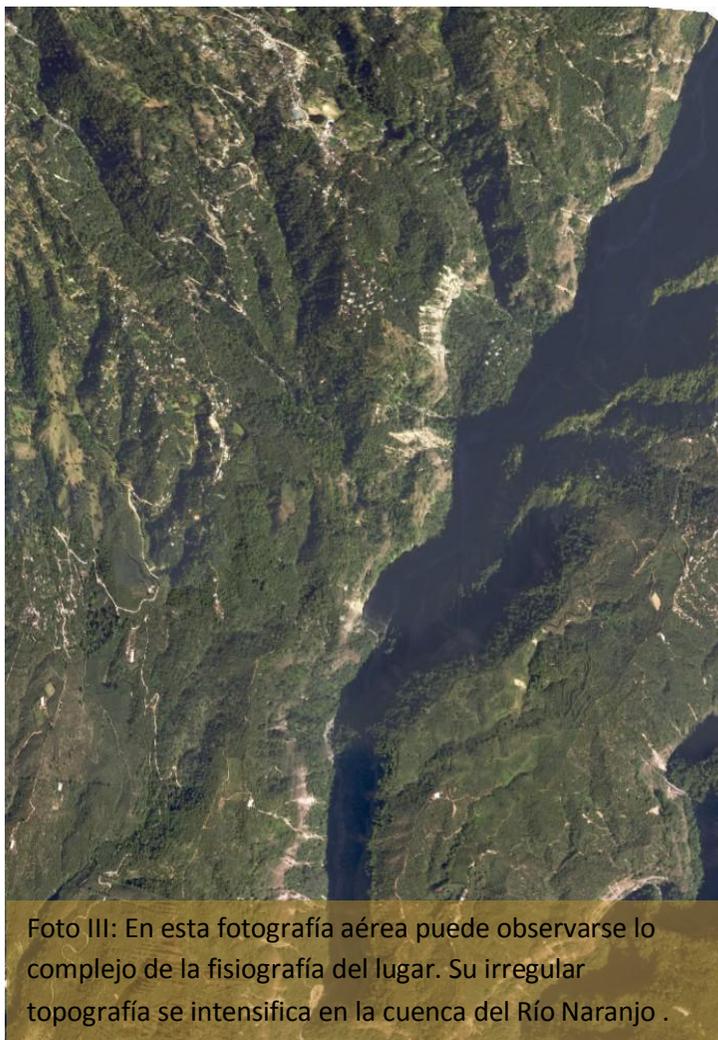
El departamento de San Marcos es complejo por contar con seis cuencas hidrográficas, entre las que se describen:

- Río Coatán
- Río Cuilco
- Río Naranjo
- Río Ocosito
- Río Salinas
- Río Suchiate

El río Naranjo divide geográficamente a San Marcos de Quetzaltenango y Retalhuleu, desembocando en el Océano Pacífico.

La cuenca alta se caracteriza por una topografía irregular y escarpada, con vegetación prominente y con la presencia de mayor área forestal del municipio.

Foto III: Fotografía aérea de la cuenca del Río Naranjo



En cuanto a las características hidrográficas de las fincas de estudio: Cuenta como un lindero natural al río Son y la propiedad cuenta con doce nacimientos de agua potable. Con un caudal de 30 a 40 lts por segundo. En la estación Meléndrez II el caudal medio es de 8.65 m/s. Los ríos que forman el drenaje principal son: Chismá, Naranjo, Ixtal, San Luis, Pajapa, Nahuatán, Meléndez, Pacayá. La finca de estudio es abastecida con cuatro ríos principales el primero se conoce como Río Canoj, que aparte de abastecer de agua a la finca también lo hace con el caserío el Refugio, el otro río es el Cox que abastece de agua al caserío San Francisco y a la aldea Rancho Bacón, el río Son que es uno de los principales abastecedores de la finca y el último el río Sacabal que solo es utilizado por las fincas de la cuenca alta.

3.2.6 Diversidad biológica del área

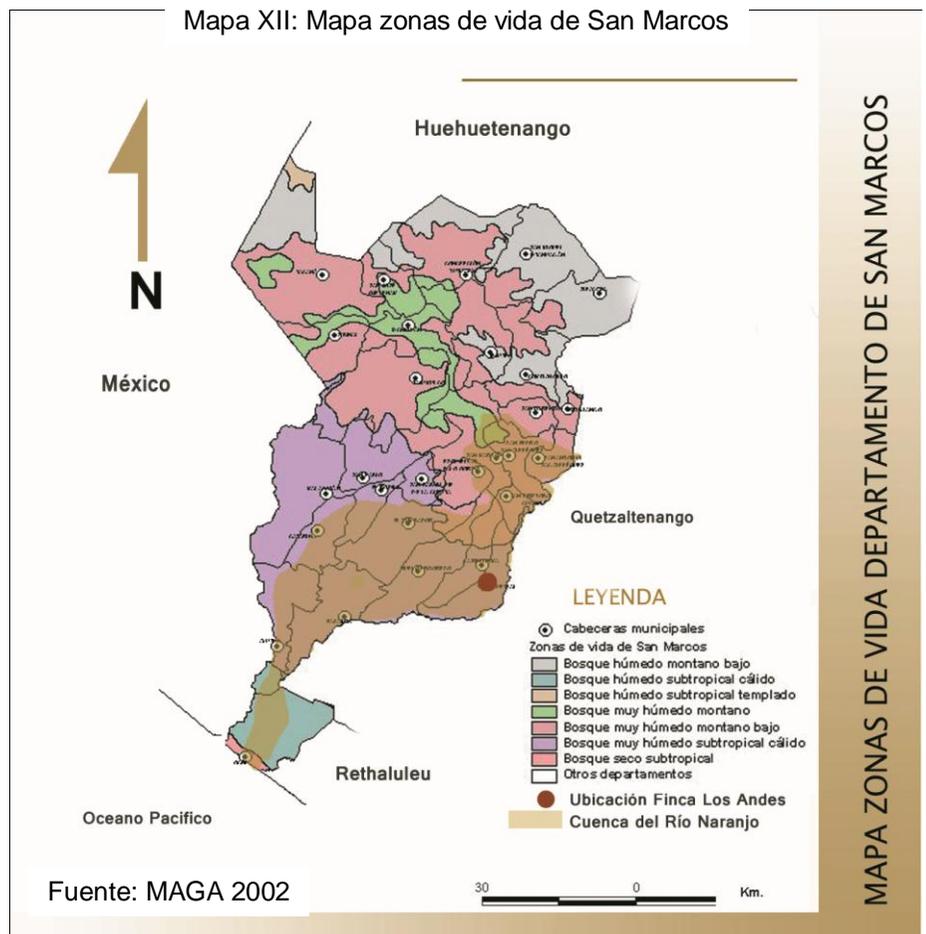
El sistema usado para la clasificación de las zonas de vida es el de Leslie Holdridge. Según este sistema, una zona de vida es un área geográfica cubierta por vegetación con fisonomía y composición característica comprendida en un rango de factores climáticos, principalmente temperatura y humedad con un microclima relativamente uniforme, de acuerdo al mencionado sistema. El área de la cuenca alta del Río Naranjo corresponde a la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido.

a. Flora

Pertenece a la zona de vida bosque húmedo subtropical cálido, el cual se caracteriza por tener montañas cubiertas de árboles y matorrales, que constituyen una región denominada Bosque de Montaña, la cual registra precipitaciones promedio anuales que van de los 1,000 a los 2,000 mm, la temperatura anual es de 12 a 18°C. La flora de San Marcos es predominantemente Neártica (provincia Sierra Madre) hacia la parte alta y neotropical con especies introducidas hacia la parte alta.

En los altiplanos de la cordillera volcánica, resulta común encontrar diversas especies de pinos y encinos como formas dominantes, entonces podemos concluir que esta área se compone de bosques mixtos.

La sombra del café utilizada comúnmente en esta región es el chalán, la cual es una leguminosa de rápido crecimiento dando una buena cobertura vegetal a la plantación y su manejo es relativamente fácil y moldeable a los requerimientos del café.

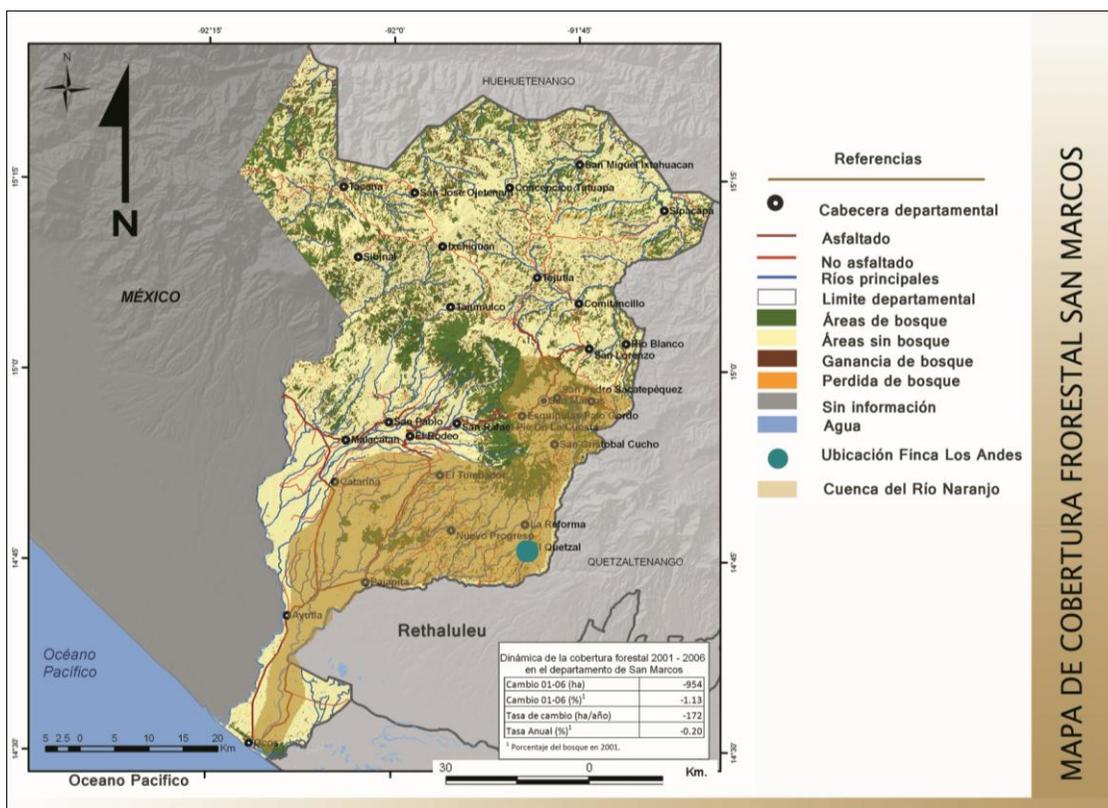


Una capa de humus, compuesta por biomasa muerta y en descomposición mantiene el ciclo de nutrientes.

Se utiliza de sombra chalán, gravilea, y algún que otro árbol nativo de la región. Se mantiene un promedio de 40% de esta cobertura natural a lo largo del área productiva de la plantación compuesta de por lo menos dos capas distinguibles. Los “epiphytes” nativos de la zona se retienen en la cobertura natural.

En cuanto a matorrales que crecen en áreas deshabitadas y bajo la sombra de los árboles se encuentran el pajón y el escobillo. Se están dando cambios derivados del crecimiento urbano, el cual está extendiéndose hacia el norte, en las faldas del Cerro San Marcos y el avance de las fronteras agrícolas, siendo posible observar la explosión de los suelos con cultivos de maíz y café.

Mapa XIII: Cobertura forestal de San Marcos



Fuente: SEGEPLAN, diagramación elaboración propia

En la mayoría de las especies leñosas se encuentran con frecuencia epifitos (gallitos) de los géneros Tillandsia y Bromelia. Como especies introducidas en esta región se mencionan al Bambú (*Bambusa* spp) y arbustos del género Calliandra. Además, con fines comerciales o de sustento alimenticio se manejan especies de hortalizas y

granos básicos, como el maíz y el frijol, que crecen dentro un estado sucesional secundario de arbustos y gramíneas.

Dentro de la cabecera municipal, se aprecia una interesante población de huertos familiares que atribuyen a crear un ambiente mucho más natural. Estos huertos pueden recorrerse por senderos empedrados. En ellos se cultivan principalmente café bajo la sombra de los árboles de cushin, plátanos, aguacates, naranjales, palo jiote, lagarto y jocotes, incluidas plantas medicinales como la zarzaparrilla, la hierba del cáncer, el llantén, cola de caballo, etc.

También es común encontrarse con plantas como: Nabo silvestre, Zacate Colorado, Lengua de Vaca, Kikuyu, Flor Amarilla, Trébol, Grama, Coyolillo, Ruda, Verbena, Apasote, Hierba Buena, Pajón, Bledo, Genero, entre otras. Las diferentes especies de la zona de vida se describen a continuación:

Cuadro 3: Especies del bosque húmedo subtropical

<i>Sterculia apétala</i>
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>
<i>Cholorophora tinctoria</i>
<i>Cordia aliliadora</i>
<i>Byrsonima crassifolia</i>
<i>Curatella americana</i>
<i>Xylopia frustescens</i>
<i>Metopium browneii</i>
<i>Quercus oleoides</i>
<i>Sabal morisiana</i>
<i>Manilkara zapota</i>
<i>Bombas ellipticum</i>
<i>Pimienta dioica</i>
<i>Aspidosperma megalocarpon</i>
<i>Alseis yucatanensis</i>

Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) 2002

En cuanto a matorrales que crecen en áreas despoblados y baja la sombra de los árboles se encuentran el pajón y el escobillo. El crecimiento urbano y de la frontera agrícola están produciendo cambios en el territorio extendiéndose hacia el norte, en las faldas del Cerro San Marcos y el avance de las fronteras agrícolas, siendo posible observar la explosión de los suelos con cultivos de maíz y café.

Foto IV: Especies del bosque húmedo subtropical



Fuente: DE LA CRUZ, J.R. 1982. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a nivel de Reconocimiento. INAFOR. Guatemala.
Diagrama: Elaboración propia

b. Fauna

A continuación se presenta una mínima lista de la fauna con que se cuenta. Esta lista no tiene la totalidad de fauna de la región demás se cuenta con varios mamíferos y reptiles que están en listado de extinción: armadillo, quetzalillo, venado, etc.

Cuadro VII: Listado de fauna del área de la cuenca del Río Naranjo

ANFIBIOS Y REPTILES

lagartijas	<i>Noropscressulus</i> <i>Sphenomorphusassatum</i>
salamandras	<i>Bolitoglossamorio</i>
rana arboricola	<i>Plectrohylamatudai</i>
serpientes	<i>Sibonfischeri</i> <i>Rhadinaealachrymans</i> <i>Geophisnasalis</i>

AVES

pavo de cacho	<i>Oreophasisderbianus</i>
tecolote barbaro	<i>Otusbarbarus</i>
jilguero	<i>Carduelisatriceps</i>
ojiamarillo	<i>Junco</i> <i>phaeonotusalticola</i>
capullero	<i>Ptilogonyscinereus</i>
colibri rojo	<i>Campylopterusrurfus</i>
gorriones	<i>Emberizidae</i>
jilguero	<i>Carduelisatriceps</i>
coroninegro	
golondrina	<i>Notiochelidonpileata</i>
quetzalillo	<i>Pharomachrusmocinno</i>
trogon de montaña	<i>Trogonmexicanu</i>
gavilan cola roja	<i>Buteojamaicensis</i>
pajaro carpintero	<i>Centurusaurifrons</i>
guardabarranco	<i>Myadestesoccidentalis</i>
coronadito	<i>Zonotrichiacapensis</i>
pasha	<i>Penelopinanigra</i>
pajuil	<i>Crax rubra</i>
MAMIFEROS	
pisotes	<i>Nasuanarica</i>
ardillas	<i>Sciurusdeppei</i>
zorro	<i>Urocyoncineroargenteus</i>
pumas	<i>Puma concolor</i>
tigrillo	<i>Leoparduswiedii</i>
comadreas	<i>Mustela frenata</i>
Murcielago	<i>Hylonicterisunderwoodi</i>

Fuente: MAGA 2002

La biodiversidad del área es variada y extensa, por las características de la zona de vida, que promueven el desarrollo de variedades de anfibios, reptiles, aves y mamíferos. El hecho de conservar el 30% del territorio como áreas de reserva, promueve el desarrollo de la biodiversidad.

Foto V: Fotografía especies de la cuenca



Fuente: DE LA CRUZ, J.R. 1982. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a nivel de Reconocimiento. INAFOR. Guatemala.

Diagrama: Elaboración propia

Foto VI: Descripción de reptiles localizados en la cuenca



Fuente: DE LA CRUZ, J.R. 1982. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a nivel de Reconocimiento. INAFOR. Guatemala.
Diagrama: Elaboración propia

Foto VII: Descripción de aves localizadas en la cuenca



Fuente: DE LA CRUZ, J.R. 1982. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a nivel de Reconocimiento. INAFOR. Guatemala.
Diagrama: Elaboración propia

Foto VIII: Descripción de mamíferos localizados en la cuenca



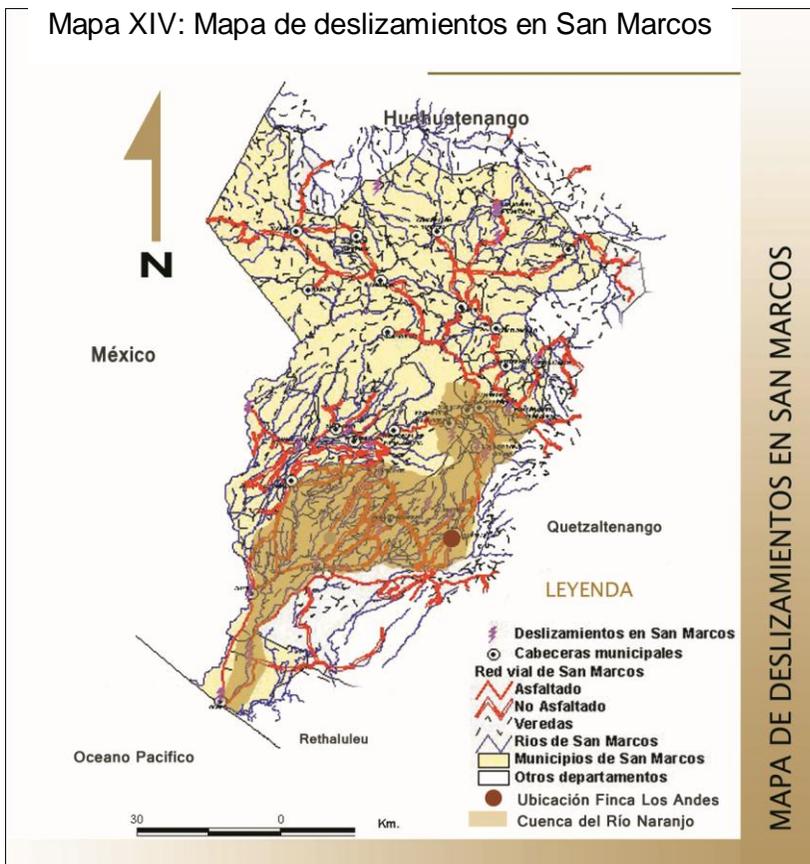
Fuente: DE LA CRUZ, J.R. 1982. Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a nivel de Reconocimiento. INAFOR. Guatemala.

Diagrama: Elaboración propia

3.2.7 Desastres Naturales

Para la evaluación de desastres naturales se describen a continuación los riesgos de mayor incidencia en la zona.

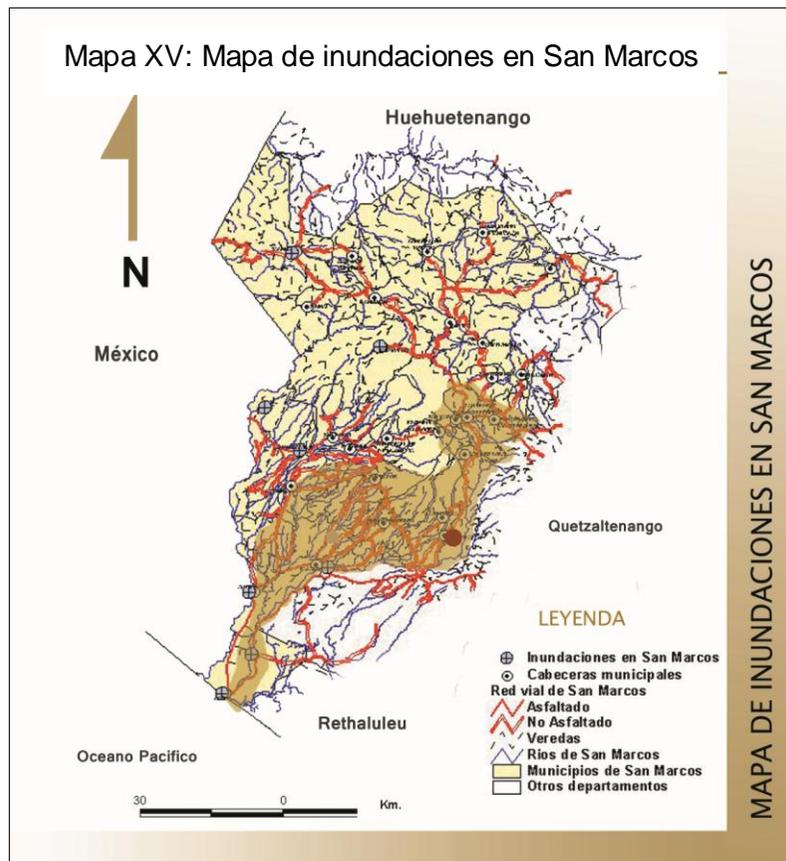
- Huracanes: han sido afectados por este fenómeno cuando proviene del océano Pacífico afectando a todos los pobladores por los efectos secundarios que originan. Afectando la estructura productiva y estructura física, causándoles a los productores grandes pérdidas debido a que, cuando este fenómeno las lluvias en el municipio no cesan y crean grandes problemas, comenzando por el daño a la ya deteriorada red vial, que queda prácticamente intransitable.
- Temporales: debido a la ubicación se hacen vulnerables a este fenómeno todas las regiones dañando el patrimonio natural y la estructura productiva. Este fenómeno es el que ha sido catalogado como la amenaza más fuerte en el municipio, como efecto de los fenómenos climatológicos. Este especialmente es considerado como el que más daño causa en las estructuras productiva y física, ya que daña las arterias viales y las viviendas, causando así pérdidas considerables en la población.



Fuente: SEGEPLAN, diagramación: Elaboración propia

vivienda debido a que muchas de estas construcciones presentan techo de lámina, y cuando los vientos fuertes llegan se levantan las estructuras débiles del hogar.

- Deslizamientos y derrumbes: Fenómeno causado por las intensas lluvias en el municipio, afectando a todas las comunidades cuando los derrumbes de tierra se dan a la orilla de la carretera tapando la vía principal. En otras ocasiones obstruyen la salida de algunas comunidades quedando estas inaccesibles e intransitables para que puedan realizar sus actividades, afectando principalmente a la población que se encuentra en la parte alta y las riveras del Río Naranjo.



Fuente: SEGEPLAN, diagramación: Elaboración propia

3.3 Aspectos Sociales y Culturales

El territorio de la Boca Costa de San Marcos está ubicado en la parte sur oriente del departamento. Está situado en los cerros del Tajumulco, dentro de las provincias del cinturón y de la pendiente volcánica, se caracteriza por una zona menos escarpada que la cuenca alta, con topografía ondulada y elevaciones entre 900 y 1,660 msnm.

3.3.1 Uso de suelo

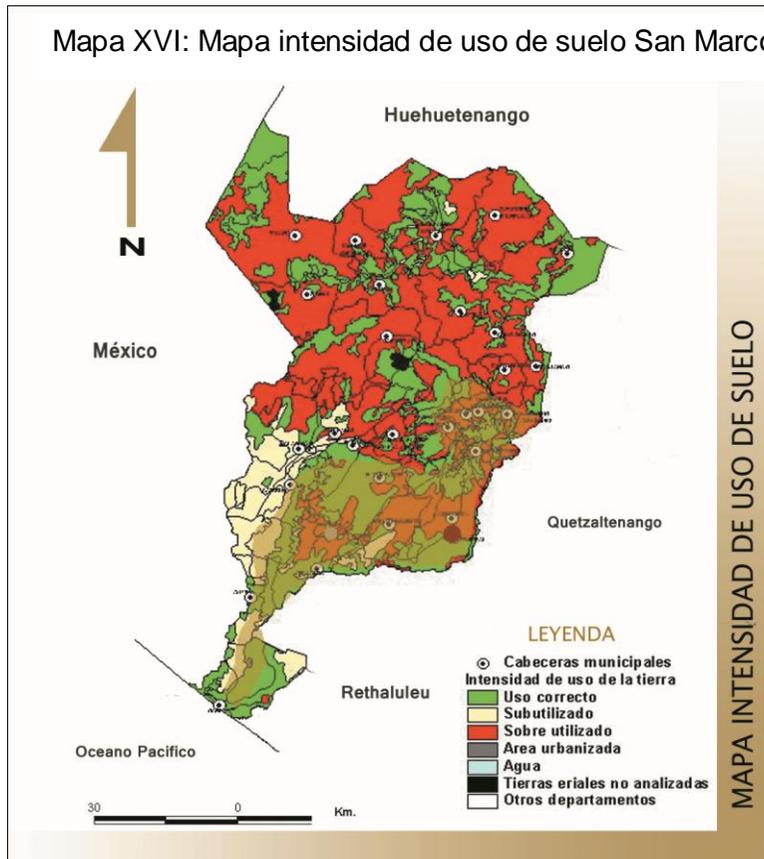
La mayoría de municipios de las tierras altas destinan un promedio del 62.97% de su superficie al cultivo de café, ya que este territorio presenta las condiciones más idóneas para cultivo de café de altura. En menores proporciones destinan la superficie para otros cultivos como aguacate, hule, mango, nuez de macadamia, banano, naranja, plátano, ayote, maíz amarillo, maíz blanco, frijol negro, haba y papa. La producción pecuaria se caracteriza por la existencia de bovinos y aves de corral.

La industria manufacturera existente en el territorio se orienta a la fabricación de muebles de maderas finas, vestuario y calzado, el resto de las actividades económicas de los habitantes se basa en la comercialización de productos de

consumo diario, transporte en camiones y pick up de las diferentes comunidades hacia los centros poblados de los diferentes municipios.

Las actividades de la mayoría de los habitantes se orientan al lugar de confluencia semanal, a través de las plazas que cada municipio realiza, en el caso de Nuevo Progreso, La Reforma, El Tumbador, El Quetzal y San Rafael Pie de la Cuesta. Los días domingos de cada semana, San Pablo y El Rodeo, orientan sus centros de convergencia y actividad comercial en el municipio de Malacatán.

Mapa XVI: Mapa intensidad de uso de suelo San Marcos



3.3.2 Demografía y servicios

La población total del departamento es de 794,951 habitantes según el XI Censo de población y Vida habitación (INE), de los cuales 392,368(49.36%) son hombres y 402,583 (50.64%) son mujeres, según el censo 2002. La densidad poblacional es de 183 habitantes por km².

Fuente: SEGEPLAN, diagramación: Elaboración propia

El territorio cuenta con una población en su mayoría joven como se observa en el cuadro No. 5 ya que los grupos etéreos de 10 a 39 años representan el 51.52% de la población total del territorio, a quien habrá que asignarle los medios para que puedan desarrollarse y luego aprovechar esta potencialidad en fuerza de trabajo.

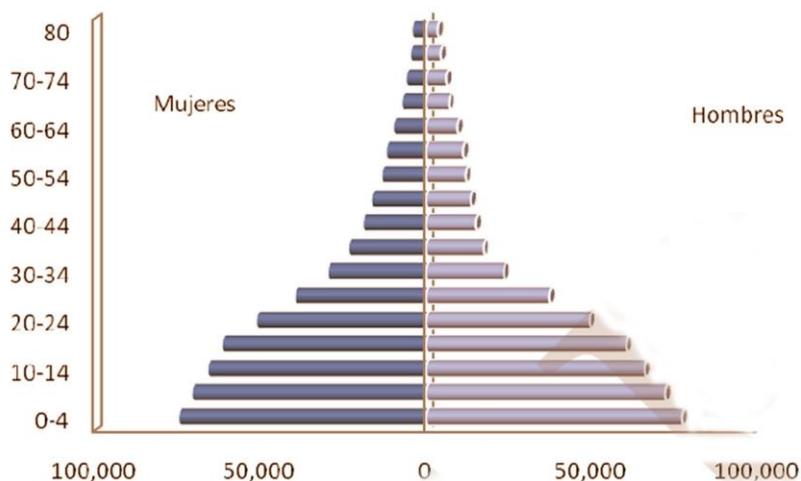
Cuadro IV: Proyección poblacional del departamento de San Marcos

Proyecciones de población según sexo y edades simples					
San Marcos					
Periodo 2000- 2010					
Sexo y Edades Simples	2006	2007	2008	2009	2010
SAN MARCOS					
Total Ambos Sexos	908,245	929,103	950,592	972,781	995,742
0 - 4	147,018	148,157	149,290	150,518	151,945
5 - 9	136,019	137,665	139,403	141,132	142,753
10 - 14	127,332	128,538	129,514	130,526	131,839
15 - 19	85,396	89,251	93,133	96,983	100,744
20 - 24	60,224	64,029	68,178	72,449	76,619
25 - 29	44,417	46,116	48,102	50,467	53,306
30 - 34	36,606	37,330	38,182	39,253	40,635
35 - 39	31,999	32,487	32,976	33,537	34,235
40 - 44	27,012	27,729	28,539	29,353	30,085
45 - 49	24,614	24,686	24,737	24,873	25,198
50 - 54	21,432	21,939	22,380	22,766	23,106
55 - 59	16,134	16,938	17,847	18,735	19,473
60 - 64	13,889	13,848	13,818	13,893	14,168
65 - 69	11,522	11,708	11,869	12,011	12,138
70 - 74	8,277	8,561	8,823	9,063	9,282

Fuente: NE 2002

Esta gráfica representa la densidad poblacional por edad y sexo representando que en San Marcos existe una tendencia al crecimiento de una población joven de entre 5 a 14 años, lo que nos indica que es una población que se multiplica muy rápido y la pirámide se conoce por su forma expansiva.

Gráfica XIII. Pirámide poblacional departamento de San Marcos 2010



Fuente: INE 2002

De acuerdo a la identidad que cada quien se adjudica o dice sentirse mejor, hay un predominio de la población no indígena (94.57%) sobre la que dice y acepta ser indígena (5.42%), la tasa de natalidad sigue siendo alta con 33.47 por mil habitantes y una tasa de fecundidad de 135.25 por cada mil mujeres. En estado de fertilidad, la atención materno infantil en el territorio en la actualidad está ausente como consecuencia que la mayor parte de la población busca la prestación de servicios en municipios como Malacatán y Coatepeque, por no poseer ese tipo de infraestructura en la actualidad. En cuanto a la educación representa un analfabetismo del 27.25%; la tasa de escolaridad en el nivel pre primario es de 45.26% y la del nivel primario (96.97%). El acceso de las viviendas a servicios básicos como agua potable (73.98%), energía eléctrica (79.67%) y drenajes (17.84%) hace ver aun la baja cobertura de éstos. El agua potable por lo general no se clora, lo que permite proliferación de enfermedades gastrointestinales. La población económicamente activa es mayoritaria en los hombres respecto a las mujeres.

La densidad poblacional al año 2007 era de 245 habitantes por kilómetro cuadrado, al año 2003 según las proyecciones del INE fue de 263 habitantes por km/2 esto quiere decir que la población ha aumentado un 0.5% anual. La mayor concentración de personas se encuentra en los municipios de San Pedro, Tacana, Comitancillo y Tajumulco, en el municipio del Quetzal la densidad poblacional es baja.

3.3.3 Comunicaciones

El acceso desde la ciudad capital se realiza directamente por la ruta Internacional CA-9 hasta Escuintla (57 Km.) de aquí por la Ruta CA-2 Occidente hasta la cabecera municipal de Coatepeque, recorriendo 161 Km. Del municipio de Coatepeque se continúa en dirección Norte hacia el municipio del Quetzal, continuando a la aldea Rancho Bojón, recorriendo aproximadamente 25 kilómetros hasta llegar a la finca. Al momento se han iniciado los trabajos de asfalto de Coatepeque a la cabecera municipal de el quetzal, con lo cual quedaría, finca la sola a solamente 8 Km. de terracería en su acceso.

Mapa XVII: Mapa comunicaciones de San Marcos



MAPA COMUNICACIONES DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

Fuente: SEGEPLAN, diagramación: Elaboración propia

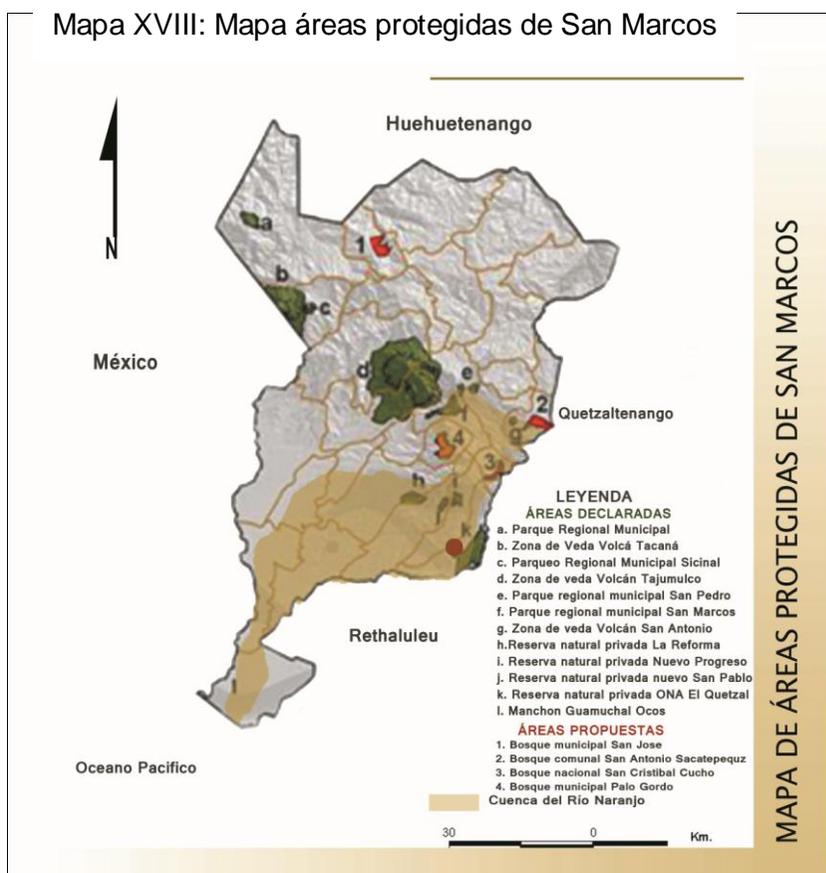
La infraestructura en caminos para el territorio de la Boca Costa, conecta a los municipios de San Rafael Pie de la Cuesta, San Pablo, San José El Rodeo, El Tumbador y Nuevo Progreso por carretera asfaltada, generando mayor comunicación e intercambio comercial entre los municipios del territorio con la cabecera departamental, Coatepeque y Malacatán. Los municipios que carecen de carretera asfaltada son La Reforma y El Quetzal que los sitúa en cierta desventaja con relación a los otros territorios, teniendo poca comunicación con la cabecera departamental, sustentando su intercambio comercial y productivo con Coatepeque y Quetzaltenango.

3.3.4 Áreas protegidas

El Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas (SIGAP) integra regiones que albergan una diversidad interesante de atractivos turísticos, áreas de gran importancia para la conservación. La diversidad biológica, cultural y paisajística integrada en un espacio territorial relativamente pequeño hace de Guatemala un destino ideal para explorar y conocer. Las áreas protegidas ofrecen una variedad insospechada de sitios por conocer, actividades por realizar, facilidades y servicios disponibles.

En el siguiente mapa se identifican las áreas protegidas declaradas por el CONAP y también cuatro áreas emplazadas en tres municipios que serán próximas a su reconocimiento, las cuales tienen un área de 1,790 has y favorecerán a la permanencia de la biodiversidad. Dos de estas futuras áreas se localizan en la cuenca alta del Río Naranjo, que es el territorio de estudio y recalca la importancia biológica que tiene este para el territorio nacional.

Mapa XVIII: Mapa áreas protegidas de San Marcos



MAPA DE ÁREAS PROTEGIDAS DE SAN MARCOS

Fuente: SEGEPLAN, diagramación: Elaboración propia

3.2.5 Turismo

Gráfica XIV: Actividades turísticas de San Marcos

Bosque de montaña y bosque nuboso.

Ubicado a 255 km de la ciudad de Guatemala. Conserva remates de dos tipos de bosque, montaña y nuboso que le dan características especiales y constituyen el hábitat de numerosas especies. Entre ellas aves emblemáticas y en peligro de extinción como el pavo de cacho y el quetzal. Estos bosques son generadores de numerosos manantiales y nacimientos de agua, que abastecen a las comunidades cercanas. Desde los múltiples miradores del parque se pueden apreciar hermosas vistas escénicas de los volcanes Tajumulco (el más alto de Centro América) y el Tacaná. Dentro de las actividades que se pueden realizar están:

- Caminatas por senderos interpretativos interactivos
- Cabalgata
- Observación de flora y fauna



Actividades de contemplación y avistamiento de aves.

Senderos naturales con cataratas riachuelos y un ecosistema natural conservado.

Sub cuencas del Río Naranjo, con su característica fisiografía.

Turismo agrícola, con las distintas actividades del proceso del café

Vivero con especies autoctonas de la región. Senderos ecológicos

3.3.6 Producción agrícola (Café)

Fuente: Elaboración propia

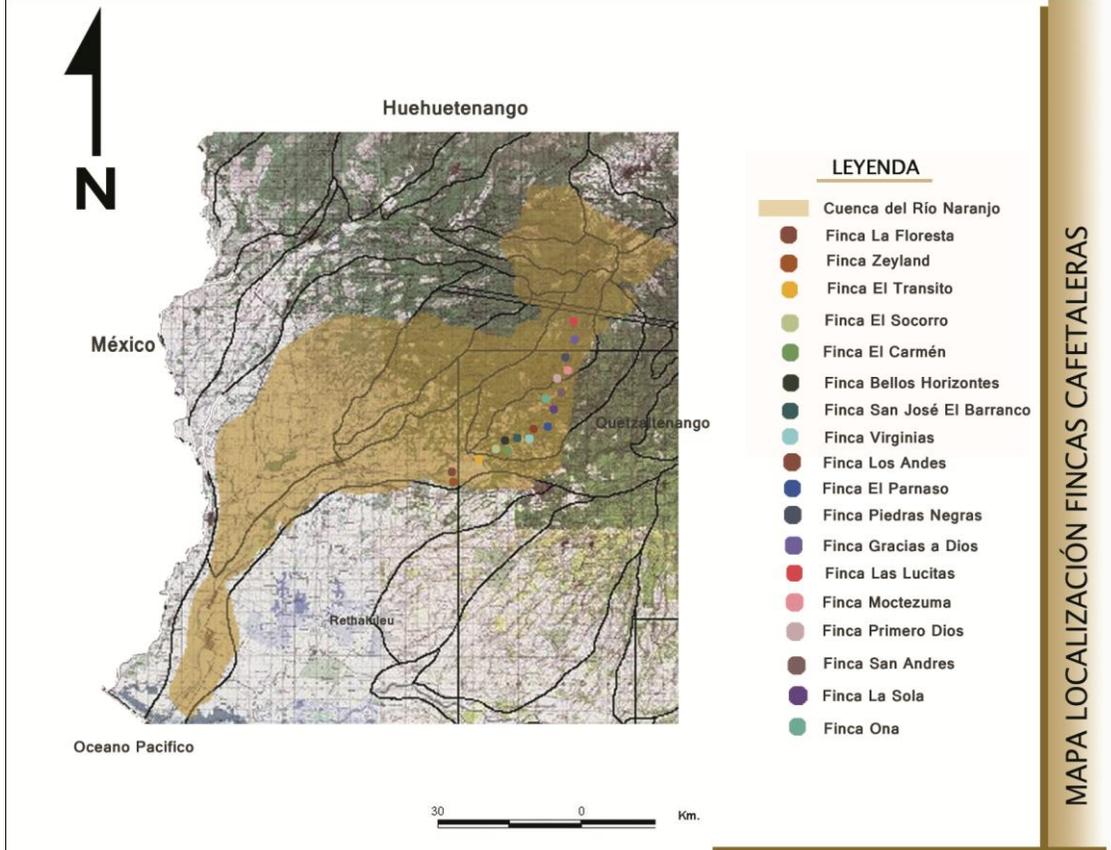
El sistema de producción en San Marcos se caracteriza por dos sectores definidos el de Boca Costa y Costa con la producción de cultivos permanentes banano y café dedicados a la exportación.

El estudio de esta tesis se enfoca en las fincas cafetaleras localizadas en la cuenca alta del Río Naranjo que durante el proceso de producción tienen impactos ambientales en la cuenca. Las fincas que evacuan desechos líquidos al Río Naranjo, ya sea tratados o sin tratar, se localizan en el mapa XIV:

1. Finca La Floresta
2. Finca Zeylan
3. Finca El Transito
4. Finca El Socorro
5. Finca El Carmen
6. Finca San José El Barranco
7. Finca Virginias
8. Finca Bellos Horizontes
9. Finca El Parnaso
10. Finca San José El Barranco

11. Finca Los Andes
12. Finca Piedras Negras
13. Finca Las Lucitas
14. Finca Moctezuma
15. Finca Primero Dios
16. Finca San Andrés
17. Finca La Sola
18. Finca Ona

Mapa XIX: Localización de fincas cafetaleras en la cuenca alta del Río Naranjo



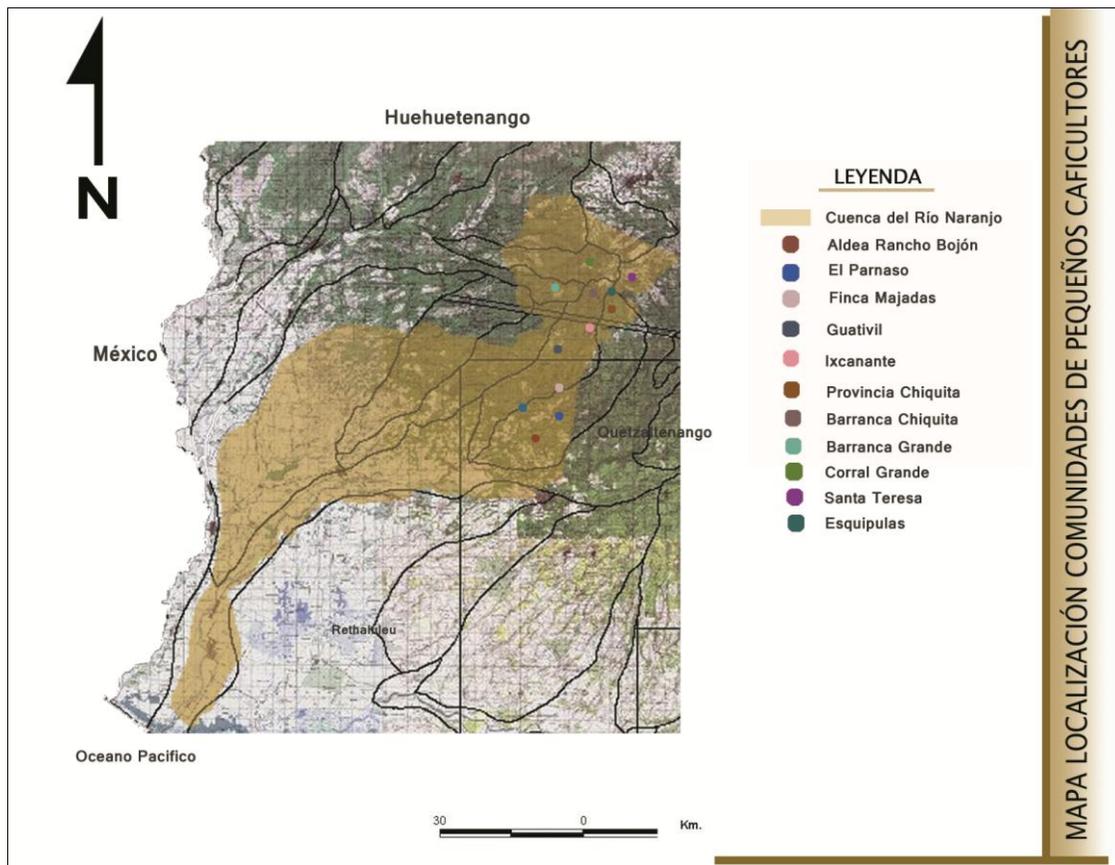
Fuente: Elaboración propia

Si bien es cierto que las fincas son uno de los principales focos de contaminación del Río Naranjo, existen pequeñas comunidades que se dedican al proceso del café y que de la misma manera inciden en la contaminación del Río, depositando sus desechos sin tratar. Se describen a continuación las comunidades de pequeños caficultores:

La mayoría de pobladores se dedican al cultivo de café en pequeña escala, con un aproximado de 1,500 minifundios, organizados en once grupos, ver mapa adjunto (Mapa XV). Los desechos líquidos proveniente de estos productores van dirigidos a la cuenca del Río Naranjo.

1. Aldea Rancho Bojón, El Quetzal
2. Las Majadas, San Cristóbal Cucho
3. Aldea Guativil, San Cristóbal Cucho
4. Aldea Ixcante, San Cristóbal Cucho
5. Aldea La Barranca grande, San Cristóbal Cucho
6. Aldea la Barranca Chica, San Cristóbal Cucho
7. El Parnaso, Las Majadas, San Cristóbal Cucho
8. Corral grande, San Pedro Sacatepéquez
9. Santa Teresa, San Pedro Sacatepéquez
10. Esquipulas, San Pedro Sacatepéquez
11. Provincia Chiquita y Grande, San Pedro Sacatepéquez

Mapa XX: Comunidades de pequeños caficultores



Fuente: Elaboración propia

4 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL



Estrategia de Producción Más Limpia

para fincas cafetaleras
de las cuencas altas del

Río Naranjo

FINCA LOS ANDES

El Quetzal, San Marcos

4.1 Generalidades

Para la etapa de diagnóstico se tomo como referencia la Finca los Andes, ubicada en el municipio de El Quetzal San Marcos, por ser un caso típico de finca con beneficio húmedo, similar a las otras 17 fincas que se ubican en la cuenca. Las fincas con beneficio húmedo son las que tienen mayor impacto ambiental, por lo tanto al tener un caso de estudio con estas características se identifican los principales puntos de acción de la estrategia.

4.1.1 Antecedentes

La historia de la familia propietaria como productora de café se remonta hacia las últimas décadas del siglo iniciando con una pequeña plantación en la aldea las Barrancas de San Juan Ostuncalco, en Quetzaltenango. Sucesivas generaciones incrementaron cultivos y tierras hasta formar una finca de medianas dimensiones llamada Alta Vista.

En 1956 se compra la Finca "El Olimpo", posteriormente llamada Los Andes, la cual fue agrandada en años subsiguientes con la Finca Virginias (ver gráfica XI), El Carmen y La Sola. Conscientes de que la diversificación de cultivos es el camino a seguir en una empresa con años de experiencia, se ha estado trabajando con productos de exportación no tradicionales como el Leather leaf, flores tropicales y se han buscado mercados nuevos en el café tal el caso de los cafés gourmet y ecológicos. Además se trabaja en áreas de reforestación, reservas forestales, lombricultura y agroturismo. Actualmente, los propietarios inmersos en los problemas de contaminación y protección ecológica construyeron uno de los primeros beneficios ecológicos de Guatemala.

Mapa XI: Plano original Finca Los Andes



Plano original de Finca Los Andes, antes denominada "El Olimpo", propiedad de Don Brijido Laparra. Finca en la cual se realizó el caso de estudio. Año 1900

Fuente: Archivo Finca los Andes

Por aspectos legales se formó una sociedad anónima la cual ampara todas las transacciones comerciales y legales de finca Los Andes, Zacabal Sociedad Anónima.

4.1.2 Reconocimientos: La Finca Los Andes ha tenido algunos reconocimientos por la calidad de su café y las buenas prácticas ambientales. Entre ellos destacan:

- Distinción especial del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación MAGA
Por beneficiado y Calidad de Café
1955-1956.
- VI convention del speciality coffee
De la Association of America
1994.
- Anacafé
Participación y Clasificación
Primera ronda de Selección del programa internacional de competencias y subastas por Internet.
Cup of excellence 2003, 2004
- Certificación de Calidad Starbrucks
Preferred Supplier Program Application # 127

Foto IX: Casa patronal Finca los Andes

Foto VIII: Casa patronal finca los Andes, ubicada en Aldea Rancho Bojon, El Quetzal San Marcos. El casco del beneficio y los patios de secado de café se ubican en el mismo sitio.

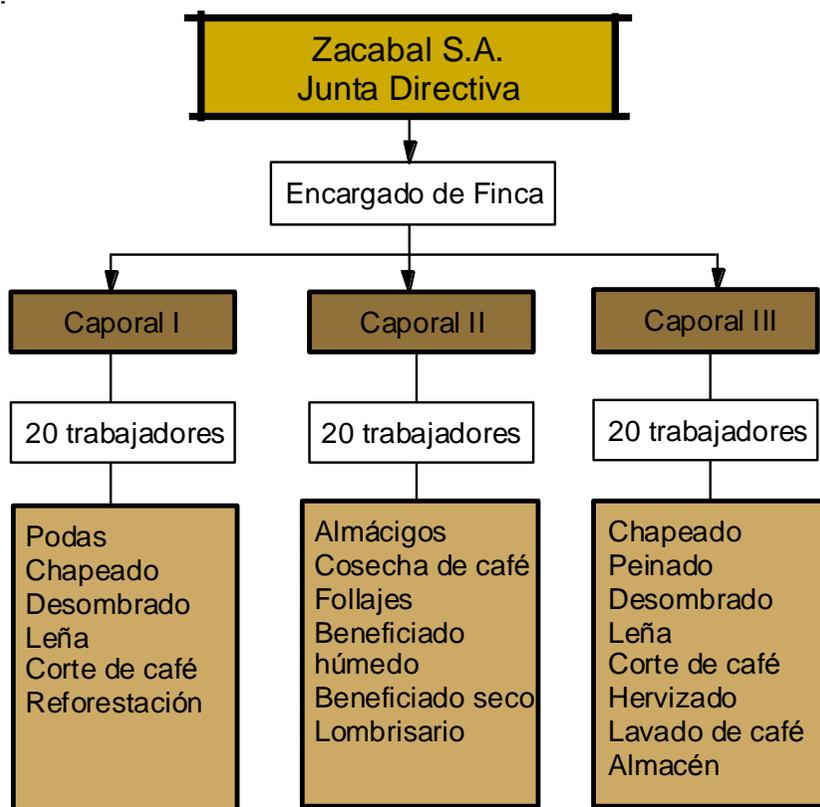


Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Organigrama

La administración de la finca se organiza en torno a la junta directiva de Zacabal S.A. En campo el administrador se encarga de llevar a cabo la dirección de tareas, dividido en tres caporales. A continuación se presenta el organigrama.

Grafica XV: Organigrama Finca los Andes



Fuente: Archivo Finca los Andes

Dentro de las responsabilidades del encargado de la finca están: asegurar que las acciones administrativas sean cuidadosamente aplicadas y controladas, particularmente aquellos relacionados con el proceso productivo y liderazgo ambiental.

- Los administradores de las fincas desarrollan e implementan un programa de control.
- Los administradores de las fincas desarrollan e implementan un plan de administración por escrito y los documentos de apoyo que cubran:
 - a. Una descripción de los sistemas de producción de las fincas y de la productividad del café
 - b. Medidas ecológicas de administración de plagas y enfermedades.
 - c. Mejoramiento de la calidad de suelos.

- d. Protección de la vida silvestre.
- e. Otros esfuerzos de conservación y restauración ecológica.
- f. Manuales de caficultora en biblioteca agrícola de la finca.
- g. Información sobre la base de los recursos y la infraestructura incluyendo:
 - i. Tipos de hábitat (bosques y otras áreas de vegetación natural).
 - ii. Recursos hídricos (arroyos, ríos, fuentes, humedales y otros cuerpos de agua).
 - iii. Una descripción general de los tipos de suelo de las fincas.
 - iv. Una clasificación del sistema de sombra de las plantaciones de café.
 - v. Instalaciones para el procedimiento, edificios, áreas viviendas y caminos.

- El plan de administración se revisa periódicamente
 - i. Se hacen reuniones de trabajo cada 15 días y se revisan las metas y planes de trabajo.
- Se establecen metas a largo plazo y se evalúa el éxito en el logro de esas metas.

4.1.4 Educación, vivienda y servicios

La posición geográfica de la finca que se encuentra rodeada por una aldea, hace que solo se tengan dos familias viviendo en casas de la finca, el resto de trabajadores poseen sus terrenos y viviendas propias. A los trabajadores que viven en la finca se les da los servicios siguientes: energía eléctrica, agua potable y leña para consumo.

Los trabajadores están protegidos por medio de un reglamento interno de trabajo y tienen un porta voz quien cual se encarga de hacer llegar sus peticiones y derechos a la junta directiva de la finca.

En cuanto a la educación, se cuenta con una escuela oficial y un instituto básico en donde los niños y jóvenes tienen derecho a recibir educación. Estos dos edificios

Foto X: Servicios Finca los Andes



Campo de futbol "Finca los Andes" de uso recreativo para la comunidad de Rancho Bojon



Vivienda para trabajadores en casco de la finca



Agua potable accesible para la comunidad



Energía eléctrica

Fuente: Tomadas en Finca los Andes

están contruidos en terrenos donados por la Finca Los Andes a la comunidad. Además se da el permiso de utilizar las instalaciones deportivas de la finca.

Edificios de la escuela oficial y el instituto básico por cooperativa, los cuales dan el servicio de educación a la aldea y por consiguiente a los trabajadores de la finca.

- Los empleados de medio tiempo / temporales y de tiempo completo tienen viviendas limpias, habitables con servicios higiénicos adecuados, ventilación y acceso conveniente a agua potable.
- El patrono proporciona vivienda habitable a todos los empleados y a sus familias inmediatas, completas con acceso conveniente a agua potable y servicios higiénicos.
- Todos los empleados y sus familias inmediatas, tienen acceso a vivienda con techo, servicios higiénicos, acceso a agua potable y adecuada ventilación.
- El patrono tiene recolección de basura a quien le provee vivienda, llevando la basura a un basurero municipal o a un botadero localizado al menos a 200 metros de cualquier cuerpo de agua. Se recoge la basura De las viviendas una vez al mes.
- Los trabajadores y sus familias tienen acceso a educación organizada.
- El patrono motiva la educación tanto de los trabajadores como de sus familias a través de escuelas ubicadas *in situ* o fácilmente accesibles.

Foto XI: Beneficios para trabajadores Finca los Andes



Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los servicios la finca también ha colaborado la con los trabajadores y familias vecinas de la aldea, cediendo los permisos de derechos de paso del tendido eléctrico y posteo.

El agua potable es entubada para que puedan tener acceso a ella por medio de pozos y bebederos.

En el casco de la finca se entrega da vivienda con piso de ladrillo, forros de madera, ventanas, cielo falso de madera, lámina de zinc, energía eléctrica, agua potable y letrina con pozo ciego a los pobladores que necesiten un lugar donde vivir durante el tiempo de la cosecha.

4.1.5 Vías de comunicación:

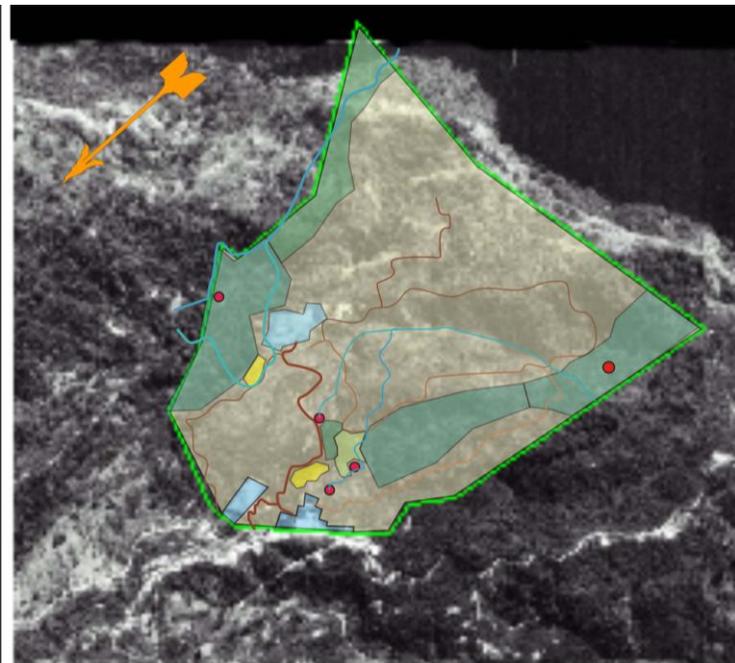
El acceso desde la ciudad capital se realiza directamente por la ruta Internacional CA-9 hasta Escuintla (57 Km.) de aquí por la Ruta CA-2 Occidente hasta la cabecera municipal de Coatepeque, recorriendo 161 Km. del municipio de Coatepeque se continúa en dirección Norte hacia el municipio del Quetzal, siguiendo a la aldea Rancho Bojón, recorriendo aproximadamente 25 kilómetros hasta llegar a la finca. Al momento se han iniciado los trabajos de asfalto de Coatepeque a la cabecera municipal de El Quetzal, con lo cual quedaría, finca Los Andes a solamente 16 Km. de terracería en su acceso.

4.2 Aspecto Natural

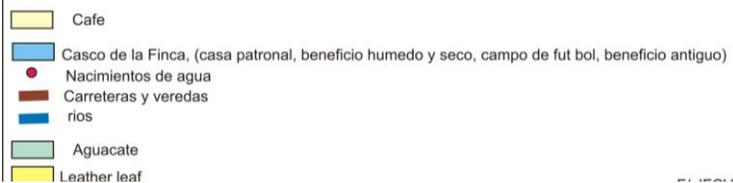
4.2.1 Ubicación

Finca los Andes se ubica en el municipio de El Quetzal que pertenece al departamento de San Marcos. Sus características se clasifican como un área denominada de Boca costa, Es un municipio pequeño rodeado de fincas cafetaleras las cuales dan una identidad única. Aunque no lo refleja en los altos índices de pobreza que se manifiestan los datos proporcionado por el INE en el año 2002 se estimaba que 79.47% de su población se encontraba en pobreza y el 26.08% en extrema pobreza. El municipio cuenta con 27 comunidades (8 aldeas, 3 cantones, 16 caseríos, casco urbano y 17 fincas) privadas. A nivel del municipio, solamente la cabecera municipal cuenta con un centro urbano. Las características son:

Mapa XXII: Mapa polígono y recursos Finca los Andes



“ FINCA LOS ANDES “



Fuente: Archivo Finca los Andes

- Rango de altura: 1400 msnm a 1857 msnm

- Latitud: 14.50.44
- Longitud: 91.46.48
- Distancia a la ciudad Capital de Guatemala 243 Km.
- Distancia a San Marcos: 34 Km
- Distancia a El Quetzal: 13 Km

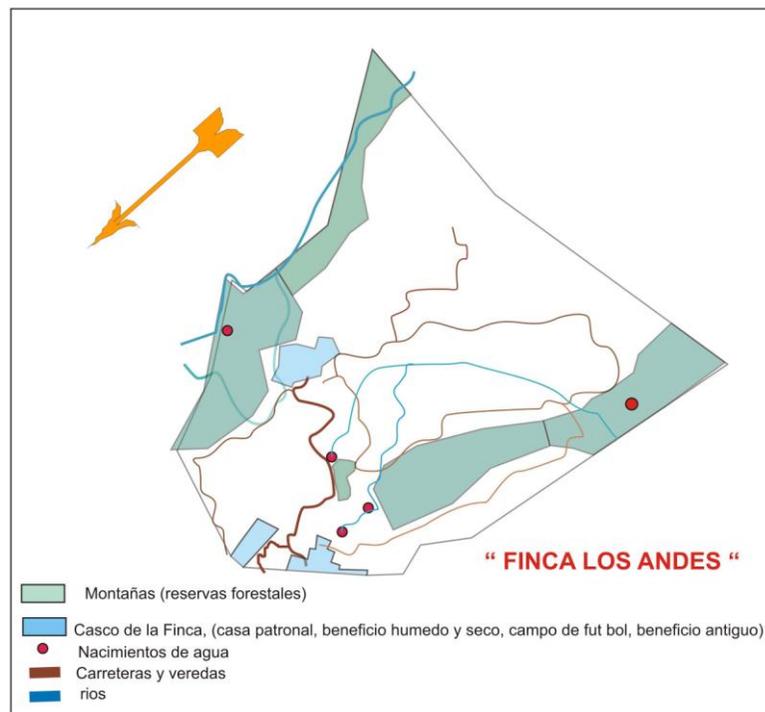
4.2.2 Clima

El clima es templado a ligeramente frío con una precipitación promedio anual de 4,000 mm, cuenta con porcentajes de húmeda del 75 % y una temperatura promedio de 24 grados centígrados.

4.2.3 Suelos.

Suelos del declive del pacífico, desarrollados sobre material madre, ceniza volcánica de color claro, con relieve suavemente inclinado ha inclinado y drenaje interno bueno, suelo superficial: de color café oscuro, textura y consistencia franco arcillosa, friable y un espesor aproximado de 4^o-60 cm. Subsuelo: de color café amarillento consistencia friable, textura franco arcillo limosa y un espesor aproximado de 100-200 cm. Características que influyen en su uso: declive dominante del 4 al 8 % drenaje a través del suelo rápido con capacidad de abastecimiento de humedad muy alta, capa que limita la penetración de raíces, ninguna. Peligro de erosión baja y fertilidad natural alta.

Mapa XXIII: Mapa recursos naturales Finca los Andes



Fuente: Archivo Finca los Andes

4.2.4 Recursos Hídricos.

Cuenta con un lindero natural al río Son, una de las cuencas del Río Naranjo y doce nacimientos de agua potable. Con un caudal de 30 a 40 lts por segundo. En el mapa

abajo se muestra la ubicación de las cuencas principales, áreas montañosas y nacimientos de agua.

4.2.5 Topografía

El territorio donde se ubica Finca Los Andes, se caracteriza por sus fuertes pendientes y escarpados terrenos, el área del casco de la finca es medianamente plana.

Dos cordilleras montañosas atraviesan el terreno, las cuales tienen un uso forestal, y son reservas declaradas por el CONAP. El casco de la finca se ubica en la parte norte del terreno, en una de las pocas superficies planas que existen en el territorio. Se comunica con los diversos beneficios a través de carreteras de terracería. Su topografía en su mayoría es ondulada, con quebradas en los linderos de los ríos.

4.2.6 Cultivos

El 70% del polígono está destinado al cultivo de café como se puede apreciar en el mapa XIX. La finca se encuentra explotada con café de las variedades Borbón y Caturra, por su fácil adaptación a las alturas, con edades de 10 a 20 años, con distancias entre las siembras de 3x3 metros, sobra de chalún. Área de montaña con variedad de árboles maderables y para explotación de leña. Las características principales del cultivo son: porte alto, los brotes terminales son de color verde tierno, hojas son más redondas, anchas, fruto pequeño y redondo.

4.2.7 Diversificación:

Como parte de los programas de diversificación de la finca se desarrollan proyectos de siembra de follajes, específicamente Leatherleaf y reforestación de áreas en donde el café ya no era rentable implementando el Programa de Incentivos Forestales (PINFORT). Dentro de este proyecto se tiene reforestación con fines de explotación maderable y un área con fines de explotación sostenible como mantenimiento de áreas boscosas.

Mapa XXIV: Cultivo de café Finca los Andes



Fuente: Archivo Finca los Andes

Además de estar recuperando un área con bosques nativos del lugar. Se contempla un proyecto para aprovechar la finca con fines de agroturismo.

En el mapa XXV se identifican las siguientes actividades agrícolas: Plantación de aguacate y plantación de leather leaf, ambas para fines de intercambio comercial. Las plantaciones se distribuyen en terrenos cerca del casco de la finca. Las plantaciones de leather leaf ocupan un 0.2% del polígono del terreno. Las plantaciones se cubren con malla para mantener el ambiente en invernadero.

4.2.8 Zonas de erosión:

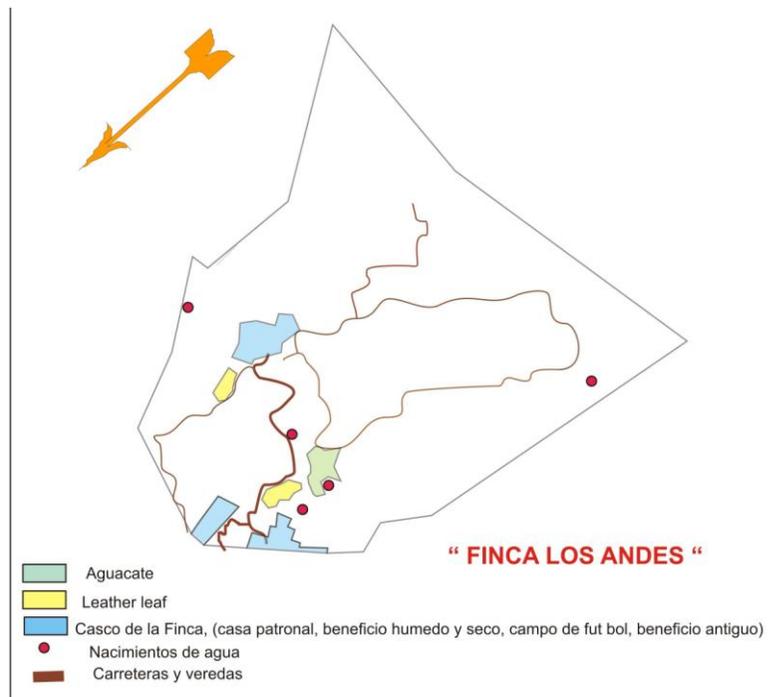
Las áreas de erosión se encuentran bien localizadas, básicamente son las áreas que dan al cañón del Río Naranjo en donde se encuentran pendientes de arriba de los 45 grados. Se identifican en el mapa XVIII en color rojo.

El manejo de esta área es bastante delicada.

La estrategia de la finca es el mantenimiento de los bosques propios del lugar en donde no se hace ningún tipo de trabajo.

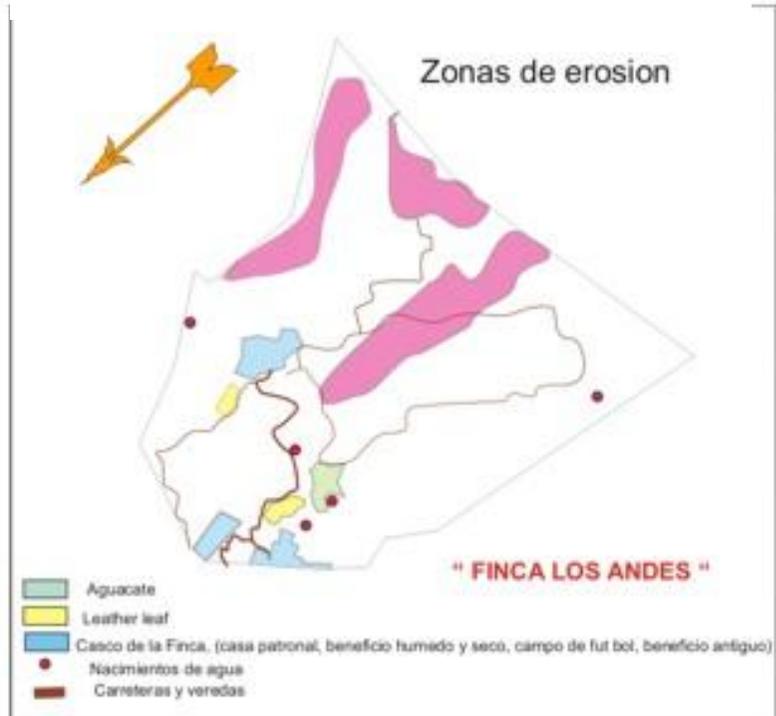
En las áreas que se cuenta café, se tienen barreras vivas de brotón (palo de agua) y de

Mapa XXVI: Mapa zonas de erosión Finca los Andes



Fuente: Archivo Finca los Andes

Mapa XXV: Diversificación Finca los Andes



Fuente: Archivo Finca los Andes

izote.

En esta parte no se trabaja con ningún tipo de hervicidas para evitar el daño a los suelos.

4.3 Aspecto productivo

La finca cuenta con instalaciones de procesado de café en uva, secado al patio y secadoras tipo Guardiola con capacidad de despulpado en beneficio húmedo de 120 quintales / hora y de secado de 75 quintales/día.

Cuenta con elevadores de los patios a secadoras, un beneficio húmedo con reciclamiento de agua, depósito de pulpas en seco, y tanques de absorción de aguas mieles. Depósito de pulpa techado para un mejor aprovechamiento de la misma logrando una descomposición más rápida. Las aguas mieles van a una fosa de absorción en donde son tratadas para luego ser incorporadas al suelo, como abono.

La materia prima durante el proceso es productivo es el café borbón y caturra. Como se describió anteriormente el 70% del polígono de la finca está ocupado por esta plantación, por su adaptabilidad a las encrespadas montañas. Para evaluar la situación actual de los cultivos y los impactos que estos tienen sobre el territorio se describen a continuación los procedimientos que se realizan por parte de la finca en estudio.

Foto XI: Control de erosión en la superficie

4.3.1 Control de la erosión del suelo

En Finca los Andes, la erosión del suelo es controlada manteniendo los suelos con una cobertura orgánica y brindando una sombra adecuada a las plantaciones.

No se usan químicos ni abonos que provoquen erosión a la superficie.

Se mantienen los árboles existentes en la región para proveer sombra a las plantaciones de café.



Cobertura orgánica de los suelos en Finca los Andes

En el cuadro bajo se observa un estudio realizado en octubre 2006 de la condición de los suelos en el territorio de la Finca. En ese entonces se observó que los suelos mantenían sus condiciones normales y se hicieron recomendaciones para mantener los suelos que mostraban índices de erosión. Ver cuadro V.

Cuadro V: Estudio de suelos Finca los Andes (Octubre 2006)

Finca Los Andes						
Localización. El Quetzal. San Marcos						
Resultados de análisis en laboratorios de Anacafé.						
Identificación de las muestras de suelo						
Muestra	Número o muestra del cafetal	pH	fósforo	potasio	calcio	magnesio
1	M1. El Pozo	6.05	5.51	200	5.93	1.06
2	M2. Mandarinas	6.00	3.46	64	3.74	0.70
3	M3. Duraznal	5.45	9.54	140	5.24	0.76
4	M4. Olimpo	6.10	13.54	80	4.62	0.88
5	M5. Chaparral	5.50	16.30	76	4.18	0.70
6	M6. Nuevo Mundo	6.40	16.30	88	5.05	1.04
7	M7. San Rafael	5.95	5.51	160	4.74	1.02
8	M8. Galera y Guineal	6.00	8.14	60	4.18	0.76
9	M9. El Encanto	5.85	12.50	92	4.24	0.82
10	M10. El Retiro	5.95	18.67	76	3.74	0.61
11	M10b. El Retiro	5.85	0.77	208	8.12	2.03
12	M11. Los Pinos	6.10	14.62	200	6.86	1.33
13	M12. Xelajú	6.40	12.50	108	5.80	1.15
14	M13. Patricia	6.15	22.55	84	5.49	0.76
15	M14. El Peine	6.00	23.94	68	4.68	0.68
16	M15. San José	5.40	19.91	120	6.74	1.19
17	M16. Rosal y Terrazas	5.95	8.14	120	5.12	0.90
18	M17. Virginia y Pacayal	5.85	12.50	92	4.62	0.60
19	M18. Tikal y Morado	5.60	14.62	88	5.43	1.17
20	M19. El Refugio	5.55	5.51	60	4.06	0.82
21	M.20. Buenos Aires	5.90	6.37	96	4.99	1.19
22	M21. Esperanza	5.90	8.14	96	5.05	0.90
23	M22. Marago	6.10	1.52	156	5.80	1.68
24	M23. Matazanal	5.35	19.28	68	3.99	0.57
25	M24. Alcalde 1	6.05	15.73	56	7.12	1.49
26	M25. Uaxactún	5.05	9.54	84	5.05	1.02
27	M26. Alcalde 2.a	6.35	17.46	56	6.74	1.21
28	M27. Alcalde 2.b	6.20	16.30	48	4.68	1.21
29	M28. Culpán	6.15	14.62	76	4.68	0.82
30	M29. Puente de Piedra	6.50	17.46	52	7.74	1.19

Fuente: Archivo Finca los Andes. Estudio elaborado por laboratorios ANACAFE

Cuadro VI: Resultado de estudio de suelos Finca los Andes, octubre 2006

Fósforo y Potasio		ug/ml.
interpretación		
Ph.	bajo cuando es menos de 5.5	
Fósforo	muy bajo cuando es menor de 8 ug/ml	
	bajo cuando es menor de 20 ug/ml	
Potasio	muy bajo cuando es menor de 80 ug/ml	
	bajo cuando es menor de 180 ug/ml	
Calcio	muy bajo cuando es menor de 1.0 meq/100 ml	
	bajo cuando es menor de 0.40 meq/100 ml.	
Magnesio	muy bajo cuando es menor de 0.15 meq/100 ml.	
	bajo cuando es menor de 0.40 meq/100 ml.	
RECOMENDACIONES		
lotes,	1, 11 y 12	20-20-0
	2,3,4,5,6,7,8,9,10,13,14,15,16,17	
	18,19,20,22,24,25,26,27,29 y 30	18-6-12-4-2
	21,23 y 28	21-7-14-0

Fuente: Archivo Finca los Andes. Realizado por laboratorio ANACAFE

- Periódicamente se hacen análisis químicos del suelo para determinar si hay deficiencia nutricional y contenido de materia orgánica; Se agregan rectificadores de suelos si se comprueban deficiencias nutricionales. Según los resultados del estudio en el cuadro 6, los niveles de PH, fósforo, potasio, calcio y magnesio se encuentran en los niveles permisibles, por lo cual se conserva en buen estado.
- Se siembra o se fomenta que se propaguen cosechas de protección apropiadas (Canavalia, arachis pintoj, etc.) en las plantaciones de café.
- Se siembran árboles leguminosos, rectificadores de nitrógeno. En las plantaciones de café en cantidades que contribuyan significativamente a restaurar los suelos. Se utiliza de sombra chalán, gravilea, y algún que otro árbol nativo de la región.

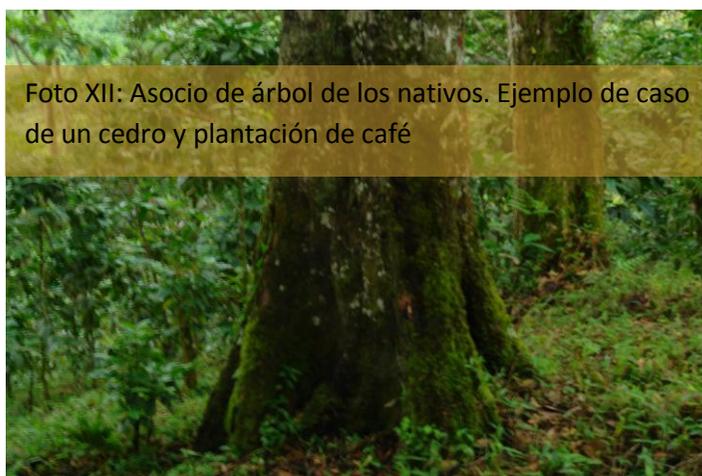


Foto XII: Asocio de árbol de los nativos. Ejemplo de caso de un cedro y plantación de café

- El uso de fertilizantes sintéticos es documentado y reducido en el tiempo según análisis de suelos y las condiciones de ciertos puntos hasta alcanzar la máxima eficiencia o si la finca está certificada como orgánica.
- Podas de árboles o barreras vivas son dejadas como mulch y/o enmiendas.

4.3.2 Mantenimiento de sombra y vegetación natural

Cuando se cultiva café en áreas que originalmente estuvieron cubiertas por bosques, se incorpora a la producción cafetalera una cobertura natural de árboles de diversas especies nativas para mantener la biodiversidad de la zona. Una cobertura natural provee de la mejor manera posible las condiciones en las cuales han evolucionado la flora y la fauna. Además las plantaciones de café sombreadas ayudan a mantener funciones ecológicas (conservación de suelos, mantenimiento de los ciclos de agua y secuestro de carbono). En la finca de estudio se toman las acciones descritas a continuación en este caso.

- Los árboles propios de la región se eliminan únicamente cuando constituyen un peligro para las personas o cuando compiten de manera significativa con las plantas de café.
- Para determinar qué porcentaje de cobertura natural se debe mantener, los administradores de las fincas equilibran la calidad del producto, consideraciones económicas y ecológicas. Como mínimo la cobertura natural se conserva a niveles biológicos significativos (el nivel de la cobertura natural altera el micro clima de la finca, produce una capa notoria de hojas que son desecho y proporciona un hábitat para una variedad de especies)
- La sombra natural está compuesta por una diversidad de especies de árboles, al menos dos de estas especies son nativas de la zona o es claro que contribuyen con la conservación de la biodiversidad natural.
- Las especies exóticas invasivas no se usarán para esa cobertura natural.
- Las especies que no son de la región y se utilizaron en un tiempo se están eliminando.
- La finca está implementando un plan para la plantación de árboles de sombra, con leguminosas en las áreas de poca sombra lo cual también ayuda en el bajo crecimiento y un menor mantenimiento de maleza.
- Un promedio de un 40% de esta cobertura natural se mantiene a lo largo del área productiva de la plantación.



Foto XIV: Cobertura natural Finca los Andes

- Por lo menos un 75% de la cobertura natural está compuesta por especies nativas locales o especies que se ha demostrado que contribuyen con la conservación de la bio diversidad de la zona.
- La cobertura natural está compuesta de por lo menos dos capas distinguibles.
- Los “epiphytes” nativos de la zona se retienen en la cobertura natural.
- Se retienen los legados biológicos, tales como árboles nuevos o árboles muertos, ya sea en pie o caídos.

4.3.3 Protección del cauce

Por encontrarse la mayoría del territorio dentro de las cuencas altas del Río Naranjo, se realizan las siguientes técnicas de protección del cauce para controlar la sedimentación y otras fuentes de contaminación, tales como el escurrimiento de fertilizantes, así como proporcionar un hábitat para apoyar la vida silvestre del lugar. Las acciones tomadas son las siguientes:

- Las zonas de amortiguamiento del cauce se establecieron en el área adyacente a todos los cuerpos de agua, las zonas de amortiguamiento son de al menos 2 metros de cada lado (medidos en el nivel más alto) y excluyen los cultivos.
- Las zonas de amortiguamiento son de por lo menos 5 metros o la mitad del ancho del arroyo o río (medido en el nivel más alto), el que sea más alto. Se definieron las distancias a cada lado del río y no hacer aplicaciones de ningún tipo de agroquímico.
- Zonas de amortiguamiento de al menos 2 metros por lado, se establecieron en arroyos intermitentes.
- Las zonas de amortiguamiento se delinearon a lo largo de los cuerpos de agua por medio de vegetación, barreras vivas o cercas.
- Se trabaja con diversificación, utilizando en las cuencas hoja de mashan. Las cuales protegen de la erosión y además sirven como un producto de diversificación.
- Se comprometen esfuerzos de restaurar la vegetación natural en las zonas de amortiguamiento.
- En el paso de ríos son protegidos por puentes u otra estructura.
- Cuerpos de agua son identificados, delineados y protegidos.

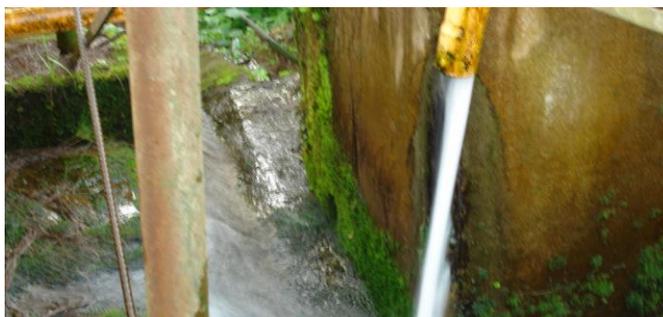


Foto XV: Agua potable se utiliza en casa patronal y para proceso en beneficio húmedo



Foto XVI: Agua residual en cuenca del mashan

Protección de la calidad de agua. No se documenta ninguna degradación a la superficie o a la calidad del agua subterránea para indicadores químicos y biológicos clave (pH, salinidad, CO₂, NPK, coliformes y plaguicidas,)

- No se realizan aplicaciones de agroquímicos en un área de menos de 10 metros de cualquier cuerpo de agua.
- Para evitar contaminación del agua por fertilizantes sintéticos se minimiza tanto en concentración como en frecuencia, según lo indiquen los requerimientos de suelo documentados. Se evita la aplicación de fertilizantes en franjas, donde no existan zonas de amortiguamiento.
- No se realizan aplicaciones de nematicidas a menos de 20 metros de cualquier cuerpo de agua.
- Los botaderos de basura están ubicados a por lo menos 100 metros de cualquier cuerpo de agua.
- Los materiales de desecho se minimizan con reutilización activa y esfuerzos de reciclaje.
- Envases de agroquímicos se entregan a entidad de reciclaje
- Envases de pesticidas son tres veces lavados antes de su disposición o reciclaje.
- Los administradores de la finca controlan activamente la calidad del agua corriente después de la segunda fertilización y antes de la cosecha debajo de la operación cafetalera y modifican las prácticas si el control demuestra que hay contaminación del agua que se pueda atribuir a la operación en cuestión.
- Fertilizantes sintéticos no se usan o la finca está certificada como orgánica.



Foto XVII: Depósitos actuales de basura en Finca los Andes

4.3.4 Protección de vida silvestre

En el contexto de la producción cafetalera, el objetivo es administrar las operaciones de la finca de manera que se proporcionen las condiciones para apoyar las necesidades de hábitat de especies silvestres que sean nativas de la zona.

- Los administradores de las fincas implementan medidas específicas para controlar la caza y la recolección de especies de flora y fauna no autorizadas. Por ejemplo, se controla el acceso no autorizado a las fincas con portones y guardianes, trabajando conjuntamente con las agencias de vida silvestre y colocando rótulos de prohibido cazar.

- Los administradores de las fincas demuestran que tienen conocimiento de las especies de vida silvestre presentes en la finca y en los alrededores, incluyendo sus requerimientos básicos de hábitat.
- Los administradores de las fincas dedican una porción de la finca al mantenimiento y / o recuperación de la vegetación nativa de la zona.
- Las áreas de erosión se encuentran bien localizadas, básicamente es el área que da al cañón del río Naranjo en donde se encuentran pendientes de arriba de los 45 grados.
- Se mantienen bosques propios del lugar en donde no se hace ningún tipo de trabajo.

4.4 Uso del agua

El agua es un recurso indispensable en el proceso del café, así mismo es el más afectado por dicha actividad. En la finca de estudio se cuenta con un beneficio



Foto XVIII: Beneficio húmedo con despulpadores de café

Foto XIX: Lavado de café con recirculación de agua

húmedo con reciclaje de agua. Haciendo una pequeña historia sobre el beneficiado del café nos remontamos a los años 60, 70 y 80 cuando se contaba con un beneficio pequeño sin mayor tecnología, utilizando cantidades de agua para el proceso del despulpado y lavado del café. El río suplía estas necesidades utilizando aproximadamente 400 litros de agua por quintal trabajado.

Actualmente el beneficio trabaja con circulación de agua, tratamientos de aguas mieles y aprovechamiento de las pulpas de café para que sean procesadas por lombrices. Se obtienen beneficios inmediatos como:

Gasto de 75 litros por quintal trabajado por despulpado y lavado

- Reducción de tiempo.
- Formas alternativas de obtener máximos puntos bajo CP-WC1: Requieren el no uso de agua.
- Reducción del impacto de las aguas residuales. Motivar a las procesadoras para que operen de tal manera que se minimice el impacto de las aguas residuales en el medio ambiente. Que no se use más de 1 metro cúbico de agua por cada 1000 lb. de café cereza procesado.
-Aforo de agua utilizada.
- Que el café se transporte durante el proceso de despulpar usando métodos secos (tornillos en vez de agua.)
-Descripción del proceso de despulpado y tipo de extracción de la pulpa. La cantidad de agua usada por unidad local.
- Se reporta la calidad de aguas residuales (anual y por tonelada de café cereza procesado).
-Análisis de aguas mieles y cantidad de café procesado, mensual y total.
- Por el momento no se documenta cada punto de descarga de aguas residuales, incluyendo la descripción de las características típicas de las aguas residuales y del ambiente que las recibe (alcantarillado, humedal, campo de deslave, río, etc.)



Foto XX: Tanque de evaporación de aguas residuales mieles, donde se depositan las aguas procesadas.



Foto XXI: Laguna de oxidación de aguas mieles. se aplica cal para neutralizar el pH.

- Se cuenta con un sistema de recirculación de agua, encausando las aguas mieles y residuales a tanques de oxidación y evaporación.
- La operación demuestra que las descargas de aguas residuales minimizan el impacto en el medio ambiente local en al menos una de las siguientes operaciones:

- Los administradores de las fincas toman acciones para evitar la introducción de contaminantes en ríos y arroyos.
- Las cuencas de los ríos, dentro del perímetro de la finca son conservados sin contaminar. La cuenca que puede ser susceptible de contaminación es la que se encuentra en cercanías del beneficio húmedo, el cual tiene un sistema de recirculación de agua y tanques de evaporación de aguas mieles.
- Las aguas residuales se descargan (al alcantarillado, al campo de deslave, etc.) de acuerdo con las regulaciones de una autoridad ambiental local e incluye parámetros de calidad específicos y medibles.

a. Descripción del proceso de tratamiento de las aguas mieles con análisis de aguas mieles al final del proceso, para determinar la eficiencia del sistema

Las aguas residuales se descargan de tal manera que no provoque la degradación del ambiente hídrico río abajo. La demostración de la no degradación se debe establecer a través de mediciones utilizando los parámetros de calidad de agua evaluada río arriba y río abajo desde los puntos de descarga.

i. Tratamiento primario por sedimentación

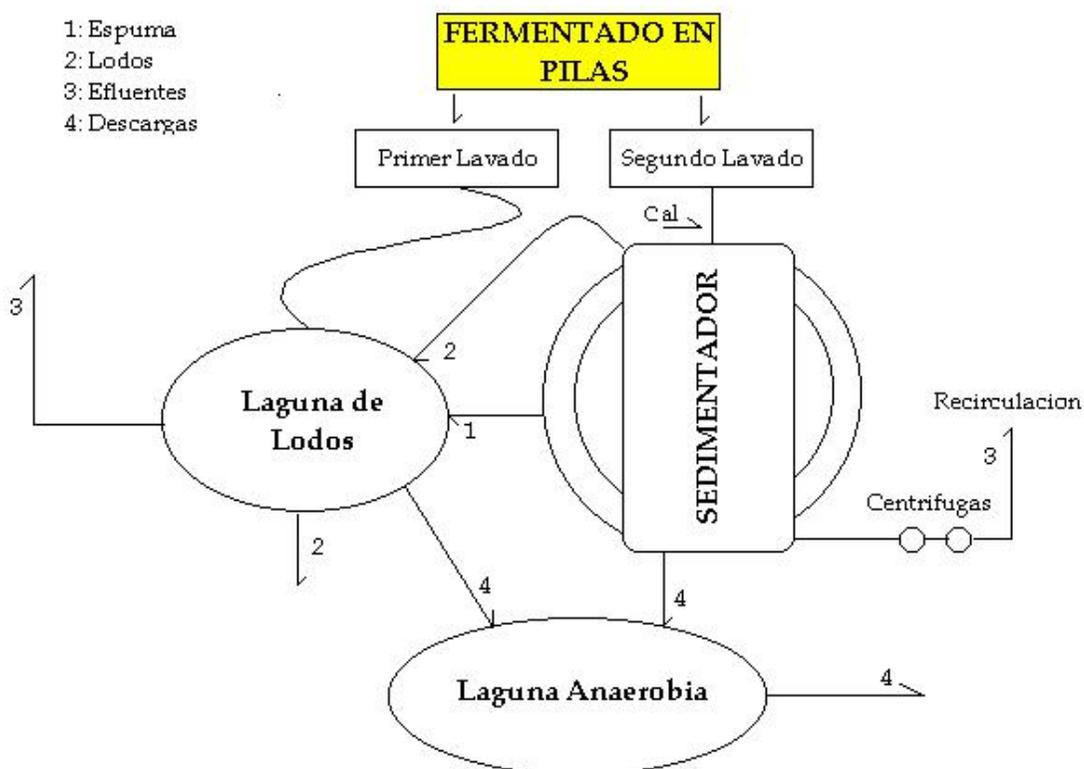
La sedimentación en tanques se da en dos etapas.

1. Tanque sedimentador de tipo convencional, de sección rectangular con una zona de acumulación de lodos y sus respectivas purgas.
2. Tanque de sedimentación acelerado con pantallas (placas) inclinadas para acelerar la sedimentación y respectivas purgas. La purga del sedimentador es evacuada hacia la laguna de lodos.

ii. Tratamiento secundario: Laguna anaeróbica

Esta laguna recibe dos aguas afluentes: la descarga líquida de la laguna de lodos y la salida ó rebalse del sedimentador. Las buenas remociones promedio de Demanda Química de Oxígeno (DQO) de un 94% y la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO) de un 93%, se deben principalmente a el buen funcionamiento de la laguna de lodos, a un buen diseño del sistema de sedimentación en dos etapas y al elevado tiempo de retención de 28 días, en la laguna anaerobia.

Gráfica XVI: Flujograma del recurso agua en el proceso de producción de café²⁰



Fuente: Archivo Finca los Andes

4.5 Energía

Durante el proceso de café se necesita energía, tanto para el funcionamiento de las máquinas de despulpado, como al momento de secado.

Para las operaciones de maquinaria, se cuenta con una planta de energía eléctrica propia, con la cual se producen 18 kw, los cuales sirven para el funcionamiento de motores en los pulperos, lavadoras y secadoras.

Además, se cuenta con energía alterna de la Distribuidora Eléctrica de Oriente y Occidente (DEOCSA), la cual supe las emergencias y energía propia de casa patronal y casas de trabajadores.



Foto XXII: Cableado de energía eléctrica

²⁰ Fuente: Centro de información ANACAFE

Para el consumo de energía calorífica en las secadoras se utiliza leña de desombre o raleo de sombra temporal y sombra permanente.

Las acciones tomadas por parte de la finca de estudio en este aspecto son las siguientes:

- Se reporta la cantidad de energía consumida en el sitio (total anual y por tonelada de café procesada) por las operaciones del beneficiado de café.
- Se proporciona una descripción de las operaciones de generación de energía en el sitio (electricidad, generador y cogeneración) incluyendo la discusión del tipo de combustible y la tecnología (madera o hidroeléctrica).
- El café pergamino se seca en el patio en tanto que sea posible dadas las condiciones climáticas de la región.
- Las secadoras de café mecánicas minimizan el uso de madera a través de operaciones eficientes y la reutilización del pergamino / cascarilla como combustible.
- La madera utilizada para secar café viene de las podas de los árboles que dan sombra u otras procedencias de mínimo impacto ambiental.
- La cantidad de energía utilizada muestra una reducción a través del tiempo (anualmente o sobre una base unitaria).
- Las operaciones continuas muestran un compromiso con la energía renovable (solar, eólica, hidráulica, geotérmica, biomasa) a través de la producción y de la compra de energía producida utilizando tecnologías renovables y de alta eficiencia (cogeneración).
- Toda la producción de energía en sitio para las operaciones son demostrablemente operadas según los requerimientos permitidos localmente.



Foto XXIII: Beneficio seco con secadora tipo guardiola



Foto XXIV: Leña para uso de secadora se capta de árboles de manejo de sombra

4.6 Desechos

Como todo proceso productivo, la actividad cafetalera genera desechos que tienen un impacto sobre el medio ambiente que debe ser mitigado.

Las pulpas son aprovechadas para alimentos de lombrices las cuales transforman dicho desecho en materia orgánica, la cual se utiliza en abono de plantas y flores.

i. Separación de las aguas en el proceso

Las aguas mieles correspondientes al primer lavado, deben enviarse a la laguna de lodos para tratamiento anaerobio posterior, pues su carga orgánica es muy elevada.

Las aguas de transporte de café en baba, y las del lavado final de cafés fermentados, son reutilizables.

Se les aplica un floculador (cal), y se envían a un sedimentador de tipo circular o rectangular.

Estas aguas son en realidad suspensiones fangosas, o lodos sin espesar por el proceso de sedimentación. Las materias secas son esencialmente orgánicas, de naturaleza proteica, a las cuales se agrega cal, para obtener efecto

de floculación. El asentamiento del lodo requiere un tiempo de asentamiento de varias horas, generalmente de un día para otro.

ii. Separación centrífuga

En épocas de gran afluencia de café al beneficio, el aumento de la demanda de agua obliga a veces a recurrir a la del sedimentado, interfiriendo en el proceso. Se comienza así a recircular aguas cada vez más espesas y contaminadas. Por ese motivo se recomienda, conforme se muestra en el gráfico, que se instale una batería de centrífugas para tratar aguas recirculadas alternativamente.

Las descargas directas del sedimentador y laguna de lodos, deben someterse a un proceso anaerobio antes de descargarlas en el cuerpo receptor, o recircularlas en el proceso, si su condición lo permite.

Operaciones de manejo de desechos y reutilización: Documentación e implementación apropiada de un programa de manejo de desecho que faciliten la reutilización beneficiosa de los desechos apropiados.

- Los desechos se almacenan en el sitio de tal manera que no afecten las operaciones o el ambiente circundante.



Foto XXV: Lombricompost producido por la descomposición de la cascara de café



- Descripción del manejo de desechos y su ubicación.
- Los procesos de desechos orgánicos (pulpa y cerezas rechazadas) son composteados de una forma que permite recobrar estos nutrientes y que no impacta de una forma negativa el entorno ambiental.

Cuadro VII: Estudio de desechos Finca los Andes octubre 2004

Análisis	Tratamientos			
	Pulpa de café Inicial	<i>E. foetida</i> ²¹	Pulpa compostada	Control (Solo pulpa aireada)
Contenido de Agua (%)	87.30	65.61	63.09	66.99
Sólidos Totales (%)	13.70	34.39	36.91	34.68
pH	7.08	6.51	6.02	6.09
Nitrógeno Total (%)	2.00	4.23	3.30	3.99
N-NO ₃ (ppm)	–	53.60	1,806.57	18.45
N-NH ₄ (ppm)	–	538.54	652.85	748.89
Nitrógeno Mineral (%)	–	0.06	0.25	0.08
Nitrógeno Orgánico (%)	–	4.17	3.05	3.91
Fósforo Total (%)	0.11	0.24	0.25	0.20
Fósforo Inorgánico (%)	–	0.13	0.14	0.19
Fósforo Orgánico	–	0.11	0.11	0.02
Calcio (%)	0.75	1.73	1.60	1.40
Magnesio (%)	0.36	0.82	0.75	0.73
Sodio (%)	0.03	0.07	0.07	0.06
Potasio (%)	0.35	0.78	0.53	0.52
Materia Orgánica (%)	96.00	87.30	71.79	83.92
Carbono (%)	55.68	50.29	41.64	48.68
Relación C/N	27.66	11.88	12.62	12.20

Fuente: Wintgens, 2004)

Como regla general, el lombricompost duplica el contenido de nutrientes en desperdicios orgánicos, pasando de 28 a 12 en la relación C/N, con un contenido químico bien balanceado y un alto nivel de nitrógeno. La lombriz estimula la actividad de bacterias amonificadoras y reduce a las denitrificadoras.

Fuente: Archivo Finca los Andes octubre 2006

²¹ La *Eisenia foetida* es una especie de lombriz de tierra del género *Eisenia*, perteneciente a la vez a la subclase de los oligoquetos.

4.7 Diagrama de flujo de materia prima

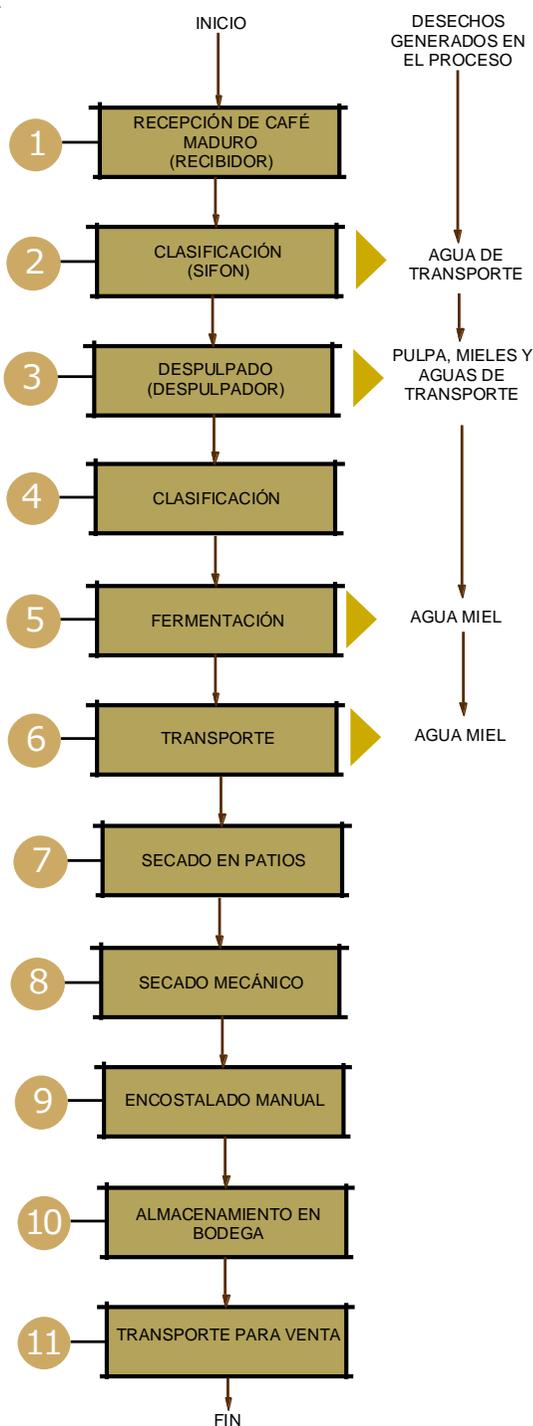
El flujograma de la gráfica XVII representa los 11 pasos que involucran el procesamiento del grano de café en el beneficio húmedo de Finca Los Andes, desde su recepción en la planta hasta la venta. Dentro de los procesos que más impacto tienen en el ambiente y en el recurso agua están la clasificación, el despulpado, la fermentación, el agua miel y el secado.

El beneficio de la finca cuenta con una pila recibidora de café, donde se lleva a cabo la recepción de los granos, los trabajadores pesan y luego depositan el grano en las pilas.

Posteriormente la primera clasificación ocurre en el sifón, donde los granos verdes flotan y son eliminados. Se dirigen entonces los granos a las máquinas despulpadoras, la finca cuenta con 4 unidades, los granos salen sin vagaso, pero aun tienen una cobertura viscosa. El segundo proceso de clasificación ocurre en los canales de transporte, donde flotan los granos defectuosos. Luego se dirigen a las pilas de fermentación. El agua es el recurso con más efectos negativos, ya que es el principal elemento para el proceso; en Finca Los Andes, se utiliza el sistema de recirculación de agua, el agua puede utilizarse para dos lavadas, y luego es dirigida a los tanques de lixiviados.

Luego de terminar el lavado, los granos son transportados a los patios de secado, este proceso artesanal, contribuye a que mejoren las características del grano. En la Finca los Andes se realiza este proceso, para luego dirigirlos a las secadoras tipo guardiola, donde se realiza el proceso de secado mecánico.

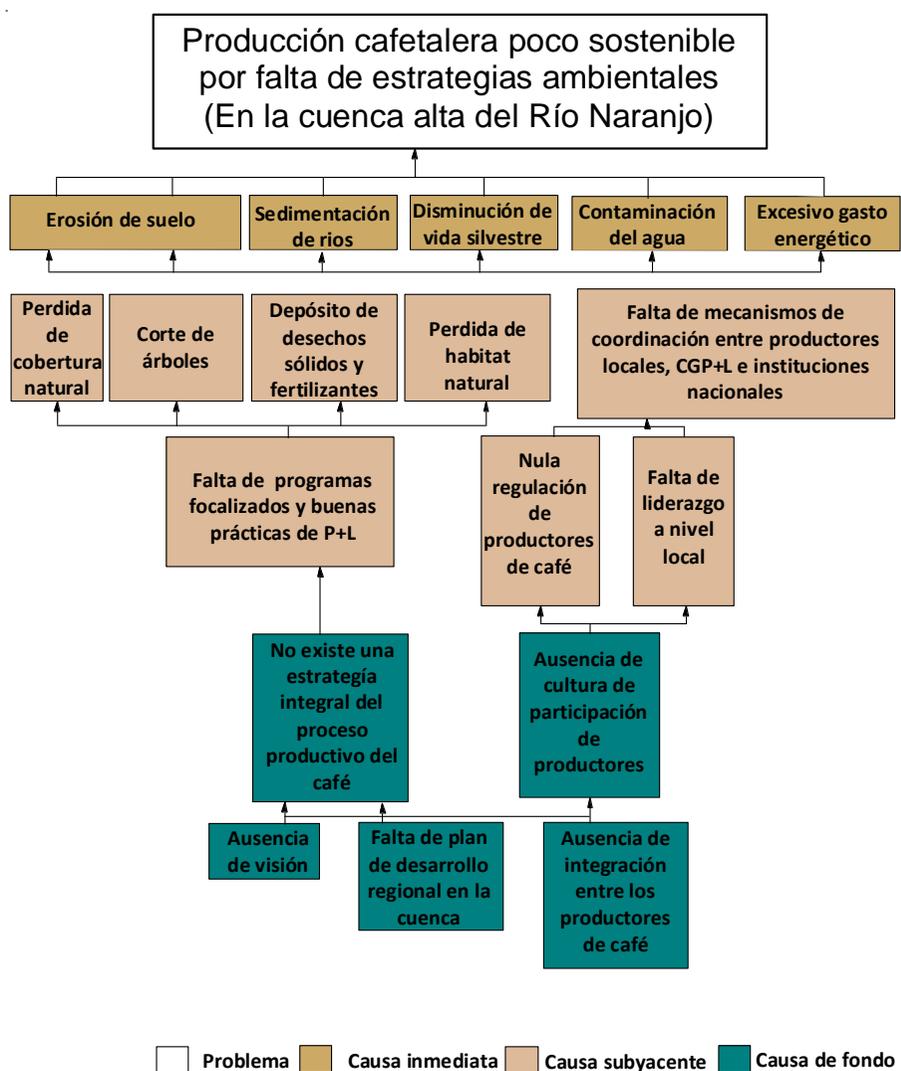
Gráfica XVII: Diagrama de flujo materia prima



4.8 Resumen del diagnóstico

Se presenta a continuación un resumen del diagnóstico, referente a los impactos productivos de la actividad cafetalera, sintetizado en un árbol de problemas. En el árbol se identifican los principales problemas, causas directas y causas indirectas del proceso productivo del café. Con base en este diagnóstico se elaboró una evaluación al beneficio húmedo de la Finca los Andes (ver Anexo I). De igual forma fueron identificadas las principales deficiencias productivas y ambientales (ver Anexo II). Posteriormente se llegó a la formulación de la propuesta de P+L para la Finca los Andes, como caso de referencia para las demás fincas de la Cuenca Alta del Río Naranjo.

Gráfica XVIII: Árbol de problemas de la actividad cafetalera en la Cuenca Alta del Río Naranjo



Fuente: Elaboración propia

5

ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA



Estrategia de Producción Más Limpia

para fincas cafetaleras
de la cuenca alta del

Río Naranjo



La evaluación retrospectiva realizada en la Cuenca Alta del Río Naranjo, permitió concluir que el proceso productivo del café, al igual que cualquier otro proceso provocaba impactos en el ambiente, en general y en algunos recursos naturales, en específico. En tal virtud, se formuló una Estrategia para impulsar una visión diferente, responsable y proactiva y sostenible. La Estrategia de P+L para la Cuenca Alta del Río Naranjo se compone de un marco de principios y objetivos de largo plazo para ser alcanzados en el 2022. De igual forma, incluye un sistema para su seguimiento y evaluación. Este capítulo a su vez incluye una propuesta a nivel de finca, dado el estudio de diagnóstico que se hizo en Finca Los Andes. (Ver anexo II)

5.1 Visión

Desarrollar beneficios con estándares técnicos, científicos, económicos y sociales que incluyan buenas prácticas de producción más limpia que les permitan su sostenibilidad.

5.2 Misión

Incorporar paulatinamente las tecnologías limpias en la producción del café, para hacerlo compatible con el ambiente.

5.3 **Principios:** El modelo para la P+L parte de siete principios básicos que son:

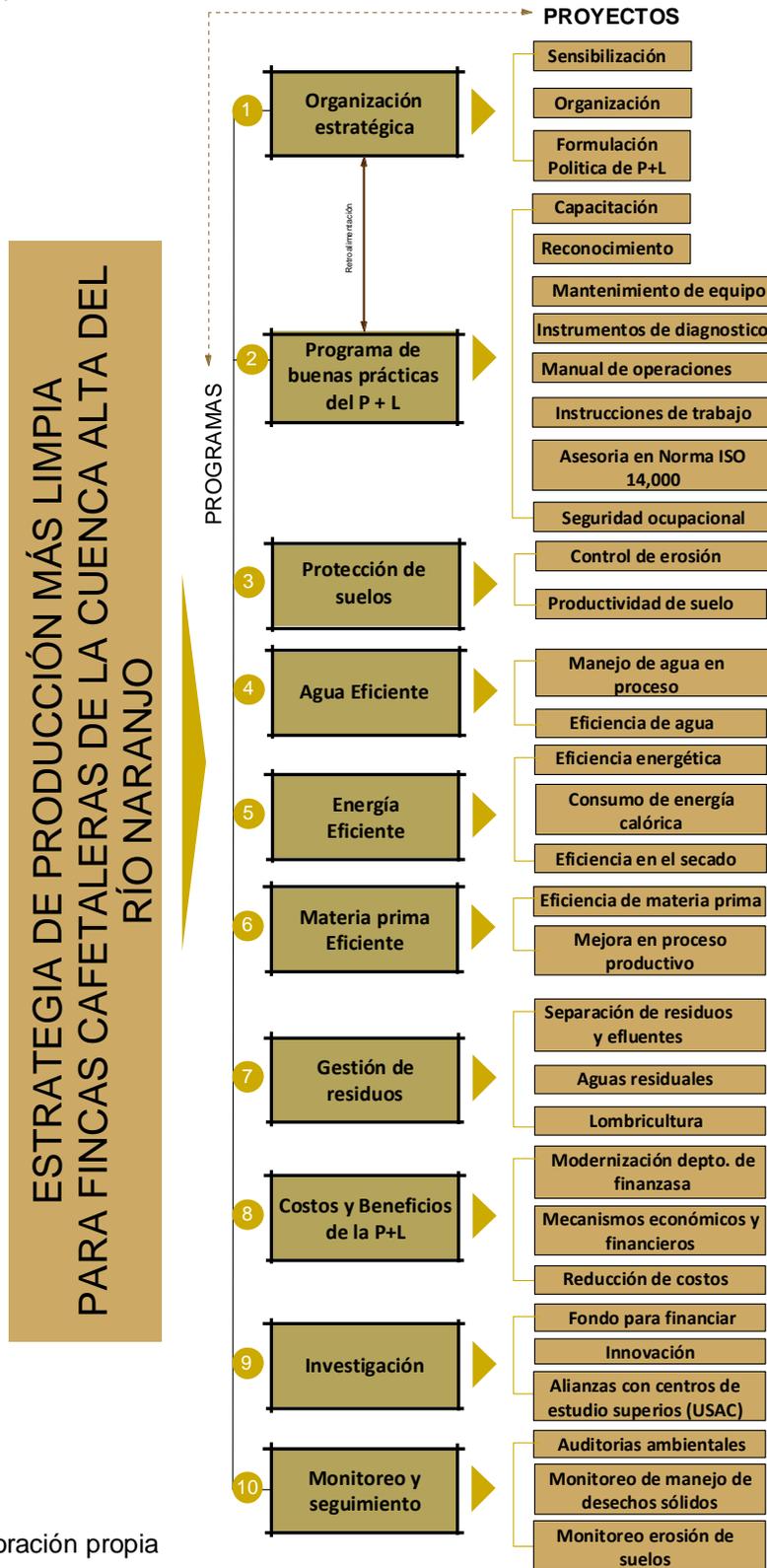
- Responsabilidad
- Prevención
- Mejora continua
- Versatilidad
- Compromiso
- Integración empresarial
- Competitividad

5.4 Descripción de la estrategia

La estrategia de P+L es una medida preventiva aplicable a fincas cafetaleras de la Cuencas Alta del Río Naranjo, para mitigar y controlar los potenciales impactos ambientales durante el proceso de producción de café. Se estructura con un criterio dinámico para aplicarse a las diferentes condiciones de las fincas. La descripción del ambiente físico proporcionó los datos territoriales, naturales, biológicos y sociales necesarios para intervenir de una manera positiva en el entorno, desarrollando una estrategia basada en la P+L. De acuerdo a las necesidades de la región y las fincas cafetaleras, la estrategia se subdivide en 10 programas, cada uno estructurado con diferentes proyectos (Ver grafica XVIII).

1. Organización estratégica	6. Materia prima e insumos eficientes
2. Buenas prácticas de P+L	7. Gestión de residuos
3. Protección de suelos	8. Costos y beneficios de P+L
4. Agua eficiente	9. Investigación
5. Energía Eficiente	10. Monitoreo ambiental

Gráfica XIX: Estrategia de P+L para fincas cafetaleras de las Cuenca Alta del Río Naranjo



Fuente: Elaboración propia

CRONOGRAMA ESTRATEGIA DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA PARA FINCAS CAFETALERAS DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO NARANJO

PROGRAMA	Año									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1. Organización estratégica										
2. Buenas prácticas de P+L										
3. Protección de suelos										
4. Agua eficiente										
5. Energía eficiente										
6. Materias primas e insumos suficientes										
7. Reducción de residuos										
8. Evaluación costo - beneficio										
9. Investigación										
10. Monitoreo ambiental										

Fuente: Elaboración propia

5.4.1 Programa de organización estratégica

5.4.1.1 **Objetivo:** Establecer una asociación de empresarios del café en la Cuenca Alta del Río Naranjo para desarrollar un proceso de gestión ambiental común.

5.4.1.2 **Proyectos:**

- Sensibilización a empresarios cafetaleros con respecto a P+L.
- Organización de asociación de Empresarios Caficultores Sostenibles (ECS).
- Formulación de Política de P+L para beneficios de café de la cuenca alta del Río Naranjo.



Foto XXVI: Organización estratégica

5.4.1.3 **Duración:** Se determina que el tiempo de sensibilización durará 6 meses. La organización de ECS tendrá una directiva activa por un año. Por último la política se formulará en 6 meses y tendrá un tiempo de acción de 10 años.

5.4.1.4 **Indicadores:**

- Cantidad de fincas asociadas.
- Cantidad de personas sensibilizadas.
- Una política formulada.

El programa de organización de fincas se compone de tres proyectos:

a. Sensibilización a empresarios cafetaleros respecto a P+L

Este debe ir dirigido a los propietarios de fincas cafetaleras y personal encargado de los beneficios. El proyecto de sensibilización tiene como objetivo crear una conciencia de conservación, sostenibilidad y eficiencia productiva basado en P+L. La sensibilización permitirá informar sobre políticas de P+L, políticas ambientales, seguridad industrial y salud ocupacional, relacionadas con el proceso de café en la Cuenca Alta del Río Naranjo. Las entidades encargadas de la sensibilización serán el CGP+L y ANACAFÉ, por ser una entidad establecida en el país por más de diez años y que cuenta con las herramientas necesarias para difundir la información.

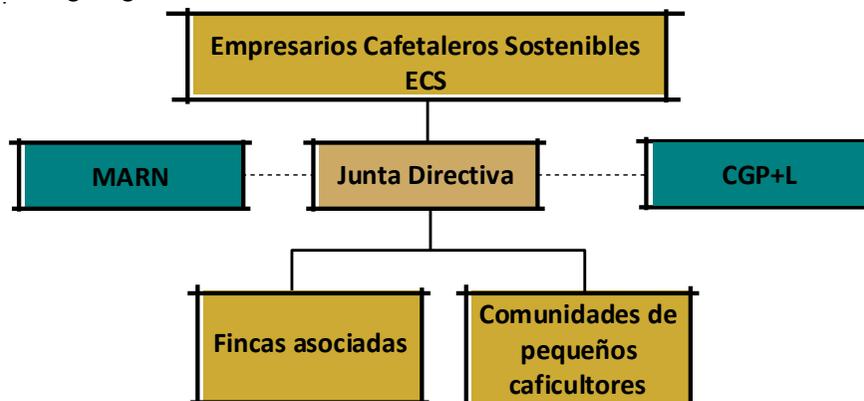
Las temáticas de la sensibilización incluirán:

- Normativas legales vigentes relacionadas con la actividad cafetalera: normas que regulan aspectos ambientales, seguridad y salud ocupacional, por ANACAFÉ.
- Prohibiciones específicas para el personal que laborará en los beneficios de café, por ANACAFÉ.
- Procedimientos de respuesta a emergencias y plan de riesgos, por ANACAFÉ.
- Condiciones de seguridad para el desarrollo de actividades en el beneficio húmedo, por ANACAFÉ.
- Identificación de riesgos laborales, por ANACAFÉ.
- Definición, beneficios y aplicaciones de P+L en la industria cafetalera, por CGP+L.
- Eficiencia energética, por CGP+L.
- Gestión del agua, por CGP+L.
- Eficiencia de materia prima e insumos, por CGP+L.
- Restricciones y procedimientos para el manejo y disposición de desechos sólidos y aguas mieles, por CGP+L.
- Costo y beneficio de la P+L, por CGP+L.

b. Organización de ECS

La ECS será un grupo localizado en la Cuenca Alta del Río Naranjo que une esfuerzos para mejorar la calidad ambiental del área, hacer más eficiente el proceso del café y por ende ser más competitivos a nivel mundial. El grupo se estructura de una junta directiva compuesta por un presidente, vicepresidente, secretario, tesorero, vocal I y vocal II.

Gráfica XX: Organigrama del ECS



Fuente: Elaboración propia

Dentro de las actividades que se deben desarrollar están:

- Realizar los trámites para definir su representatividad legal.
- Elegir una junta directiva.
- Desarrollar su organigrama institucional.
- Realizar sesiones informativas para establecer plan de trabajo.
- Realizar sesiones mensuales para llevar a cabo el monitoreo y seguimiento de la P+L.
- Crear un fondo para la gestión de ECS.
- Llevar el control de empresarios activos.

c. Formulación de la política de P+L para beneficios de café de la Cuenca Alta del Río Naranjo.

La formulación de la política de P+L para fincas cafetaleras de la Cuencas Alta del Río Naranjo estará a cargo del CGP+L, con apoyo de las fincas asociadas y avalado por el MARN. Además de la Visión, Misión y Principios que fueron proporcionados en esta tesis, la política incluirá metas a corto, mediano y largo plazo.

5.4.2 Programa de buenas prácticas del P + L

5.4.2.1 **Objetivo:** Lograr en el largo plazo la certificación ambiental de todos los beneficios que se ubican en la Cuenca Alta del Río Naranjo.

5.4.2.2 **Proyectos:**

- a. Capacitación de productores cafetaleros.
- b. Reconocimiento a mejor empleado.
- c. Mantenimiento de equipo.
- d. Mantenimiento de instalaciones.
- e. Establecimiento de registro de efectos ambientales.
- f. Diseño de manual de operaciones.
- g. Elaboración de instrucciones de trabajo para actividades y tareas ambientalmente críticas.
- h. Seguridad ocupacional.



Foto XXVII: Buenas prácticas de P+L

5.4.2.3 **Duración:** Se determina tendrá un tiempo de aplicación de 6 meses. El tiempo de monitoreo de las buenas prácticas ambientales será anualmente.

5.4.2.4 **Indicadores:**

- Cantidad de empleados capacitados en Normas ISO 14000.
- Número de mantenimientos realizados al equipo.
- Número de mantenimientos realizados a las instalaciones.
- Documento de registros ambientales diseñados y en aplicación.
- Manual de operaciones diseñado y en aplicación.

El programa de buenas prácticas de P+L se compone de ocho proyectos:

a. Capacitación de productores cafetaleros:

La capacitación permanente de los operadores en los temas técnicos de los procesos es fundamental, así como la seguridad y salud ocupacional. Es una vía para optimizar el consumo de materias primas y reducir la cantidad de desperdicios, residuos y accidentes laborales. La aplicación del mantenimiento preventivo y del control continuo de desempeño debe ser implementado. Es recomendable enfatizar en los temas técnicos, la importancia del manejo adecuado del equipo e instalaciones; la aplicación del mantenimiento preventivo a los mismos y la aplicación de un control continuo de desempeño de actividades.

En otro sentido, la actividad de corte en el campo tiene un impacto en la calidad de procesamiento del café, desde el punto de vista del tipo de fruto que se corta y se lleva al beneficio. Se recomienda capacitar y concienciar a los trabajadores de corte para que realicen esta actividad con el objeto de llevar al proceso solo café con las características adecuadas para su beneficiado.

Dentro de este proyecto se deben realizar sesiones de entrenamiento en asuntos técnicos de la planta, seguridad y ambientales para todos los trabajadores previo al inicio de las labores, abordando los siguientes puntos:

- Características fisiográficas del área.
- Normas ISO 14000.
- Políticas de seguridad, salud y ambiente del beneficio de café.
- Prohibiciones acerca de la caza, colección y/o consumo de especies de flora y fauna, catalogadas como vulnerables.
- Procedimientos para la gestión de desechos.
- Uso y manejo de extintores.
- Cuidados de la salud, ergonomía en el trabajo, seguridad en el manejo de productos químicos, combustibles, seguridad en el manejo de restricciones y procedimientos para las operaciones.
- Manejo defensivo, equipo de protección personal, trabajo en alturas, seguridad en taludes, mantenimiento de las instalaciones, identificación de riesgos laborales, accidentes en el trabajo, medidas de seguridad y contingencia ante emergencias.

b. Reconocimiento al empleado del año por mejores prácticas de P+L

Con este proyecto se incentiva a los empleados a utilizar y destacar en la implementación de mejores prácticas de P+L, durante el proceso de producción de café:

Se deben realizar las siguientes actividades:

- Definir directrices para mejorar prácticas de P+L
- Planillas de desempeño
- Elaboración de bases del reconocimiento
- Divulgación

c. Mantenimiento de equipo e instalaciones

El mantenimiento preventivo de los equipos logra evitar problemas de funcionamiento y eficiencia en las operaciones. Se describen a continuación las recomendaciones para el buen uso de las instalaciones del beneficio:

Equipo en general:

- Activar maquinaria unos minutos antes del proceso.
- Usar la capacidad de trabajo recomendada por el fabricante para cada equipo.
- Engrasar todos los rodamientos cada 50 horas de trabajo.
- Utilizar arrancadores y protectores términos adecuados para cada motor.
- Revisar la tensión de las fajas o cadenas.

Despulpadores y Equipo de clasificación:

- Graduar los despulpadores por lo menos 3-4 veces durante la cosecha, debido al comportamiento del tamaño del grano.
- No sobre alimentar los despulpadores y la criba de clasificación.
- Colocar rejillas para evitar el paso de material indeseable al despulpador, como piedras, madera, hojas, etc., lo que evitará el daño de la camisa de despulpado.
- Tomar en cuenta la abertura de la cámara de pulpa para que su descarga sea eficiente, lo que evitará el traslado de la pulpa al círculo de café despulpado. La cámara de pulpa debe tener el doble de abertura que la cámara de despulpado.
- Al finalizar la cosecha se recomienda revisar toda la canalera para detectar reparaciones necesarias y pintarla con material anticorrosivo.

Es importante llevar un control de las actividades de mantenimiento realizadas, esto con el objetivo de tener a mano la información de las condiciones en que se encuentra el equipo y tener un parámetro para tomar decisiones respecto a las actividades a realizar en esta área.

d. Definición de instrumentos de diagnóstico de buenas prácticas ambientales

Definir un formulario para el diagnóstico rápido de situación actual de fincas (manuales de uso para equipo e instalaciones, fichas de control y monitoreo de producción en planta).

e. Diseño de manual de operaciones

Elaborar un manual para operaciones de los procesos: despulpado, lavado, fermentación, secado y almacenado.

Se describen a continuación los principales puntos que deben desarrollarse en el manual de recomendaciones para la optimización de la eficiencia en las operaciones de un beneficio, el uso adecuado de insumos, la reducción y manejo adecuado de los residuos. Al cumplir con estas recomendaciones se compromete la finca al monitoreo continuo y obtiene los beneficios de pertenecer a la ECS con asesoría del CGP+L. Cumpliendo con estas recomendaciones se garantiza el mantenimiento de la calidad del grano durante el proceso de beneficiado.

Condiciones generales de la operación:

- El café recolectado en el día debe despulsarse el mismo día, preferiblemente en un máximo de 4-5 horas.
- Los tanques de fermentación tienen que tener la capacidad del día pico de producción y deben ser por lo menos de 4 a 5 tanques de fermentación.
- El café debe lavarse y clasificarse cuando está en su punto de fermento. El lavado debe hacerse en un máximo de 5 horas, preferiblemente el café no debe entrar mojado a la secadora.
- Deberá pre secarse al sol o a máquina.
- El café deberá sacarse del canal de clasificación con agua limpia y debe ser escurrido adecuadamente.
- El mantenimiento de la calidad del café obtenido en la finca dependerá del control, la eficiencia y la administración del beneficio.

Almacenamiento de cosecha del café pergamino:

- Se debe controlar el ambiente en la bodega y el tiempo que permanece el café almacenado debe ser corto ya que estas dos condiciones afectan seriamente la calidad del café. El ambiente tienen que ser fresco, con temperaturas máximas de 20°C y humedad relativa del 65%.
- Si el grado de humedad del grano no es uniforme, tal como ocurre con partidas diversas, es preciso voltearlo o almacenarlo en sacos.

- Al almacenar en sacos, se forman estibas sobre tarimas de madera para protegerlas de la humedad del piso. El café deberá ocupar 2/3 del área disponible, el resto será para ventilación y tráfico.
- En el almacén no debe existir cambios bruscos de temperatura, las paredes deben ser dobles si son de madera o metal.
- Paredes de concreto, ladrillo o block es necesario forrarlas con madera, el piso preferiblemente de madera y levantado a un metro del suelo.
- En establecimientos o fincas que almacenan grandes cantidades de café es necesario que posean equipo para medir la humedad para su debido control.
- Donde no existen almacenes formalmente construidos, y donde por alguna causa se guardan remanentes de café, puede utilizarse plástico para cubrir el café por lotes o las propias estibas.

f. Elaboración de instrucciones de trabajo para actividades ambientalmente críticas

Desarrollar instrucciones de trabajo para las denominadas actividades ambientalmente críticas, las cuales son:

- Despulpado y lavado del grano.
- Tratamiento de desechos sólidos y aguas mieles.
- Siembra (erosión del suelo).
- Cosecha (impacto ambiental por la actividad).
- Secado de grano.

g. Contratación de empresa asesora en Norma ISO 14000

Este programa consiste en redactar los términos de referencia para el concurso, realizar el concurso, seleccionar la firma, evaluar los beneficios, aprobar las recomendaciones y buscar la certificación de los beneficios que cumplan con los requisitos.

h. Seguridad ocupacional

Elaborar instrucciones de seguridad para manejo de maquinaria y químicos peligrosos.

Tabla I: Inventario de químicos de uso frecuente en fincas

Herbicidas: Hedonal	
	Fungicidas:
	Captafol
	Cobre
	Previcur
	Abonos granulares:
	15-15-15
	10-50-0
	18612
	Abonos foliares:

	Cultifol
	Bayfolan
	Fertihumus
	Aminoquel
	Lombricur
	Superfruta
	Biorreguladores
	Humus

Fuente: Elaboración propia.

Además se cuenta con un listado de plaguicidas y abonos foliares naturales.

Tabla II. Plaguicidas y abonos utilizados en fincas

Producto	Funciona contra
Cal.....	Gallina ciega y mejora el ph
Apazote.....	mosca blanca
Cebolla.....	fomenta defensas biológicas
Ceniza.....	tortuguilla, gusano, gallina ciega
Eucalipto.....	tizón
Flor de muerto.....	tizón, roya, pulgones
Gallinaza.....	abono orgánico
Iguerillo.....	gusano medidor
Malanga.....	mosca blanca
Tomate.....	pulgón
Vinagre-ajo-jabón.....	araña roja, mosca blanca

Fuente: Elaboración propia

Tabla III. Lista de agroquímicos aplicados, durante 2004, en fincas de la cuenca.

No.	QUÍMICO	ACCIÓN	VOLUMEN (galones)	DL ₅₀ oral	DL ₅₀ dermal	Factor Oral	Factor Dermal
1	Chlorothalonil	F	0	10000	10000	0	0
2	Captafol	F	15	6200	6200	93000	93000
3	Dyrene	F	0	4000	5000	0	0
4	Prochoraz	F	0	1600	1600	0	0
5	Anvil	F	0	6071	6071	0	0
6	Folpan	F	0	10000	10000	0	0
7	Clorotalonil	F	0	10000	10000	0	0
8	Endosulfan	AC/I	0	160	359	0	0
9	Clhlorpyrifos	I	0	270	2000	0	0
10	Roundup	H	0	5000	5000	0	0
11	Temik	N	0	5	2000	0	0
12	Carbofuran	N	0	8	3000	0	0
13	Counter	N	0	29	182	0	0
IPT = Índice Ponderado de							

Toxicidad					
Ia = Extremadamente Tóxico		Ib = Altamente Tóxico		II = Moderadamente	
Tóxico		III = Ligeramente Tóxico			
F = FUNGICIDA H = HERVICIDA N = NEMATICIDA I = INSECTICIDA AC/I = acaricida - insecticida					

Fuente: Archivo Finca los Andes

Recomendaciones:

- Almacenamiento en un lugar aislado, con ventilación y solo acceso a personal calificado.
- Piso de cemento para lavar al momento de cualquier derrame.
- Utilizar un equipo de protección personal.
- Identificar las bombas de rociado, según el tipo de químico que se va a aplicar.
- Colocar estrictamente la cantidad que se debe de aplicar.

5.4.3 Programa protección de suelos

5.4.3.1 **Objetivo:** Disminuir la erosión de los suelos en la cuenca y optimizar la productividad del cultivo.

5.4.3.2 **Proyectos:**

- Control de la erosión de la superficie
- Mantenimiento de la productividad del suelo

5.4.3.3 **Duración:** Se determina que tendrá un tiempo de aplicación de 1 año.

5.4.3.4 **Indicadores:**

- Superficie protegida contra la erosión.
- Porcentaje de áreas recuperadas.
- Porcentaje de aumento de capacidad productiva del suelo.

a. Control de la erosión de la superficie

La pérdida de la capa fértil de la superficie del suelo, por medio de la erosión tiene efectos negativos obvios como la pérdida de la capacidad de producción e introducción de sedimentación y contaminantes en los cuerpos de agua cercanos. Las áreas de la finca que están bajo riesgo de erosión de suelos (debido a la pendiente, tipo de suelos, niveles de precipitación, etc.) están protegidas

efectivamente de la erosión, a través de una combinación apropiada de prácticas de conservación de suelos.

- En esta parte no se trabajará con ningún tipo de herbicidas para evitar el daño a los suelos.
- Los administradores de las fincas demostrarán conocimiento de cuáles son los riesgos de erosión e implementarán prácticas de conservación en estas áreas.
- Se identificarán las áreas de mayor riesgo de erosión en el mapa y las acciones que se realizarán.
- La finca cafetalera tendrá un plan explícito de administración de suelos que incluya medidas para minimizar la erosión de la superficie: Plan de manejo de suelos, chapeo con machete, no utilizando herbicidas en áreas de mucha pendiente.
- Las áreas en que el riesgo de deslizamientos son extremas (considerando factores tales como, la pendiente de más de 60%, se dejan fuera o se sacan del área de producción). En estas áreas se mantendrá como secciones de conservación de bosques y no se hará ningún tipo de trabajo agrícola intensivo.
- Las áreas productivas en pendientes propensas a la erosión se establecerán usando líneas de contorno y terrazas. Se sembrará en curvas a nivel y /o terrazas.
- Las curvas de contorno se trabajarán con escantillón y se buscará la forma geográfica de las curvas, al hacer la siembra se harán pequeñas terrazas para la planta de café. Con esto se logrará controlar la erosión.
- Los campos de café se cubrirán con una sombra consistente y / o cultivos de protección.
- La sombra del café utilizada comúnmente en esta región es el chalán, la cual es una leguminosa de rápido crecimiento dando una buena cobertura vegetal a la plantación y su manejo es relativamente fácil y moldeable a los requerimientos del cafeto.
- Las actividades de cultivo se minimizarán durante períodos excesivamente húmedos.
- Los administradores activamente controlarán los arroyos para medir el nivel de sedimentación y tomarán acciones correctivas cuando se observe sedimentación significativa.
- Erosión a lo largo de caminos u otra superficie altamente usada será minimizada gracias a buenos drenajes y otras actividades de control.
- Donde sea necesario, la finca deberá establecer o mantener barreras vivas con base en especies múltiples a lo largo de los lados del camino.

b. Mantenimiento de la productividad del suelo

Este mantenimiento asegurará la productividad ecológica y agrícola a largo plazo, manteniendo al mismo tiempo la salud del suelo, el cual es la “fábrica” que hace posible la producción agrícola. Se tomarán las siguientes acciones:

- Una capa de humus, compuesta por biomasa muerta y en descomposición para poder mantener el ciclo de nutrientes.

- Mantener en los suelos una capa de materia orgánica, la cual ayudará grandemente al mejor desarrollo de las plantas. Esto será posible gracias al mantenimiento y forma de trabajo que se organizará.
- Técnicas de siembra adecuadas.
- Controlar uso de herbicidas.
- Uso de abono orgánico.

5.4.4 Programa agua eficiente

5.4.4.1 **Objetivo:** Disminuir el consumo de agua y disminuir la cantidad de aguas residuales que requieren tratamiento.

5.4.4.2 **Proyectos:**

- Manejo del agua en el proceso.
- Eficiencia del agua.

5.4.4.3 **Duración:** Se determina que tendría un tiempo de aplicación de 6 meses y un monitoreo de 10 años.

5.4.4.4 **Indicadores:**

- Metros cúbicos de agua ahorrada en el proceso.
- Cantidad de fincas que utilizan recirculación de agua.
- Metros cúbicos de aguas residuales disminuidas.
- Mejora económica por menor uso de agua.

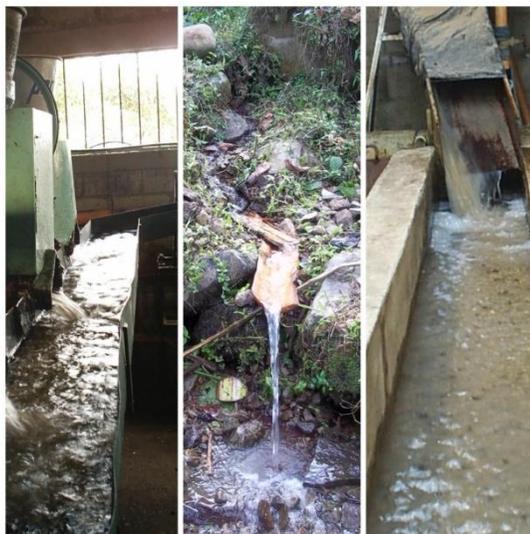


Foto XXVIII: Agua eficiente

a. Manejo del agua en el proceso

Durante el proceso del café el agua es el recurso más importante, ya que se utiliza en el despulpado y en el lavado y clasificación. A continuación se describen algunas recomendaciones de P+L a tomar en cuenta durante el proceso relacionado con el recurso agua.

Agua para el despulpado:

- Preferiblemente utilizar agua limpia al inicio, también se puede utilizar agua de lavado.
- Para beneficios con sistemas de recirculamiento, llenar los depósitos del sistema.
- El equipo de bombeo no debe funcionar en seco
- El falso codo del sifón, colocarlo a 45°, al inicio de la operación.
- El falso codo debe ser a la altura que coincide con la salida de grano vano.
- Las llaves de paso del recibidor de café maduro deberán abrirse una a una; hasta sacar el café que maneja cada llave, se abre la siguiente hasta que en

- el área que cubre la llave abierta se haya desfogado todo el café y se cierra la misma.
- El rendimiento del despulpador estará de acuerdo a la abertura de la llave de paso del recibidor y la inclinación del falso codo del sifón.
 - Al finalizar el despulpado, subir el falso codo a 90° durante un par de minutos para poder eliminar el café maduro que queda en el fondo del sifón.
 - El café despulpado que queda en el fondo de la criba se debe sacar de la misma forma, bajando el telescopio al máximo.
 - Recordar que al inicio del despulpado, se abre la compuerta que conduce el agua de despulpado de las pilas de fermento, hacia el tanque decantador.
 - Al finalizar el despulpado, subir a 90° el falso codo y subir el telescopio de la criba clasificadora.
 - Apagar la bomba y maquinaria al terminar el proceso.
 - Al finalizar el proceso, desfogar el agua de proceso hacia la planta de tratamiento.
 - Disminuir por capas la pulpa.
 - Limpiar el beneficio con agua limpia.
 - Limpiar la maquinaria y el equipo.
 - Es importante que el drenaje de las pilas de fermento, sea eficiente, por lo que se recomienda colocar pichachas a lo largo de toda la pila o como mínimo un 60 o 70% del largo de la pila. Además se recomienda colocar el drenaje con ojo chino.

Agua para lavado y clasificación:

- Utilizar agua limpia al inicio y recircularla por medio del sistema.
- Llenar los depósitos para complementar los circuitos de recirculación de agua.
- Abrir la llave de paso del café lavado hacia el canal de clasificación o segundo bombeo.
- Colocar la manguera para desfogue del café al inicio de la pila para empezar a sacar café al iniciar el lavado.
- Al terminar la partida clasificada, dejar escurrir el agua que queda en el canal de clasificación, se puede dar un movimiento al café con ayuda de palas para eliminar sedimentados y luego se procede a sacar el café.
- Las aguas del lavado pueden utilizarse para despulpar la próxima entrada de café maduro.
- Limpiar el filtro del árbol de distribución a la mitad del proceso de lavado y al final de la partida.
- Limpiar las pichachas del final del canal de clasificación y de pilas de fermento.
- Tender el café en los patios.

b. Eficiencia del agua

El control del uso de agua debe llevarse por periodos de tiempo establecidos usando las lecturas del contador de agua y la producción de café pergamino seco, que se dan dentro del periodo establecido. El objetivo de usar índices de desempeño es tener un medio de comparación a nivel mundial, tomando en

cuenta que en algunos mercados que ya tienen como parámetro de calificación el uso del agua.

En beneficios que cuentan con recirculación de agua, se recomienda un consumo de 0.12 m³/qq o 120 litros/qq

- Instalación de un contadora de agua, la cual debe ser instalada en un punto donde se pueda conocer el consumo total del beneficio.
- Eliminación de fugas.
- Uso de llaves para abrir y cerrar circuitos.
- Uso de mangueras con pistola para la limpieza general del beneficio.
- Reuso de agua de despulpado, lavado y clasificación final.

La recirculación de agua no disminuye la contaminación, pero permite disminuir los costos de manejo y tratamiento posterior de las aguas utilizadas en el proceso ya que el volumen es menor.

En el proceso de beneficio húmedo existen diferentes operaciones técnicas para minimizar el uso de agua. Básicamente las aguas que pueden ser rehusadas son las de despulpado, lavado y clasificación.

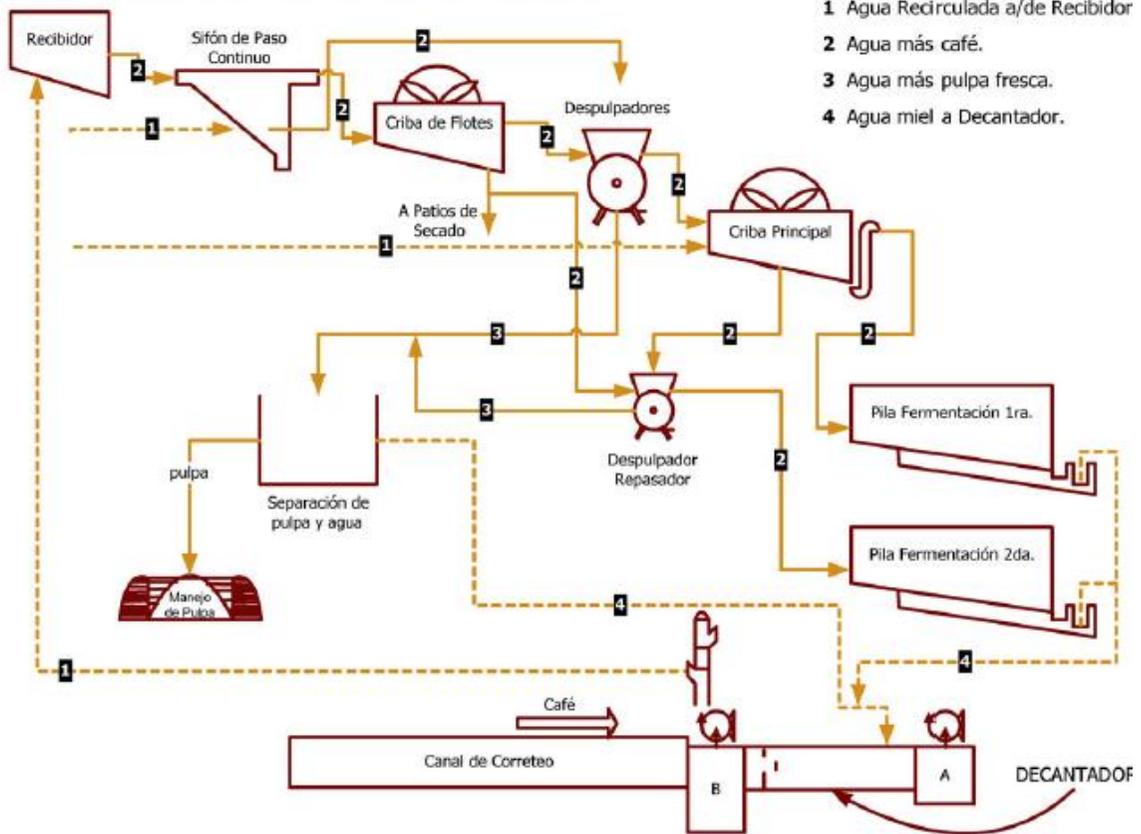
El rehusó de las aguas de despulpado, lavado y clasificación se basan en la implementación de un sistema de recirculación, el cual interconecta las operaciones donde se consume agua en el beneficio. El sistema recomendado básicamente incluye: tanque recolector decantador, árbol de distribución de agua, equipo de bombeo de impulsor abierto y tubería para los circuitos definidos (ver grafica IXX).

Uno de los componentes más importantes del sistema de recirculación es el tanque recolector decantador, que tiene como objetivos:

- Contar con un punto central para la recepción de las aguas de procesos a recircular.
- Realizar un tratamiento físico de las aguas del proceso. Captación de sólidos sedimentales que están contenidos en las aguas de proceso.

Gráfica XXI: Recirculación de agua para beneficio húmedo

**Sistema de Recirculación de Agua
Para beneficio húmedo de café tecnificado**



CLAVE

- 1 Agua Recirculada a/de Recibidor
- 2 Agua más café.
- 3 Agua más pulpa fresca.
- 4 Agua miel a Decantador.

Fuente: CGP+L. 2003. Guía del café. Guatemala.

5.4.5 Programa energía eficiente

5.4.5.1 **Objetivo:** Manejar eficientemente la energía en el proceso de producción de café para mejorar la competitividad de los beneficios.

5.4.5.2 **Proyectos:**

- Eficiencia energética
- Consumo de energía calórica
- Eficiencia en el secado

5.4.5.3 **Duración:** Se determina que tendría un tiempo de aplicación 1 año. Y tiempo de vida de 3 años.



Foto XXVIII: Energía eficiente

5.4.5.4 Indicadores:

- Cantidad de energía consumida
- Ahorro energético
- Cantidad de fincas participantes

La energía es necesaria para los procesos de lavado y secado. Los proyectos descritos a continuación optimizarán los procedimientos actuales con métodos de P+L. El programa de eficiencia energética se compone de dos proyectos:

a. Eficiencia energética

En el beneficiado húmedo de café las áreas de consumo de energía eléctrica son: despulpado, clasificación, secado mecánico e iluminación. Básicamente el equipo utilizado para estas operaciones de producción son motores eléctricos los cuales activan maquinaria como despulpadoras. En la mayoría de fincas la generación de energía proviene de la empresa DEOCSA.

El proyecto de eficiencia energética consta de las siguientes acciones:

- Reportar la cantidad de energía consumida en el sitio (total anual y por tonelada de café procesada) por las operaciones del beneficiado de café.
- Proporcionar una descripción de las operaciones de generación de energía en el sitio (electricidad, generador y cogeneración) incluyendo la discusión del tipo de combustible y la tecnología (madera o hidroeléctrica).
- Secar el pergamino en el patio, en tanto que sea posible, dadas las condiciones climáticas de la región.
- Utilizar secadoras de café mecánicas para minimizar el uso de madera a través de operaciones eficientes y reutilizar el pergamino / cascarilla como combustible.
- Utilizar madera de las podas de los árboles que dan sombra u otras procedencias para secar el café (con mínimo impacto ambiental).
- Reducir la cantidad de energía, a través del tiempo (anualmente o sobre una base unitaria).
- Mostrar un compromiso con las operaciones continuas, en especial, con la energía renovable (solar, eólica, hidráulica, geotérmica o biomasa) a través de la producción y de la compra de energía producida, utilizando tecnologías renovables y de alta eficiencia (cogeneración).
- Demostrar toda producción de energía en sitio para las operaciones, según los requerimientos permitidos localmente.

b. Consumo de energía calórica

Se recomienda tomar en cuenta las siguientes condiciones de trabajo para poder obtener una eficiencia en el consumo de energía calórica. Dentro de las operaciones de secado se han mencionado anteriormente los tipos natural y mecánico. El uso del secado natural depende de las condiciones climáticas donde esté ubicado el

beneficio. El uso del secado natural tiene un efecto positivo en la calidad del producto obtenido, así como en el consumo de combustible. El combustible fósil utilizado en la mayoría de fincas de la región es: leña, poda, cascabillo, el cual tiene el poder calórico para cumplir con los requerimientos que exige el proceso de secado. Es un recurso disponible en la zona cafetalera, el uso de subproductos generados a través del manejo de la finca y la reducción de combustibles fósiles.

c. Eficiencia en el secado

Para lograr una eficiencia del secado, las recomendaciones son:

- Pueden utilizarse temperaturas hasta de 70°C en el aire caliente de entrada, usar temperaturas mayores puede causar daños en el aspecto del grano (color grisáceo de grano sobrecalentado, bebida sobre fermentada).
- El periodo final de secado, o sea, la etapa en la cual se alcanza el punto de secado, puede realizarse de preferencia al sol o con secado mecánico, con temperaturas inferiores a 60°C.
- La superficie de los patios debe repararse antes de la cosecha, eliminando grietas y descascamientos. Deberán revisarse los drenajes, tuberías, canales, etc.
- Se recomienda alimentar las guardiolas y secadoras estáticas con café seco superficialmente o procesado.
- El tiempo total de secado, desde escurrido hasta seco de punto, nunca deberá ser como mínimo 24 horas; de lo contrario, la calidad de café resultara afectada en mayor o menor grado.
- En el caso de secadoras guardiolas se recomienda no llenarlas por completo con café a secar, por lo que se debe llenar en un 80 - 90 % cada compartimiento de la secadora, con el objetivo de que el café tenga espacio suficiente para su movimiento, el cual ayuda al proceso de secado. Por ejemplo, si en un compartimiento tiene la capacidad de almacenar 40 qq de café, es recomendable ingresar de 30 -35 qq de café.

5.4.6 Programa Materias primas e insumos eficientes

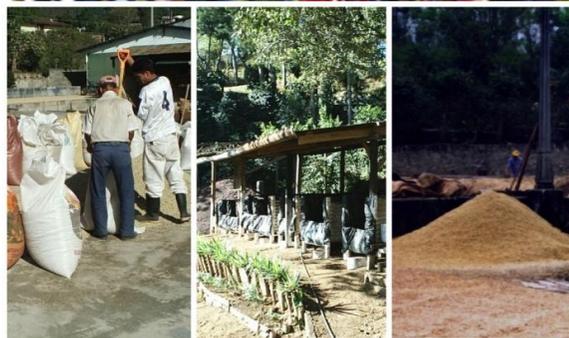
5.4.6.1 **Objetivo:** Manejar eficientemente las materias primas e insumos para propiciar impactos positivos económicos y ambientales en los beneficios.



5.4.6.2 **Proyectos:**

- Uso eficiente de materia prima.
- Mejora en proceso productivo para optimización de materia prima.

5.4.6.3 **Duración:** Se determina que tendría un tiempo de aplicación de 2 meses y 1 año de operación.



5.4.6.4 **Indicadores:**

- Cantidad de materia prima utilizada.
- Cantidad de producto procesado.
- Balances de materia prima.
- Calidad el producto.

Foto IXXX: Materia prima eficiente

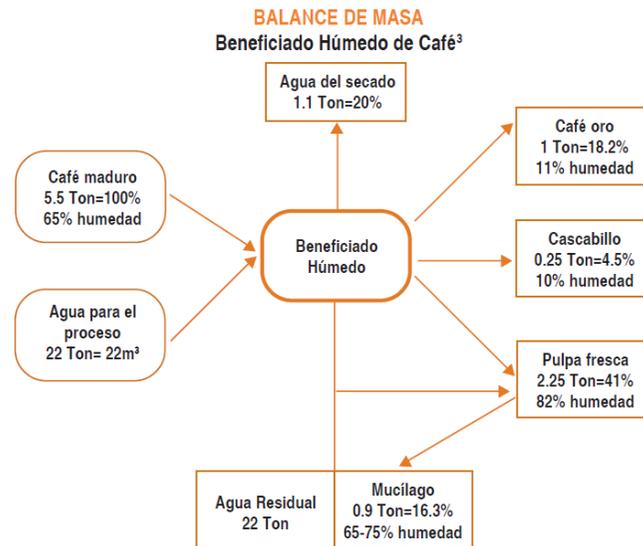
El programa de materia prima e insumos eficientes se compone de dos proyectos:

a. Uso eficiente de materia prima

En el beneficiado húmedo la materia prima básicamente es el fruto de café maduro y los insumos que se utilizan usualmente son el agua, los materiales combustibles y energía eléctrica. El insumo más importante para el beneficiado de café es el agua para la recepción, despulpado, transporte, lavado y clasificación del café.

Durante el proceso del café existen varias formas de perder granos en los canales de lavado, así como que disminuya la cantidad de grados de primera calidad comparados con los de segunda y tercera, esto incide directamente con la producción y economía de las fincas. En la gráfica XX, se describe un balance de masa entre el grano de café e insumos para su procesamiento en el beneficio húmedo.

Gráfica XXII: Balance de masa en beneficiado húmedo de café



Fuente: Centro Guatemalteco de P+L. 2003. Manual del café. Guatemala

- El café recolectado en el día, debe despulparse el mismo día, en un periodo de tiempo máximo de 4-5 horas.
- Los tanques de fermentación tienen la capacidad del día pico de producción, usar el número adecuado, de acuerdo con el tamaño del beneficio.
- El café se lava y clasifica cuando está en su punto de fermentación. El lavado se realiza en un máximo de 5 horas.
- Preferiblemente el café no debe entrar mojado a la secadora, por lo que se debe realizar el secado en patios, previo a ingresarse a la secadora.
- El mantenimiento de la calidad del café obtenido en las fincas dependerá del control, eficiencia y administración en cada beneficiado.

El café cultivado adecuadamente da como producto un fruto sano, con buena calidad de grano, ya que en este proceso no se mejoran las características físicas y organolépticas, solo pueden mantenerse.

b. Mejora en proceso productivo para optimización de materia prima

Mejorar el equipo para optimizar el aprovechamiento de materia prima y evitar pérdidas durante el proceso.

5.4.7 Programa Reducción de residuos

5.4.7.1 **Objetivo:** Gestionar los residuos desde la fuente para reducir los impactos ambientales negativos en los beneficios

5.4.7.2 **Proyectos:**

- Separación de residuos y efluentes.
- Reducción de residuos en la fuente.
- Tratamiento de aguas residuales.
- Elaboración de compost orgánico a partir de cascara de café,



Foto XXX: Residuos generados por proceso de café en beneficio húmedo

5.4.7.3 **Duración:** Se determina que tendrá un tiempo de aplicación a las fincas de 8 meses y monitoreo semestral por los 10 años de vigencia de la estrategia.

5.4.7.4 **Indicadores:**

- Cantidad de residuos producidos.
- Residuos disminuidos a partir de la aplicación del programa.
- Cantidad de fincas que separan residuos.
- Cantidad de plantas de tratamiento construidas.
- Cantidad de compost producido.

El programa de materia prima e insumos eficientes se compone de tres proyectos:

a. Separación de residuos y efluentes

La separación de residuos debe involucrar dos puntos importantes en el tema: la separación de la pulpa del agua de despulpado y la separación de algunas de las aguas de proceso generadas.

- Orden y limpieza debido a la ubicación de los residuos y efluentes en puntos determinados.
- Facilidad de manejo y aprovechamiento de la pulpa.
- Reducción de la carga orgánica de los efluentes por separación de la pulpa del agua de despulpado.
- Reúso de aguas de proceso.
- Las aguas mieles correspondientes al primer lavado, deben enviarse a la laguna de lodos para tratamiento anaerobio posterior, pues su carga orgánica es muy elevada.
- Las aguas de transporte de café en baba, y las del lavado final de cafés fermentados, son reutilizables.

- Se les aplica un floculador (cal) y se envían a un sedimentador de tipo circular o rectangular.
- Estas aguas son en realidad suspensiones fangosas, o lodos sin espesar por el proceso de sedimentación. Las materias secas son esencialmente orgánicas, de naturaleza proteica, a las cuales se agrega cal, para obtener efecto de floculación. El asentamiento del lodo requiere un tiempo de asentamiento de varias horas, generalmente de un día para otro.
- Las “natas o espumas” y los lodos del sedimentador, van a la laguna de lodos.
- Las descargas directas del sedimentador y laguna de lodos, deben someterse a un proceso anaerobio antes de descargarlas en el cuerpo receptor, o recircularlas en el proceso, si su condición lo permite.

Operaciones de manejo de desechos y reutilización: Documentación e implementación apropiada de un programa de manejo de desecho que facilite la reutilización beneficiosa de los desechos apropiados.

- Los desechos se deben almacenar en el sitio de tal manera que no afecten las operaciones o el ambiente circundante.
- Los procesos de desechos orgánicos (pulpa y cerezas rechazadas) deben ser composteados de una forma que permita recobrar estos nutrientes y que no impacte de una forma negativa el entorno ambiental.

b. Reducción de residuos en la fuente

Este concepto se basa en reducir la cantidad de residuos en la fuente o punto donde se generan por medio de acciones de tipo técnico o buenas prácticas. Lo anterior, permite que el manejo y disposición final de los residuos sea el más adecuado, debido a su separación y reducción.

En algunos beneficios, se puede usar el concepto de reducción en la fuente. En el caso de los efluentes, el volumen debe reducirse al implementar acciones que permitan la reducción del uso de agua y el concepto de reúso de los efluentes generados. Lo anterior, dará como resultado un volumen menor de agua residual a disponer.

Algunas acciones a tomar en cuenta serán:

- Seguridad ocupacional.
- Sistema de gestión y control de calidad.
- Emergencia ambiental.
- Documentación de cada punto de descarga de aguas residuales, incluyendo la descripción de las características típicas de las aguas residuales y del ambiente que las recibe.
- Descarga de las aguas residuales de tal manera que no provoque la degradación del ambiente hídrico río abajo. La demostración de la no degradación se debe establecer a través de mediciones, utilizando los

parámetros de calidad de agua evaluada río arriba y río abajo, desde los puntos de descarga.

c. Tratamiento de aguas residuales

La contaminación por aguas residuales del beneficiado húmedo depende de la cantidad de café procesado por un lado (carga contaminante global) y de la concentración de materia orgánica de las mismas. Esta contaminación no depende de la cantidad de agua utilizada por quintal de café procesado. Por las características de las operaciones y los materiales usados en el beneficiado de café, las aguas residuales tienen una alta carga orgánica que provoca una alta demanda de oxígeno, diferentes tipos de sólidos y un pH con características ácidas (menor a $\text{pH} = 7$),

Debido a las características usuales de las aguas residuales generadas en los beneficios húmedos, se recomienda aplicar un tratamiento físico y químico a las aguas residuales:

- Tratamiento físico, que incluye el uso de tanque recolector decantador y filtros.
- Tratamiento químico: se recomienda aplicar una solución de carbonato de calcio para la neutralización de las aguas residuales.

d. Elaboración de compost orgánico a partir de cáscara de café

En muchas fincas de la región se desarrolla la lombricultura para la descomposición del bagazo del café, produciendo así un abono orgánico aprovechando los residuos sólidos producidos por la actividad. Se describen a continuación las ventajas de la lombricultura:

- Contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadores.
- El lombricomposto aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad.
- Favorece la formación de micorrizas, aumenta la resistencia a las plagas o otros agentes patógenos; inhibe la proliferación de hongos y otras bacterias, nocivos para la planta; ayuda a la absorción radicular.
- Regula el incremento y la actividad de los nitritos del suelo y protege al suelo de la erosión natural. Mejora las características estructurales del terreno, lo cual es un aporte muy valioso en las pendientes de la cuenca.
- Aporta e incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Su color oscuro contribuye a la absorción de energía calórica.
- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras (herbicidas, esteres fosfóricos), debido a su capacidad de absorción y mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro.
- No tiene vencimiento, ya que a medida que pasa el tiempo es más asimilable

En el Anexo IV se incluye una guía para la lombricultura, utilizando cascaras de café.

5.4.8 Programa de evaluación costo beneficio de P+L

5.4.8.1 **Objetivo:** Valorar y comparar los costos y beneficios de la P+L para contribuir a la toma de decisiones de las inversiones; así como observar los beneficios y los ahorros económicos en el proceso de producción del café.

5.4.8.2 **Proyectos:**

- Modernización del departamento de finanzas de las fincas.
- Mecanismos económicos y financieros para la P+L.
- Reducción de costos.

5.4.8.2 **Duración:** Se determina que tendría un tiempo de aplicación de un mes y un año de operación.

5.4.8.3 **Indicadores:**

- Costo de inversión total.
- Valor de beneficios económicos por aplicar P+L (análisis costo-beneficio).

El programa de costo beneficio se compone de tres proyectos:

- a. Modernización del departamento de finanzas
Modernizar departamentos de finanzas en los beneficios, que incluyan el diseño de instrumentos de contabilidad necesarios para asignar los costos ambientales (ej. eliminación de residuos).
- b. Mecanismos económicos y financieros para la P+L
Formular programas de financiamiento y de gestión de préstamos blandos para la implementación de tecnologías limpias y apropiadas.
- c. Reducción de costos
Evaluar costos de producción, evaluar costos presupuestados, evaluar costos disponibles y programar acciones para reducción de costos.

Adicionalmente, la metodología para evaluación en planta de P+L incluye los siguientes cuatro pasos:

- Preparación: con una evaluación corta como lo muestra el anexo No. 1, se examina la calidad de los procesos para determinar su potencial en P+L y se definen los parámetros para la evaluación en planta: el enfoque de la evaluación, el compromiso de la gerencia y el equipo de P+L que participa.
- Balance de materia y energía: los procesos de producción seleccionados son analizados y se identifican los aspectos de relevancia ambiental. Esta fase cubre la esquematización de los procesos, incluyendo los flujos de las materias primas y de energía, en diagramas de bloque y la recopilación de los balances de materia y energía. Estos balances se

utilizan para identificar y evaluar las posibles medidas en P+L, así como para monitorear los ahorros posteriores a la implementación de las opciones de P+L.

- **Síntesis:** se identifican las medidas orientadas a la optimización y se evalúan utilizando criterios económicos, ambientales, técnicos y organizacionales. Esto se utiliza como base para determinar prioridades para la implementación de las medidas adecuadas, resultando en un plan de acción o plan de trabajo para la compañía.
- **Implementación:** una vez la síntesis ha sido completada, las medidas definidas son introducidas en los procesos productivos, de acuerdo con el plan de acción. Los ahorros obtenidos como resultado de la implementación son cuantificados, monitoreados y comparados con los ahorros predichos durante la etapa de síntesis.

5.4.9 Programa de investigación

5.4.9.1 **Objetivo:** Ampliar la base de datos del entorno y el proceso productivo del café de altura para obtener mejores herramientas técnicas aplicables a las fincas.

5.4.9.2 **Proyectos:**

- Fondo para realizar investigaciones.
- Proyecto de innovación.
- Alianzas con centros de estudio superiores.

5.4.9.3 **Duración:** Formación permanente los 10 años que dura la estrategia

5.4.9.4 **Indicadores:**

- Cantidad de investigadores realizadas
- Cantidad de información recolectada.
- Número de convenios realizados con la academia.

El programa de investigación se compone de tres proyectos:

a. Fondo para financiar investigaciones:

Por parte de ECS se creará el fondo para la financiación de las investigaciones, con aporte del 1.5% de las ganancias de cada beneficio de la Cueca.

b. Proyecto de innovación:

Se investigará sobre procesos productivos innovadores; se evaluarán técnica, económica y ambientalmente las nuevas tecnologías para beneficios de café, partiendo de la optimización en cada etapa del proceso. Los responsables de este proyecto serán los integrantes de la Junta Directiva de la ECS con el apoyo de CGP+L.

c. Alianzas con centros de estudio superior

Se buscará la alianza con la academia, por medio de la suscripción de convenios de cooperación interinstitucional o el intercambio de cartas de entendimiento, entre ellas universidades privadas y estatal, los centros de investigación y gestión, como el Instituto de Ambiente y Recursos Naturales (IARNA) de la Universidad Rafael Landívar.

5.4.10 Programa de monitoreo ambiental

Con el propósito de verificar el cumplimiento de la estrategia de producción más limpia en los beneficios de café, se contempla un plan de seguimiento a las acciones establecidas en el presente plan. En la medida que se verifica también se realizan actividades correctivas con el propósito de desarrollar las líneas establecidas. El fin del presente plan es el monitoreo, evaluación y seguimiento de las actividades de producción, estableciendo acciones, fechas y los responsables directos del cumplimiento de estas indicaciones.



Foto XXXI: Recursos ambientales de la cuenca a incluir en el plan de monitoreo ambiental

5.4.10.1 **Objetivo:** dar seguimiento a la implementación de la estrategia e identificar grados de avance y dificultades para superar las etapas críticas con miras a la toma de decisiones por parte de los empresarios cafetaleros.

5.4.10.2 Proyectos:

- Auditorías ambientales.
- Monitoreo de manejo de desechos sólidos.
- Monitoreo de erosión de suelos.

5.4.10.3 Duración: Monitoreo continuo durante los 10 años de proyección de la estrategia. Los indicadores serán medidos cada año y se realizará un informe para la toma de decisiones de los empresarios.

5.4.10.4 Indicadores:

- Grado de cumplimiento de estrategia.
- Reportes mensuales de monitoreo interno elaborados por cada beneficio.
- Resultados anuales de las auditorías ambientales efectuados por ECS.
- Eficiencia en el uso del agua, de la energía, de materias primas y reducción de desechos sólidos.

El programa de control, monitoreo y seguimiento ambiental se compone de tres proyectos:

a. Auditorías ambientales

Se deberán realizar auditorías ambientales internas para evaluar el nivel de cumplimiento de las recomendaciones de P+L en los beneficios, asimismo proponer medidas correctivas y otras mejoras. El diseño de un programa de Monitoreo y evaluación, implica dos aspectos fundamentales:

- Planificación y capacitación para el control ambiental:
 - i. Estructuración de la organización de las personas y de los habitantes.
 - ii. Elaboración de cuadro con medidas de mitigación establecidas e identificación de los responsables de su cumplimiento.²²
- Implementación de medidas correctivas:
 - i. Elaboración de cuadro de avance y cumplimiento de medidas.
 - ii. Programación de supervisiones.

La estrategia debe basarse en la comunicación entre los supervisores y encargados directos a fin de compartir información, aportar ideas y controlar que los procesos se lleven a cabo según este proyecto, con la asesoría de técnicos y profesionales relacionados al tema cuando fuera necesario.

En el anexo V, se muestra la programación del monitoreo y las medidas de mitigación recomendadas.

²² Cuadro de Plan de Gestión Ambiental (PGA), con regularizaciones, tiempos de ejecución y responsables.

Cuadro XI : Monitoreo ambiental y medidas de mitigación

ELEMENTO	MITIGACION	PROCESO A REALIZAR	FECHA	OBSERVACIONES
ATMOSFERA	Control de emisiones (povos en suspensión) Polvo por proceso de secado del grano	Uso de mascarillas, casco, guantes, etc. por parte del personal	Un mes después de entregado el estudio	La inversión que representa esta medida de mitigación es fuerte, y las remuneraciones son ambientales
FLORA	Reforestar áreas afectadas y zonas de erosión	Siembra de árboles y ampliación de reserva forestal	Un mes después de entregado el estudio	Implementar programas de forestación, pero deben ser reforzados
FAUNA	Siembra de diversas plantas en el área del casco y cultivos, a manera de no romper corredores ecológicos	Siembra de árboles de sombra en lugares estratégicos	Un mes después de entregado el estudio	
PROCESOS	Mejorar calidad y eficiencia productiva en a) materia prima, b) agua, c) energía y d) desechos	-Capacitación de personal -Reciclaje de agua -Tecnificación de procesos	Un mes después de entregado el estudio	Tecnificación de procesos de mejora en cuanto a P+L en las fincas
SALUD Y SEGURIDAD	Medicamentos y seguridad industrial de los trabajadores si es necesario	Capacitación Seguro Social	Un mes después de entregado el estudio	
SUELO	Disposición de residuos de la producción cafetalera	Rehúso de bayas de café para lombricompost	Un mes después de entregado el estudio	Los impactos causados serán mitigados y se generará una remuneración económica

AGUA	Reducción y tecnificación de consumo de agua durante el proceso	Recirculación de aguas mieles. Tratamiento de aguas mieles para no contaminar el Río.	Un mes después de entregado el estudio	La recirculación no disminuye la contaminación pero permite disminuir los costos de manejo y tratamiento posterior de las aguas ya que el volumen es menor
-------------	---	---	--	--

Fuente: Elaboración propia

b. Monitoreo de manejo de desechos sólidos.

Formular indicadores para determinar las cantidades de desechos permisibles en los beneficios de café y velar por su cumplimiento y monitoreo.

c. Monitoreo de erosión de suelos

Por ser un territorio altamente vulnerable a la erosión, con pocas superficies planas, parte de la estrategia incluye el programa de monitoreo de erosión de suelos, realizando las medidas preventivas descritas en el anexo. Evaluar el estado actual de los suelos en el momento de implementarse la estrategia para monitorear los progresos en este aspecto. Hacer evaluaciones semestrales para monitorear la disminución o aumento de la erosión y realizar las correcciones reversivas, de acuerdo a los resultados de dicha evaluación.

6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



Estrategia de Producción Más Limpia

para fincas cafetaleras
de la cuenca alta del



Río Naranjo

Conclusiones

- La industria cafetalera representa para Guatemala una actividad importante económica y socialmente. Los impactos ambientales consecuentes de sus procesos tienen efectos negativos sobre el territorio. Uno de los principales impactos es la contaminación de cuencas por las aguas mieles.
- La estrategia de P+L es una herramienta de utilidad que integra medidas preventivas y de mitigación aplicadas en fincas cafetaleras de las cuencas altas del Río Naranjo. Todos los beneficios de café, aplicando las mismas medidas, generan un cambio considerable en la cuenca.
- Se procede a contestar acá las preguntas de investigación:

La producción cafetalera no es sostenible en la Finca los Andes, porque no se les da un tratamiento final a los desechos sólidos y líquidos generados por la actividad.

Para que el proceso de producción de café sea sostenible se requiere del desarrollo de una estrategia que identifique programas, proyectos y metas a corto, mediano y largo plazo, con un sistema de seguimiento y evaluación.

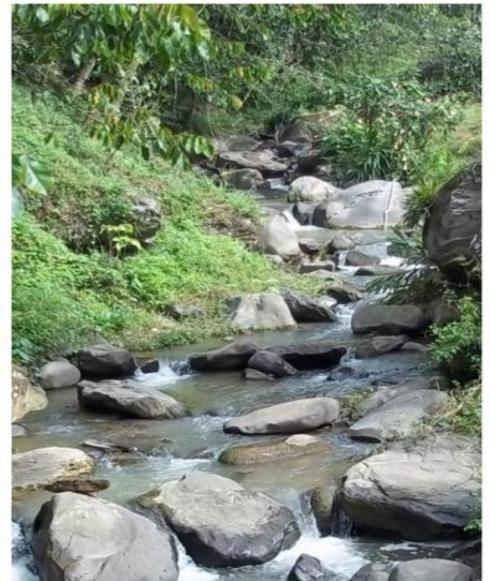
Para promover una P+L en el sector cafetalero de la cuenca alta del Río Naranjo se debe observar y gestionar cuatro aspectos: balance de materia prima, eficiencia energía, eficiencia del agua y la correcta disposición de residuos.

- Es un hecho que la versatilidad de la estrategia de P+L la hace aplicable a las fincas cafetaleras de la región, sin importar sus características fisiográficas, climáticas, bióticas, topográficas, etc. particulares de la cuenca alta del Río Naranjo.
- La evaluación y diagnóstico del caso de estudio de la Finca los Andes, ubicada en El Quetzal, San Marcos, sirvió como parámetro para determinar las condiciones ambientales del territorio y de producción de los beneficios húmedos. El diagnóstico dio como resultado que aplicando las recomendaciones de P+L se mejoraría considerablemente la eficiencia de producción y se optimizaría el tratamiento y utilización de residuos como abono orgánico.

Recomendaciones

- Organizar estratégicamente las fincas cafetaleras ubicadas en la cuenca alta del Río Naranjo, tanto de empresarios como pequeños caficultores, para promover las prácticas de P+L, el grupo se identifica con las siglas ECF. Si bien, es iniciativa de los empresarios la formación del grupo, el ente indicado para administrarlo es el MARN, con el apoyo del CGP+L. Dentro del plan de acción de la estrategia están los siguientes proyectos: sensibilización, organización y formulación de política. De esta manera se garantizaría la conservación de los recursos naturales de la cuenca del Río Naranjo uniendo esfuerzos.
- Utilizar adecuadamente la Estrategia de P+L descrita en este documento en el momento iniciar las operaciones en el beneficio húmedo, Hacer uso de las fichas de control y darle seguimiento para verificar su cumplimiento. Realizando estas acciones se podrán determinar los indicadores y obtener una evaluación certera sobre las mejoras ambientales y productivas.
- Promover la participación comunitaria dentro de la implementación de buenas prácticas de P+L, esto se logra con la capacitación continua. Los pobladores y trabajadores son las personas que llevarán a la práctica estas recomendaciones, por ello es importante hacerlos participe en las diferentes etapas.
- Reforzar con este documento programas de certificación como lo son el ya existente: C.O.F.E.E. PRACTICES de Starbukcs y certificados de calidad de ANACAFE, que promueven la sostenibilidad de la actividad cafetalera dentro del territorio.
- Velar por el estricto cumplimiento de las leyes y tratados internacionales relativos al ambiente, para cumplir con la protección y mejoramiento ambiental para lograr el bien común. Lo cual debe cumplir el MARN y MAGA como entidades estatales y competentes en la materia.
- Para la Cámara de Industria y CGP+L se recomienda sea asesor de la asociación de caficultores de la cuenca del Río Naranjo, durante el proceso de sensibilización, implementación de medidas de P+L y monitoreo ambiental posterior.
- Se recomienda para el sector cafetalero, buscar la incorporación a las nuevas normativas ambientales locales y nacionales; así como participar con el sector gubernamental relacionado con el tema ambiental. Se recomienda, a los caficultores, realizar un estudio de planta al CGP+L para obtener un diagnóstico del estado actual de los beneficios y acatar las recomendaciones propuestas.

7 BIBLIOGRAFÍA



Estrategia de Producción Más Limpia

para fincas cafetaleras
de la cuenca alta del

Río Naranjo



7.1 Libros

- ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ. 1999. *Conceptos básicos sobre el proceso del beneficiado húmedo del café*. Guatemala.
- ASOCIACIÓN NACIONAL DEL CAFÉ. 2000. *Manual del beneficiado húmedo del café*. Guatemala.
- CÁCERES, ESTRADA, R. 2000. *Desafíos y propuesta para la implementación más efectiva de instrumentos económicos en la gestión ambiental de América Latina y el Caribe: El caso Guatemalteco*.
- CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA DE HONDURAS. 2009. *Guía de Producción más Limpia para la industria forestal primaria (aserraderos)*. En coordinación con la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA).
- CONSEJO DEPARTAMENTAL DE DESARROLLO. 2007. *Plan Estratégico Territorial Boca Costa de San Marcos*. Guatemala.
- COMISIÓN NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE – FONDO MUNDIAL PARA EL MEDIO AMBIENTE – PROGRAMA DE NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. 1999. *Estrategia Nacional de Biodiversidad*. Editorial Servipensa. Guatemala.
- CENTRO GUATEMALTECO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA. 2003. *Manual de Buenas Prácticas Operativas de Producción más limpia en el sector de Beneficiado de Café*. Elaborado por el equipo técnico del CGP+L. Apoyado por PROARCA/SIGMA.
- DE LA CRUZ, J.R. 1982. *Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala a nivel de Reconocimiento*. INAFOR. Guatemala.
- JACQUET M. 1993. *Alternativas tecnológicas del beneficiado húmedo en relación a la conservación del medio ambiente*. CIRAD / CP. Montpellier Francia.
- KIREMIKJAN, A.S. 1997. *Mapeo de riesgo Sísmico para Guatemala*.
- PEICCE, 1993. *Proyecto estratégico del istmo centroamericano, componentes del fruto del café y beneficiado limpio*. Costa Rica.
- RODAS, C. 1988. *Los Desechos del Beneficiado*
- SALAZAR, O.A. 2001. *Análisis del sistema de administración de la empresa XX productora de café, basado en normas ISO 14 000 (Protección ambiental)*. Tesis de grado Universidad de San Carlos. Guatemala.
- SECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRESIDENCIA. 2006. *Guía de Facilitación de la planificación estratégica territorial y el plan de desarrollo municipal*. Guatemala.
- SECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRESIDENCIA. 2010. *Plan de desarrollo de El Quetzal San Marcos*. Consejo Nacional de Desarrollo del Quetzal. Guatemala.
- STARBUCKS COFFE COMPANY. 2004. *Programa de Productor Preferido. Apoyado por ANACAFÉ*. Guatemala.
- WAGNER, 2001. *Historia del café de Guatemala*. Villegas Editores, Edición No. 1 223pg. Guatemala.

7.2 Leyes, Reglamentos y Políticas

- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 1985. Constitución Política de la República. Guatemala.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 1997. Ley del organismo ejecutivo. Guatemala.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 1997. Código de salud. Guatemala
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 1989. Ley de Áreas Protegidas. Guatemala
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 1986. Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente. Guatemala.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 1989. Ley Forestal. Guatemala.
- CONGRESO DE LA REPÚBLICA. 1963. Ley del café. Guatemala.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. 1986. Reglamento de la Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente, Guatemala.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. 1996. Reglamento de la Ley Forestal Guatemala.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. 1963. Reglamento de la Ley del café Guatemala.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. 2006. Reglamento de la descarga y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos Guatemala.
- PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. 2010. Política de producción más limpia, acuerdo gubernativo. Guatemala.

7.3 Artículos

- AGUILAR, C. E. 1999. Beneficios económicos con la incorporación del componente ambiental en las empresas agrícolas. Revista agricultura de Guatemala. Editorial Impres. Guatemala.
- CERVANTES, M. A. 1996. Contaminación y beneficio húmedo del café, CONCAFE, revista de caficultora mexicana. Año 3 No. 15. México.
- DARDÓN B. 2010. El café guatemalteco vuelve a florecer. Prensa Libre.
- FERNÁNDEZ, A. 1996. Beneficio económico y ecológico del café, CONCAFE, revista de caficultora mexicana. Año 3 No. 12. México.
- FLORES, C. 2000. Caficultura sostenible, un equilibrio de vida. El Cafetal, Revista del caficultor año 2 No. 7. Guatemala.
- ORTIZ, A. 2012. Café Nacional se cotiza alto. Prensa Libre. Guatemala.

7.4 Tratados

- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. Agenda 21. 1992. Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro, Brasil.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. 1999. Manual de legislación ambiental de Guatemala, Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente, colaboración instituto de derecho ambiental de desarrollo sustentable.
- COMISIÓN CENTRAMERICANA DE AMBIENTE Y DESARROLLO. Alianza Centroamericana para el desarrollo Sostenible. 1994. Cumbre Ecológica Centroamericana para el Desarrollo Sostenible, celebrada en Managua, Nicaragua.

7.5 Páginas Web

- COLOMBIAN SPECIALITY COFFEES. 2009. Slideshare. <http://www.slideshare.net/sirhuila/cafe-produccion-mas-limpia-oct-2009>. Fecha de consulta: 15/07/2012.
- CPTS. 2004. Mayor rentabilidad y productividad con producción más limpia. <http://www.cpts.org/prodlimp/casosest/21CIACNEN.pdf>. Fecha de consulta: 3/07/2012.
- PORTIA, M.A. 2005. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. http://www.catie.ac.cr/BancoConocimiento/P/prodoma_boletines_2a/prodoma_boletines_2a.asp?Viene=&CodIdioma=ESP&CodSeccion=372&CodMagazin=74. Fecha de consulta: 16/07/2012

7.6 Mapas

- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 2005. Hojas cartográficas de la República, escala 1:50.000. Guatemala.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL. 1978. Diccionario Geográfico. Guatemala.
- INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES. 2000. Mapas institucionales. Guatemala.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN. 2000. Primera aproximación a un mapa de clasificación taxonómica de los suelos de la República a escala 1:250,000 (UPIE-MAGA). Guatemala.
- SECRETARÍA DE PLANIFICACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRESIDENCIA. 2005. Mapas del departamento de San Marcos. Guatemala.

8 ANEXOS



Estrategia de Producción Más Limpia

para fincas cafetaleras
de la cuenca alta del

Río Naranjo



8.1 ANEXO I: Evaluación corta para Diagnóstico rápido de P+L

LISTA DE CHEQUEO PARA DIAGNÓSTICO RÁPIDO DE P+L

Datos Generales:

Empresa: Finca Los Andes

Categoría de Producción: Agrícola

Gerente General: Zacabal S.A.

Dirección: Aldea Rancho Bojón, El Quetzal San Marcos, Guatemala

Teléfonos: 7761 2443

Correo Electrónico: deadobe@gmail.com

Gerente de Planta (persona de contacto)

Benito Zaldaña

Dirección: Aldea Rancho Bajón, El Quetzal, San Marcos

Teléfonos: 5645 1820

Consumo de agua

Consumo de agua de la red ____ m3 / año **Costo:** ____ US\$ / año **Consumo de agua de pozo** ____ m3 / año

Costo: ____ US\$ / año **Consumo otras fuentes** nacimientos propios 165,888 de agua que corre libremente. Se utilizan al año el 1% m3 / año **Costo.** 1,000.00 US\$ / año

Totales: ____ m3 / año **Costo:** ____ US\$ / año

Consumo de energía

Eléctrica (Red): Número de Transformadores uno (1) 25 kva.

Máx. Potencia demandada (total) ____ Kw.

Transformador 1. 25 Kw. **Transformador 2** ____ Kw.

Energía consumida (total) 18,000 Kwh. /año

Autogeneración: Capacidad instalada 25 kva Kw.

Generación _____

Rendimiento _____ Kwh. / unidad

Combustible: _____ GN mpc / año

Diesel 5.5 m3 / año **Gasol.** m3 / año

Costo total 6,598.00 US\$ / año

Gas Natural ____ mpc / año **Costo** ____ US\$ / año

Gasolina 4.2 m3 / año **Costo** 5,700.00 US\$ / año

Otros ____ m3 / año **Costo** ____ US\$ / año **Otros**

____ m3 / año

Total ____ US\$ / año

Principales cargas (energía eléctrica) Costo Total 4,500.00 US\$/año

El siguiente listado es sólo un ejemplo; al aplicar el instrumento se deben enumerar los principales usos

finales de la energía propios de su planta.

Uso Descripción Capacidad

Hornos

GUÍA METODOLÓGICA PARA DIAGNÓSTICO RÁPIDO

AGUA Y AGUA RESIDUAL:

- ¿Están monitoreando el consumo de agua en la empresa? Si No Parcialmente
- ¿Saben cuánto es el consumo de agua en cada una de las etapas del proceso? Si
- ¿Conocen la composición de las aguas residuales? Si
- ¿Conocen el costo del agua y de las aguas residuales? No
- ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de agua en su proceso productivo, utilizando las cantidades que realmente necesitan o reutilizando las aguas servidas? Si
- ¿Controlan el lavado excesivo, derrames o rebalses, en las diversas etapas del proceso de producción? No
- ¿Qué tipos de incentivos manejan con los empleados para procurar el ahorro en el consumo de agua? No existen
- ¿Está el personal capacitado en las metodologías a seguir para el ahorro del agua? No, debido a la falta de conciencia. Una o dos personas tienen la capacidad de trabajar este tipo de metodología. Hay que hacer conciencia.
- ¿Tienen un programa preventivo de mantenimiento para el equipo de conducción, distribución y operación de agua en la empresa, incluyendo responsables de aplicarlo? no
- ¿Tienen un programa de mantenimiento eficiente, que ayuda a reparar rápidamente daños que se puedan presentar en las tuberías y accesorios? Se cuenta con personal capacitado para reparaciones de emergencias. Herreros, plomeros.
- ¿Tienen dispositivos o separadores sólidos que eviten que éstos lleguen al recolector final de las aguas residuales o bien filtros de grasa y aceite en los sistemas de desagüe? Si se cuenta con depósitos emergentes para recolectar sólidos.
- ¿Tienen algún sistema de tratamiento para sus aguas residuales? Hay sistemas de separación de las aguas residuales las cuales van a tanque de sedimentación y evapotranspiración. Aunque es necesario implementar otros más.
- ¿Están cumpliendo con las leyes ambientales en cuanto a disposición de aguas residuales? En un 50%

ENERGÍA

- ¿Controlan el consumo de energía de la empresa? Si No Parcialmente
- ¿Saben cuánto es el consumo en cada una de las etapas del proceso? si
- ¿Conocen el costo mensual de cada una de las fuentes de energía, asegúrense de listarlas todas? si
- ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de energía en su proceso productivo. Si implementando un proyecto de producción de energía propia por medio de una hidroeléctrica ya que la finca cuenta con los recursos tanto hídricos como de topografía adecuada.
- el equipo e instalaciones que no se ocupen?
- ¿Qué disposiciones tienen para el ahorro de energía?. Manejo de maquinaria que no es utilizada dejándola prendida por descuidos, ahorro de energía en el sistema de alumbrado.
- ¿Qué tipos de incentivos manejan con los empleados para procurar el ahorro de energía? Ninguno.
- ¿Está el personal capacitado en las metodologías a seguir para el ahorro de energía? no

- ¿Qué medidas han tomado para controlar la pérdida de energía?. Al momento ninguna.
- ¿Tienen un programa preventivo de mantenimiento para el equipo e instalaciones en su empresa, incluyendo responsables de aplicarlo? Se cuenta con material y personal capacitado para dar mantenimiento al equipo en función. Motores, pulperos, sistema de cableado eléctrico.
- ¿Tienen un programa de mantenimiento eficiente, para reparar rápidamente daños que se pueden presentar? Si se cuenta.

- ¿Tienen dispositivos de seguridad en los equipos para evitar cortos circuitos, pérdidas de electricidad. Se cuenta con tableros y seguros para prevenir este tipo de daños. y daños en la maquinaria?

- ¿Las instalaciones eléctricas y equipos están de acuerdo a las necesidades reales de energía revisando. si

si no están sobre diseñados?

- ¿Han considerado la posibilidad de reducir el consumo de energía en su proceso productivo, estableciendo. si

límites en la temperatura del agua caliente o de los A/A por ejemplo o reutilizando el calor Residual? No se utiliza

- ¿Tienen una iluminación adecuada con medidas de bajo consumo? parcial

- ¿Utilizan sistemas eficientes para la producción de agua caliente, vapor, electricidad o enfriamiento? No se utiliza

- ¿Tienen un eficiente sistema de emergencia? Parcial.

- ¿Tienen un plan de medidas para la reducción de accidentes relacionados con la energía eléctrica? si

MATERIAS PRIMAS, INSUMOS Y RESIDUOS

- ¿Están monitoreando el consumo de materias primas, así como los residuos que se producen en su empresa? Si ___ No ___ Parcialmente ___

- ¿Saben cuánto es el consumo de materias primas en cada una de las etapas del proceso así como la producción de residuos? si

- ¿Conocen y controlan la calidad, cantidad y costo de las materias primas? si

Fuente: Guía de P+L para industrias madereras. Con datos obtenidos de Finca los Andes.

PROPUESTA DE P+L

FINCA LOS ANDES



Estrategia de Producción Más Limpia

para fincas cafetaleras
de la cuenca alta del



Río Naranjo

Finca

“Los Andes”



Zacabal S.A.
El Quetzal San Marcos

Finca: Los Andes

Sector: Industria Cafetalera

Dirección: Aldea Rancho Bojón, El Quetzal San Marcos. Guatemala

Contacto: Benito Zaldaña

Teléfono: 56511825

Correo: deadobe@gmail.com

Introducción	Finca Los Andes es una empresa familiar que trabaja en la industria cafetalera desde hace más de 100 años y procesa café únicamente cultivado en la misma. La finca tiene un área de una caballería 44 manzanas. Cultiva café de la variedad caturra y Borbón. El beneficio es de tipo industrial con capacidad para una producción diaria de 125 qq por hora. Cuenta con varios elementos que la hacen ser una industria sostenible dentro de la región. Sin embargo hay varias mejoras en cuanto a infraestructura y conceptos de P+L que pueden aplicarse. Esta información y análisis de campo aporta gran información al estudio de de las fincas cafetaleras de la cuenca alta del Río Naranjo por sus características fisiográficas y productivas muy similares.												
Producción	<p>Producción: cosecha 2011-2012 1200 qq de café pergamino seco</p> <p>Empleados: 3 personas en el beneficio húmedo</p> <p>Producto: Café pergamino seco al 100% certificado</p> <p>Procesos: Recepción, despulpado, fermentación, lavado y secado</p> <p>Materia prima: Cosecha 2010-2011 5,800 qq de café maduro</p> <p>Desechos Principales: Pulpa fresca y aguas mieles</p> <p>Fuente de energía: Energía eléctrica DEOCSA</p>												
Recomendación de P+L	<p>El enfoque de la evaluación en Planta de P+L fue dirigido principalmente al consumo de agua, manejo adecuado de desechos, emisiones y optimización de procesos. A partir de esta evaluación se generaron opciones de P+L</p> <table border="1" data-bbox="429 1348 1448 1780"> <thead> <tr> <th>Opción P+L</th> <th>Beneficios</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Optimizar la actividad de lombricultura</td> <td>Mayor producción de abono orgánico y reducción de malos olores</td> </tr> <tr> <td>Ampliar depósitos de aguas mieles</td> <td>Se optimiza el consumo de agua; manejo adecuado de micro cuencas</td> </tr> <tr> <td>Tecnificación de sistema de secado</td> <td>Reducción de emisiones atmosféricas. Menor quema de leña</td> </tr> <tr> <td>Instalar un depósito de recuperación de granos filtrados</td> <td>Optimización en el uso de insumos para producción (materia prima, agua, energía, tiempo)</td> </tr> <tr> <td>Techado de depósito de pulpas</td> <td>Reducción de contaminación de cuencas y mantos freáticos; mejora de compost</td> </tr> </tbody> </table>	Opción P+L	Beneficios	Optimizar la actividad de lombricultura	Mayor producción de abono orgánico y reducción de malos olores	Ampliar depósitos de aguas mieles	Se optimiza el consumo de agua; manejo adecuado de micro cuencas	Tecnificación de sistema de secado	Reducción de emisiones atmosféricas. Menor quema de leña	Instalar un depósito de recuperación de granos filtrados	Optimización en el uso de insumos para producción (materia prima, agua, energía, tiempo)	Techado de depósito de pulpas	Reducción de contaminación de cuencas y mantos freáticos; mejora de compost
Opción P+L	Beneficios												
Optimizar la actividad de lombricultura	Mayor producción de abono orgánico y reducción de malos olores												
Ampliar depósitos de aguas mieles	Se optimiza el consumo de agua; manejo adecuado de micro cuencas												
Tecnificación de sistema de secado	Reducción de emisiones atmosféricas. Menor quema de leña												
Instalar un depósito de recuperación de granos filtrados	Optimización en el uso de insumos para producción (materia prima, agua, energía, tiempo)												
Techado de depósito de pulpas	Reducción de contaminación de cuencas y mantos freáticos; mejora de compost												

1. Recepcion del café

El proceso se inicia en el tanque de pesado, donde se recibe y pesa el café de los tapiscadores. Este es un depósito seco. Posteriormente se traslada por medio de un canal con agua reciclada a los pulperos.

2. Despulpado

El grano es dirigido por los canales con agua hacia las despulpadoras, donde se le quita la cascara al café. Finca los Andes cuenta con 3 despulpadoras que funcionan con energía eléctrica de DEOCSA con una capacidad de 125 quintales por hora. Un canal dirige el grano hacia una criba de flote.

3. Clasificación

El proceso de clasificación ocurre por densidad del grano, para identificar los granos de primera calidad. Los granos de mayor peso específico pesan y se van al fondo de la criba, y los otros flotan y son clasificados como de segunda y tercera categoría. Los granos de primera calidad se van a los tanques de fermentación; los granos de segunda y tercera calidad se van a otros tanques de fermentación donde llevan un proceso diferente.

4. Fermentación en pilas

El grano se queda reposando en estas pilas de 24 a 30 horas en seco, hasta alcanzar el grado apropiado y que el mucílago de los granos pueda ser separado en los canales de lavado. En la Finca los Andes se tienen 3 piletas de fermentación con capacidad para 225 quintales cada una.

5. Lavado (canales de lavado)

El grano despulpado y fermentado es trasladado con agua a canales de lavado (correteros). En este proceso se les quita el mucílago y se obtienen las aguas mieles. Las aguas mieles son dirigidas a tanques de evapotranspiración.

6. Secado en patio

Existen dos procesos según la calidad, en finca los Andes se hacen los dos procesos: a) Secado 100% en patio da una mejor calidad de café artesanal. b) El patio como presecado y luego utilizar una secadora con horno de leña. El grano se extiende en los patios manualmente por medio de paletas y rastrios, Este proceso dura de 48 a 60 horas.

7. Secado mecánico

Luego de un presecado en patio, se lleva a la secadora mecánica tipo guardiola, que funciona por medio de un horno de leña, el cual traslada el aire caliente por medio de tuberías a los depósitos donde el café esta siendo secado. Finca los Andes cuenta con dos secadores tipo guardiola, una de 80 quintales y una de 45 quintales. Utiliza para la combustión leña de árboles de sombra de la finca.

8. Empaquetamiento

El café pergamino cuando está en punto se saca de la secadora y encostala manualmente en sacos de yute. Se pesa el café para que cada saco tenga 100 libras (1 qq). Luego se cose para que no se desborden los granos.

9. Almacenamiento

Se almacenan los costales en bodegas controlando la humedad, y se verifica que esté limpio de químicos, combustibles, fertilizantes, etc. Se apilan en filas de 50 a 75 quintales.

10. Transporte

Se hace por medio de una compañía que cumple con garantías de seguro, eficiencia y seguridad. El transporte se realiza desde la finca hasta la compañía exportadora que se ubica en Palín, Escuintla.

Subproductos:

El bagazo del café es utilizado para lombricompost; una vez dirigido por los canales al lugar de depósito y fermentación se coloca en las distintas cabinas con lombrices que se encargan del resto del proceso.

Recomendaciones a implementar
Finca Los Andes

1. Ampliar depósito de Aguas Mieles



Situación actual:

Actualmente se cuenta con tanque que no cumple con los requerimientos de capacidad de trabajo, porque procesa únicamente un 25% de las aguas mieles.

Propuesta de P+L:

Se propone construir 3 tanques más para hacer más eficiente el proceso de evapotranspiración de aguas mieles, y reducir así la contaminación a la cuenca del Río Naranjo, provocada al descargar las aguas mieles directamente.



2. Depósito de recuperación de granos filtrados



Situación actual:

Muchos granos de calidad se pierden por desperfectos en los pulperos, por mal manejo de los correteos de lavado. Existe un porcentaje alto de pérdida de granos.

Propuesta de P+L:

Edificar un tanque de recuperación de granos, que hará más eficiente el proceso. Se perderá menos materia prima (se pierde actualmente un 15%) por lo que se mejorará la producción.

3. Eficiencia en secado mecánico



Situación actual:

Las secadoras de guardiola utilizadas en Finca los Andes consumen dos tareas y media de leña por cada 45 quintales secados. Aunque se utilizan subproductos para la quema, este proceso puede hacerse más eficiente utilizando cascabillo de granos de segunda y tercera calidad.

Propuesta de P+L:

Utilizar secadoras más eficientes con menor gasto de leña y mayor eficiencia en la producción de calor.

4. Optimizar actividad de lombricultura



Situación actual:

Actualmente se utiliza un 5% de las pulpas destinadas a la actividad de lombricultura. Es un elemento desaprovechado totalmente. Solo existen 6 depósitos sin las condiciones necesarias.

Propuesta de P+L:

Hacer una reingeniería total al proyecto de lombricultura.

Ampliar la cantidad de depósitos para tener mayor cantidad de composta.

Así mismo mejorar las condiciones de las lombrices, para que mejoren su producción, proporcionándoles mejores instalaciones, iluminación, humedad y mantenimiento.

Aplicando esta recomendación se aumentarían los ingresos en un 80% con relación a lo que se está utilizando actualmente.

5. Techado del depósito de pulpa



Situación actual:

El depósito de pulpas está a medio construir. Cada vez que llueve caen aguas sobre las pulpas y éstas generan líquidos contaminantes que se van a la cuenca del río, malos olores, moscas y contaminación visual

Propuesta de P+L:

Al terminar el techado de estructura metálica y proporcionar un acceso adecuado para camión permitirá y optimizará el proceso de descomposición de la pulpa.

Los lixiviados provenientes de la cáscara de café ya no se filtrarán en los mantos freáticos porque la pulpa permanecerá seca, y con la optimización de la lombricultura el almacenamiento será cada vez menor.

**COSTOS PARA IMPLEMENTAR RECOMENDACIONES DE P+L EN
FINCA LOS ANDES**

LOMBRICULTURA.

DIEZ TANQUES PARA REPRODUCCION Y PRODUCCION DE ABONO

5 metros de largo x 1 metro ancho x 1 mts alto

materiales	cantidad	valor/unit	valor/total
block	1,300.00	Q3.50	Q4,550.00
hierro 3/8	26.00	Q26.00	Q676.00
cemento	20.00	Q72.00	Q1,440.00
arena	5.00	Q100.00	Q500.00
piedrin	6.00	Q175.00	Q1,050.00
parales madera	36.00	Q75.00	Q2,700.00
costaneras madera	48.00	Q75.00	Q3,600.00
lamina de zinc	15.00	Q125.00	Q1,875.00
			Q16,391.00

DEPOSITOS DE AGUAS MIELES

tres tanques de 20 x 20 x 1.5 metros

materiales	cantidad	valor/unit	valor/total
block	250.00	Q3.50	Q875.00
hierro 3/8	13.00	Q26.00	Q338.00
cemento	25.00	Q72.00	Q1,800.00
arena	6.00	Q100.00	Q600.00
horas traktor	8.00	Q250.00	Q2,000.00
			Q5,613.00

TECNIFICADO DE SISTEMA DE SECADO

Ampliar patios de secado

materiales	cantidad	valor/unit	valor/total
cemento	45.00	Q72.00	Q3,240.00
arena	8.00	Q100.00	Q800.00
horas traktor	12.00	Q250.00	Q3,000.00
			Q7,040.00

DEPOSITO DE RECUPERACION DE GRANOS FILTRADOS.

materiales	cantidad	valor/unit	valor/total
block	150.00	Q3.50	Q525.00
hierro 3/8	6.00	Q26.00	Q156.00
cemento	10.00	Q72.00	Q720.00
arena	2.00	Q100.00	Q200.00
horas traktor	1.00	Q250.00	Q250.00
			Q1,851.00

TECHADO DEPOSITO DE PULPAS. 25 mts x 30 mts

materiales	cantidad	valor/unit	valor/total
tornillos	1,500.00	Q1.25	Q1,875.00
platinas	6.00	Q250.00	Q1,500.00
joist metalico	3.00	Q1,500.00	Q4,500.00
costanera metalica	60.00	Q75.00	Q4,500.00
lamina de zinc	75.00	Q125.00	Q9,375.00
			Q21,750.00

RESUMEN DE COSTOS	
Lombricultura	Q16,391.00
Deposito de aguas mieles	Q5,613.00
Tecnificado sistema de secado	Q7,040.00
Deposito de recuperaci3n de granos filtrados	Q1,851.00
Techado deposito de pulpas	Q21,750.00
TOTAL	Q52,645.00

Fuente: Elaboraci3n propia

CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACI3N MEDIDAS DE P+L PARA FINCA LOS ANDES²³

PROGRAMA	Año 2013									
	En e	Fe b	Ma r	Ab r	Ma y	Ju n	Ju l	Ag o	Sep t	Oc t
1 · Lombricultura	■	■								
2 · Deposito de aguas mieles					■	■				
3 · Tecnificado sistema de secado							■	■		
4 · Deposito de recuperaci3n de granos filtrados			■	■						
5 · Techado deposito de pulpas									■	■
	Q16,391		Q1,851		Q5,613		Q7,040		Q21,750	

²³ Moneda quetzal.

8.3 ANEXO III: Fichas para control y monitoreo de producción en planta

Hoja de registro para el mantenimiento del equipo e instalaciones.
Nombre o código Mantenimiento
Requerido
Puntos a observar Fecha de mantenimiento
Responsable Fecha Próxima

Lista para el control de la implementación de buenas prácticas.
Eficiencia en el uso de _____ Nombre de la empresa

Responsable de la verificación _____ Fecha

Práctica Área del proceso en
que se implementa
Fecha de verificación Es eficiente
Recomendaciones

Registro de producción mensual
No. Fecha de
recibo
Área Maquina Producto Unidad Cantidad/ mes Costo/mes

Registro de sub-productos
No. Fecha de recibo Área donde se
genera
Sub-Producto Unidad Cantidad/ mes Costo/mes

Registro de materias primas
No. Fecha de recibo Área Producto Unidad Cantidad/ mes Costo/mes

Registros de residuos líquidos
Agua residual Fuente contaminante
Cantidad
aproximada
Peligro Costo del tratamiento
Tipo de tratamiento
Resultados esperados

Registro de residuos sólidos
Residuo
Sólido
Fuente
principal
Cantidad
Ton/mes

Subproducto
Ton/mes
Residuos
sin vender
Ton/mes
Peligrosos
(Si o No)
Costo
Actual
Costo de Disposición

Registro de emisiones
Efluentes/ emisiones Fuente Cantidad (Ton/año) Costo total Medida de reducción

Ficha para el control de la entrada de agua
No. Fecha Punto de entrada de Agua Cantidad (m ³) Observaciones

Ficha para el control de la salida de agua
No. Fecha Punto de salida de Agua Cantidad (m ³) Observaciones
Tratamiento utilizado
Resultados de análisis

Cuadro 27. Ficha para el monitoreo del uso de agua
Responsable Fecha de inspección Punto de inspección
(entrada o salida)
Valor ideal Valor actual Problema encontrado
Fugas

8.4 ANEXO IV: Guía para estrategia de P+L fincas cafetaleras de la cuenca Alta del Río Naranjo

PROGRAMAS	VISIÓN	"Desarrollar beneficios con estándares técnicos, científicos, económicos y sociales que incluyan buenas prácticas de producción más limpia que les permitan su sostenibilidad"			
	OBJETIVO SUPERIOR	Incorporar paulatinamente las tecnologías limpias en la producción del café, para hacerlo compatible con el ambiente			
1.	ORGANIZACIÓN ESTRATÉGICA				
	OBJETIVO	No.	PROYECTOS	PRINCIPALES ACCIONES	RESPONSABLE
	Establecer una asociación de empresarios del café en la Cuenca del Río Naranjo para	a	Sensibilización a empresarios cafetaleros con respecto a P+L	Desarrollar campañas de capacitación por parte del CGP+L, Jornadas de sensibilización.	CGP+L
b		Organización de asociación de Empresarios Caficultores Sostenibles (ECS)	Definir junta directiva. Organigrama institucional, legalización de entidad. Representatividad legal.	CGP+L y ECS	

	desarrollar un proceso de gestión ambiental común.	c	Formulación de política de P+L para beneficios húmedos de café de la cuenca alta del Río Naranjo	Establecer visión, misión, principios y metas en la política de producción más limpia que formule y apruebe ECS.	CGP+L y ECS
BUENAS PRÁCTICAS DE P+L					
2.	Lograr en el largo plazo, la certificación ambiental de todos los beneficios que se ubican en la Cuenca del Río Naranjo.	a	Capacitación de personal	Capacitar en aplicación de procedimientos en seguridad industrial y buenas prácticas de P + L, procesos de un sistema de gestión ambiental y estándares de calidad.	ECS
		b	Reconocimiento a mejor beneficio y empleado por utilización de prácticas de P+L	Definir directrices para mejorar prácticas de P+L. Planillas de desempeño y otros.	ECS
		c	Mantenimiento de equipo para distintas etapas	Mantener el equipo de despulpado, lavado y secado del grano, (Manual de uso) y mejorar los procesos de supervisión del desempeño del equipo.	ECS
		d	Mantenimiento de instalaciones y equipo	Mantener las instalaciones de recepción de grano, secado y oficinas.	ECS
		e	Definición de instrumentos de diagnóstico rápido de buenas prácticas	Definir formulario para diagnóstico rápido de situación actual de fincas (manuales de uso para equipo e instalaciones, fichas de control y monitoreo de producción en planta).	ECS
		f	Diseño de manual de operaciones	Elaborar manual para operaciones de proceso: despulpado, lavado, fermentación, secado y almacenado.	ECS
		g	Elaboración de instrucciones de trabajo para actividades y tareas ambientalmente críticas	Desarrollar instrucciones de trabajo para siembra, cosecha y tratamiento de desechos sólidos y líquidos.	ECS
		h	Contratación de empresa asesora en Norma ISO 14000	Redactar términos de referencia, realizar el concurso, seleccionar firma, evaluar los beneficios, aprobar las recomendaciones y buscar la certificación de los beneficios que cumplan con los requisitos	ECS con apoyo de CGP+L
		i	Seguridad ocupacional	Elaborar instrucciones de seguridad para manejo de maquinaria y químicos peligrosos.	ECS
		PROTECCIÓN DE SUELOS			
3	Disminuir la erosión de los suelos en la cuenca y optimizar la productividad del cultivo.	a	Control de erosión	Control de herbicidas, identificar áreas de riesgo, Plan de administración de suelos, definir actividad de siembra, barreras vivas,.	ECS
		b	Productividad de suelos	Describir técnicas para mantener humedad y capa fértil del suelo.	ECS

AGUA EFICIENTE				
OBJETIVO	No.	PROYECTOS	PRINCIPALES ACCIONES	RESPONSABLE
4 Disminuir el consumo de agua y disminuir la cantidad de aguas residuales que requieren tratamiento.	a	Manejo del agua en el proceso	Monitorear el consumo del agua por etapa, implementar acciones para el ahorro del agua y registro del ahorro.	ECS
	b	Eficiencia del agua	Describir la práctica de P+L para la recirculación de agua.	ECS
ENERGÍA EFICIENTE				
OBJETIVO	No.	PROYECTOS	PRINCIPALES ACCIONES	RESPONSABLE
5 Manejar eficientemente la energía en el proceso de producción de café para mejorar la competitividad de los beneficios.	a	Eficiencia energética	Evaluar procesos, monitorear el consumo de energía por etapa, comprar equipo más eficiente, registrar el ahorro del uso de energía.	ECS
	b	Consumo de energía calórica	Levantamiento información del equipo consumidor usado en el beneficio, mejorar el proceso de secado, eliminar fugas en el sistema de distribución de aire caliente, y dar mantenimiento preventivo todo el tiempo.	ECS
	c	Eficiencia en el secado	Desarrollar premisas para la eficiencia en el proceso de secado.	ECS
MATERIA PRIMA E INSUMOS EFICIENTES				
OBJETIVO	No.	PROYECTOS	PRINCIPALES ACCIONES	RESPONSABLE
6 Manejar eficientemente las materias primas e insumos para propiciar impactos positivos económicos y ambientales en los beneficios	a	Uso eficiente de materia prima	Monitorear el consumo de materia prima por etapa de proceso, registro de resultados de la automatización de la dosificación de las materias primas, control del consumo de materia prima y control de recibo y manejo de materia prima.	ECS
	b	Mejora en proceso productivo para optimización de materia prima	Mejorar el equipo para optimizar el aprovechamiento de materia prima y evitar pérdidas durante el proceso.	ECS

GESTIÓN DE RESIDUOS				
OBJETIVO	No.	PROYECTOS	PRINCIPALES ACCIONES	RESPONSABLE
7 Gestionar los residuos desde la fuente para reducir los impactos ambientales negativos en los beneficios	a	Separación de residuos y efluentes	Analizar las características de los residuos, reciclaje de residuos, reutilización de residuos, desecho de residuos peligrosos, tratamiento de residuos sólidos, implementación de lagunas de oxidación, implementación de plantas de tratamiento, implementación de proyectos de riego con agua previamente tratada, reutilización de melaza como subproducto y reutilización del bagazo.	ECS
	b	Reducción de residuos en la fuente	Incluir las recomendaciones (como tareas) que ya tiene en su documento.	ECS
	c	Tratamiento de aguas residuales	Incluir las recomendaciones (como tareas) que ya tiene en su documento.	ECS
	d	Elaboración de compost a partir de cáscara de café	Elaboración del manual de elaboración de compost orgánico con base en la cáscara de café. Actualizar tecnificación y procesos de comercialización.	ECS
COSTOS Y BENEFICIOS DE P+L				
OBJETIVO	No.	PROYECTOS	PRINCIPALES ACCIONES	RESPONSABLE
8 Valorar y comparar los costos y beneficios de la P+L para contribuir a la toma de decisiones de las inversiones; así como observar los beneficios y los ahorros económicos en el proceso de producción del café.	a	Modernización del departamento de finanzas	Modernizar departamentos de finanzas en los beneficios, que incluyan el diseño de instrumentos de contabilidad necesarios para asignar los costos ambientales (ej. eliminación de residuos).	ECS
	b	Mecanismos económicos y financieros para la P+L	Formular programas de financiamiento y de gestión de préstamos blandos para la implementación de tecnologías limpias y apropiadas.	ECS
	c	Reducción de costos	Evaluar costos de producción, evaluar costos presupuestados, evaluar costos disponibles y programar acciones para reducción de costos.	ECS

INVESTIGACIÓN				
OBJETIVO	No.	PROYECTOS	PRINCIPALES ACCIONES	RESPONSABLE
9 Ampliar la base de datos del entorno y el proceso productivo del café de altura para obtener mejores herramientas técnicas aplicables a las fincas.	a	Fondo para financiar investigaciones	Estimar una cuota por beneficio para alimentar un fondo rotativo	ECS
	b	Innovación	Investigar sobre procesos productivos innovadores; evaluar técnica, económica y ambientalmente las nuevas tecnologías para beneficios de café, partiendo de la optimización en cada etapa del proceso.	ECS con apoyo de CGP+L
	c	Alianzas con centros de estudio superior (USAC)	Suscribir una carta de entendimiento con la academia, entre ellas universidades, centros de investigación y gestión.	CGP+L y ECS
MONITOREO AMBIENTAL				
OBJETIVO	No.	PROYECTOS	PRINCIPALES ACCIONES	RESPONSABLE
10 Dar seguimiento a la implementación de la estrategia e identificar grados de avance y dificultades para superar las etapas críticas con miras a la toma de decisiones por parte de los empresarios cafetaleros.	a	Auditorías ambientales	Realizar auditorías ambientales internas para evaluar el nivel de cumplimiento de las recomendaciones de P+L en los beneficios, asimismo proponer medidas correctivas y otras mejoras.	CGP+L
	b	Monitoreo de manejo de desechos sólidos	Formular indicadores para determinar las cantidades de desechos permisibles en los beneficios de café y velar por su cumplimiento y monitoreo.	CGP+L
	c	Monitoreo de erosión de suelos	Evaluar el estado actual de los suelos al momento de implementarse la estrategia para monitorear los progresos en este aspecto.	CGP+L

8.5 ANEXO V: Manual de lombricultura utilizando cascara de café

Características generales de la lombriz roja

En estado adulto, la longitud media de la lombriz roja californiana está comprendida entre 5 y 9 cm con un diámetro de 3 a 5 mm, tamaño que alcanza a los 7 meses de edad. El peso es de 1 gramo aproximadamente. Una lombriz consume diariamente una cantidad de residuos orgánicos equivalente a su peso o a la mitad, según las condiciones de vida. El 60% de lo que ingiere se convierte en abono y lo restante lo utiliza para su metabolismo y generar tejidos corporales.²⁴

Recomendaciones:

Para tener un buen criadero, es necesario tomar las siguientes normas de prevención:

²⁴ MTRO. MENDOZA GOMÉZ L. 2008. Manual de Lombricultura. Secretaria de Educación Pública. Chiapas, Mexico.

1. Probar siempre el nuevo material, poniendo durante dos días algunas lombrices y controlando su estado de salud.
2. Controlar la temperatura y el agua.
3. Cuando se incorporen harinas comerciales o alimentos más fuertes, echarlos con precaución y en pequeñas cantidades.

Condiciones Ambientales

- 19-20 °C óptimo desarrollo
- Humedad: 85%
- Producción normal por lombriz: 1.500 lombrices anuales
- Generaciones por lombriz: 5
- pH de desarrollo: 6.5 - 7.5

Luminosidad

Teme a la luz, ya que los rayos ultravioleta las matan.

Producción de humus y carne

Del total de lo ingerido por la lombriz, el 60% es transformado en humus y el 40% restante, en carne (crecimiento de su biomasa)

La producción comercial se debe manejar como cualquier tipo de producción animal.

Ventajas

- No contraen enfermedades
- Fácil manejo de producción
- Rapidez en la producción de abono

Reproducción

Las lombrices son hermafroditas incompletas, es decir, cuentan con los órganos reproductores de los dos sexos, pero necesitan de otro individuo para fecundarse. La lombriz roja alcanza su madurez sexual a los 3 meses de edad y copula cada siete días, si la temperatura y la humedad del medio son de su agrado. El resultado de cada apareamiento son dos huevos o cocones - uno por cada integrante de la pareja - que se abrirán en un lapso de entre 12 y 21 días, dependiendo de la temperatura en que se encuentren. De cada cápsula saldrán hasta 9 lombrices, con un promedio standard de 4, esto depende del manejo que se le este dando al Lombricultivo (alimentación, acidez del medio, humedad, temperatura, etc.).

En condiciones óptimas, es decir, con una temperatura adecuada (19/20°) y la humedad constante, una pareja de lombrices puede llegar a producir 3.000 crías por año (1.500 cada lombriz). La población de un lombricario puede duplicarse en el término de 45/60 días, con los consecuentes beneficios para la explotación. Sin

embargo, estas condiciones óptimas son muy difíciles de obtener en una explotación a campo, por lo que los resultados finales casi nunca llegan a estas cifras.

La actividad sexual de las lombrices rojas disminuye durante los meses muy calurosos o fríos, siendo la temperatura óptima para el apareamiento los 20° C.

Desde el mismo momento de su nacimiento, las lombrices son autosuficientes; comen solas y solo necesitan para sobrevivir que el sustrato donde se encuentran sea lo suficiente húmedo y tierno para ser perforado por su minúscula boca.

Hábitat de la lombriz

La lombriz roja de California vive en cúmulos de materia orgánica en descomposición (estiércoles, hojas, cáscaras, etc.) que le sirve tanto de alimento como de hogar. O sea que para sobrevivir necesita un lecho (o cuna) rico en desechos de todo tipo, bien triturados (ya que no posee dientes), abundantemente regados y con buen drenaje. Es por ello que el hábitat en cascara de café es adecuado para su desarrollo.

Habita en los 50 cm. superiores de la superficie del lecho; por ello tiene gran sensibilidad hacia los cambios climáticos. Es fotofóbica y los rayos ultravioletas pueden causarles graves perjuicios, así como una excesiva humedad (cúmulos encharcados). La acidez del suelo y de los alimentos a ingerir son factores que dificultan su desarrollo natural en su hábitat.

Las condiciones ideales para la cría de lombrices en un medio confortable son las siguientes:

1. Humedad: La ideal debe alcanzar un 70 a 80%, dado que necesita un medio húmedo para poder deslizarse y para ingerir los alimentos. Un nivel más bajo impediría el desplazamiento y, al mantenerse la comida seca, no podría succionarla. El exceso origina empapamiento y una oxigenación deficiente.
2. Temperatura: para las lombrices en crecimiento, el rango adecuado de temperatura en el lecho debe ser entre 12 y 25° C y para los cocones, entre 12 y 15 ° C.
3. pH: debe ser lo más próximo a 7. Para ello, los alimentos deben recibir los tratamientos de compostaje adecuados.

Cuando se crían lombrices californianas a la intemperie es muy importante ubicarlas en un lugar sombreado ya que la temperatura al sol es mucho más alta que el registro ambiental. Los árboles de hojas caducas son los más apropiados para este fin porque sus hojas protegen a las cunas de la radiación solar durante la estación estival y se caen durante el invierno cuando se necesita calor. Quedan descartados los árboles resinosos (pinos) y aquellos que contengan tanino (nogales, castaños) ya que sus hojas resultan tóxicas para los gusanos.

En el caso de instalar las cunas bajo la copa de árboles frutales, deben evitarse los tratamientos con insecticidas ya que los mismos, o las hojas tratadas que caen sobre los lechos, perjudicarían a los planteles.

Las cortinas de árboles son muy importantes, no sólo por brindar amparo de los vientos fuertes, sino también para combatir el frío, ya que aumentan en 2° ó 3° C la temperatura dentro del predio. Las cunas se deben colocar en el sentido de los vientos dominantes.

El terreno debe poseer una ligera pendiente para que el agua de lluvia se escurra con facilidad. Si el agua se amontona un poco no importa, pero hay que desechar terrenos que se inundan más de 20 cm aunque esto ocurra ocasionalmente.

El agua de riego, si bien no es imprescindible que sea apta para consumo humano, sí lo debe ser para consumo animal. Es importante que el agua no sea "dura" (con exceso de sales), pues el humus llevará estos elementos nocivos a las plantaciones.

Cuidados

Como todos los seres vivos de la naturaleza, las lombrices tienen enemigos entre otras especies de animales, contra los cuales el lombricultor debe protegerlas. Varias clases de insectos y de escarabajos le perjudican, también los pájaros, en general, la gallina y todas las gallináceas, los erizos, los ciempiés y las hormigas.

Los depredadores directos más frecuentes son los pájaros (cuervos, mirlos, tordos...) ya que excavan la tierra con sus patas y pico, siendo la medida de control más eficaz la cubierta del lecho con ramas o mallas antigranizo, además, con esta medida se evita la evaporación y se mantiene la humedad.

Como medida preventiva, para eliminar las ratas y ratones se emplearán desratizaciones en puntos estratégicos de las instalaciones y, además, sirven de medidas higiénicas. Las hormigas rojas y los ratones se comen a las lombrices, pero se los puede mantener alejados manteniendo una humedad del 80 % en los lechos de cría.

Los topos son los peores enemigos de las lombrices, ya que practican túneles profundos a modo de excavadora. Se combaten protegiendo los lechos con materiales que impidan su acceso: ladrillos, mallas metálicas, etc.

La presencia de escarabajos, moscas, ciempiés, ácaros, bichos bolita, babosas y hormigas es indeseable, pues compiten por el consumo de alimento y alteran las condiciones del medio. No existen medios físicos eficaces para su control, salvo evitando que se instalen las colonias de parásitos mediante un buen manejo de las unidades de cría.

Cierto tipo de hormigas ingiere los azúcares de los alimentos destinados a las lombrices. Si se las molesta un poco humedeciendo la compostera terminan

buscándose un sitio más tranquilo. También se puede disponer sobre el lecho cáscaras de papa, naranjas o melón para atraerlas y luego retirarlas.

El hombre se encuentra entre los principales enemigos de la lombriz. En estado silvestre, las daña con el uso de antiparasitarios, insecticidas y abonos químicos. En el criadero, los parásitos son un indicador de un manejo incorrecto por parte del lumbricultor (por lo general baja humedad y lechos demasiado ácidos).

Para eliminar los gorgojos se recomienda espolvorear la zona invadida con azufre o utilizar a modo de lanzallamas el quemador normal de gas, tipo "camping".

La planaria causa daños muy importantes en los criaderos comerciales. Se trata de un pequeño gusano platelminto, de cuerpo plano, de color oscuro con rayas a lo largo del cuerpo. Este parásito se adhiere a la lombriz y mediante un tubo absorbe sus líquidos corporales matándola.

Dado que las planarias se desarrollan y comienzan a depredar a las lombrices cuando el pH del medio desciende a menos de 7.5 (Meléndez y otros), es recomendable evitar estiércoles viejos (con más de 20 días de haber sido producidos).

Se recomienda tener muy buen drenaje en los lechos y pasillos siendo preferibles los riegos breves y frecuentes que intensos y distanciados en el tiempo. También ha experimentado con éxito la colocación de pedazos de plástico para atraer a las planarias que se juntan debajo buscando refugio y luego destruirlas con cal viva.

Compostaje natural y artificial

La lombriz roja, se alimenta fundamentalmente de elementos orgánicos en descomposición. Sin embargo, estos alimentos deben tener un procesamiento previo antes de ser entregado a las lombrices: el compostaje.

Compostar es un proceso en el que una materia orgánica se transforma en un producto de características distintivas que denominamos genéricamente Humus.

En la Naturaleza, en sitios donde se acumulan desechos vegetales y animales, éstos son degradados por agentes fisicoquímicos y biológicos.

La temperatura, el aire y el agua aportan el entorno óptimo para que insectos, arañas, gusanos, caracoles, bichos bolita y, por supuesto las lombrices, degraden la materia orgánica. Son los microorganismos los responsables de los nutrientes estén disponibles para la planta.

La materia orgánica se mineraliza desde el nitrógeno del aire hasta la formación del nitrato, que es el elemento asimilable por la planta. La energía necesaria para que del nitrógeno del aire (gaseoso) se obtengan nitratos, es aportada por la oxidación de los hidratos de carbono del material vegetal. En este paso se produce además agua y anhídrido carbónico. Recalcaremos que este proceso es aerobio (en presencia de aire), ya que sin la presencia del oxígeno, el producto resultante sería metano, gas maloliente y letal para las lombrices.

El compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos para su uso como fertilizante.

En sus orígenes consistía en el apilamiento de los residuos de la casa, los excrementos de animales y personas y los residuos de las cosechas para que se descompusieran y transformasen en productos más fácilmente manejables y aprovechables como abono.

Era un proceso lento, no siempre se conservaban al máximo los nutrientes y casi nunca se aseguraba la higiene de la mezcla. El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C) para conseguir la reducción de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y valorizable.

La estabilización de la materia orgánica se consigue por la oxidación de las moléculas complejas que se transforman en otras más sencillas y estables. En este proceso se desarrolla calor que, al elevar la temperatura de la masa, produce la esterilización de ésta y la eliminación de agentes patógenos y semillas. La fermentación de la materia orgánica comporta, de una parte, degradación o descomposición y, de otra, reajuste o síntesis de nuevos productos.

El proceso lo llevan a cabo los microorganismos (bacterias y hongos), y nuestra intervención se limita a proporcionar las condiciones idóneas para que el proceso se realice con la máxima rapidez y eficacia. Los factores que dificultan la vida y desarrollo de los microorganismos son causa de entorpecimiento del proceso.

La mezcla de los distintos residuos orgánicos y su grado de trituración son variables del máximo interés. Un buen progreso del proceso requiere la aportación de aire y el mantenimiento de una porosidad y humedad adecuada en la masa. Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico de transformación.

La descomposición eficiente ocurrirá si las siguientes variables están en su valor óptimo, en la medida de lo posible. Todas están, a su vez, influenciadas por las condiciones ambientales, el tipo de residuo a tratar, la técnica de compostaje, la manera en que se desarrolla la operación y la interacción entre ellas.

Los principales parámetros a considerar son los siguientes:

- **pH.**- Influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos. En general, los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia.
- **CONTENIDO DE NUTRIENTES.**- Todos los organismos necesitan nutrientes para crecer y reproducirse. Las cantidades varían de elemento a elemento manteniendo una relación constante unos con respecto a otros. El mantenimiento de este balance es especialmente importante para el carbono y nitrógeno.

- Al inicio del proceso la **relación C/N** debe estar próxima a 30 y no superar los 35, añadiendo, si es preciso, elementos nitrificantes o carbonatantes. Al finalizar el proceso debe estar próxima a 10. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica.
- **OXÍGENO.-** Para conseguir un rápido compostaje es necesario un buen aporte de O₂. El oxígeno se requiere para que los microorganismos puedan descomponer eficazmente la materia orgánica. Debe ser suficiente para mantener la actividad microbiana. También existe la descomposición anaerobia, sin O₂. El proceso es más lento, da lugar a un producto de inferior calidad y hay problemas de olores por la putrefacción de los restos orgánicos. Por esas razones no es aconsejable en zonas residenciales.
- **TEMPERATURA.-** Es el parámetro que mejor indica el desarrollo del proceso. Debe mantenerse entre 35 - 65 °C. Cada grupo de microorganismos tiene una temperatura óptima para realizar su actividad: Criófilos, de 5 a 15 °C. Mesófilos, de 15 a 45 °C. o Termófilos, de 45 a 70 °C.

El grupo favorecido descompondrá la materia orgánica para obtener materia y energía, y en la operación se emitirá calor que puede hacer variar la temperatura de la pila de residuos, dependiendo del volumen de la pila y de las condiciones ambientales.

En general, las temperaturas conseguidas en el proceso, junto con la competencia por los nutrientes y la producción de fermentos (antibióticos) que impiden su desarrollo, llegan a eliminar los microorganismos patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas llegados con los residuos. A temperaturas demasiado elevadas mueren determinadas especies buenas para el compostaje, mientras que otras no actúan por estar en forma de espora.

- **POBLACIÓN MICROBIANA.-** Como ya hemos comentado, el compostaje es un proceso dinámico debido a las actividades combinadas de una amplia gama de bacterias y hongos, ligados a una sucesión de ambientes.

A lo largo del proceso van apareciendo formas resistentes de los microorganismos, cuando las condiciones de temperatura hacen imposible su actividad. Diferentes especies de microorganismos pueden sucederse o coincidir en el tiempo, su procedencia puede ser a través de la atmósfera, del agua, del suelo o de los mismos residuos. Una población comienza a aparecer mientras otras están en su máximo o ya están desapareciendo, complementándose las actividades de los diferentes grupos.

En la primera etapa, aparecen bacterias y hongos mesófilos con predominio de las primeras. Cuando la temperatura llega a 40 °C, aparecen bacterias y hongos termófilos y los primeros actinomicetos. Por encima de los 70° cesa la actividad microbiana. Al bajar de nuevo la temperatura, reaparecen las formas activas, detectándose también la actividad de protozoos, miriápodos, etc.

Las bacterias se encuentran distribuidas por toda la pila, mientras que los hongos y actinomicetos están situados a 5-15 cm de la superficie, dándole un aspecto grisáceo característico.

- **HUMEDAD.-** En teoría, los valores de humedad para que pueda darse una fermentación aerobia están entre el 30% y el 70%, siempre que se asegure una buena aireación. En la práctica se deben evitar valores altos, pues desplazaría el aire de los espacios entre partículas del residuo y el proceso pasaría a anaerobio. Si la humedad es demasiado baja disminuirá la actividad de los microorganismos.

Para conseguir la humedad adecuada se pueden mezclar distintos tipos de residuos y triturar o desfibrar los materiales. La humedad adecuada es esencial para la actividad microbiológica. Una pila seca no favorecerá para nada la descomposición, por eso se debe humedecer periódicamente.

El compostaje en la lombricultura trata de imitar el proceso natural, aplicando técnicas que permiten optimizarlo.

Acondicionamiento de la materia prima

La materia prima para la elaboración del humus de lombriz debe pasar por un período previo de acondicionamiento denominado **compostaje** antes de colocarse en las cunas. Este proceso, de gran importancia en la calidad del humus final, tiene varios objetivos:

- Eliminar la acidez excesiva del material
- Eliminar las semillas presentes en el material
- Permitir que los microorganismos presentes, colonicen a la materia prima y comiencen los complejos procesos bio-químicos que terminarán dándole sus características especiales al humus de lombriz.

Temperatura

Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.

Existen termómetros para suelo, que se caracterizan por tener su caña de aproximadamente 50 cm. de largo y protegida, ya que es necesario hacerle fuerza para introducirlo en el compost. Es fundamental que soporte por lo menos 100 ° C, para evitar roturas.

Control del pH.

El valor de pH del estiércol debe estar comprendido entre 6,5 y 7,5 siendo los valores óptimos 6,8 y 7,2. Para controlar el pH de una sustancia orgánica se puede utilizar papel de tornasol.

Para la prueba se toma una muestra de estiércol húmedo y se le introduce el papel de tornasol en el centro. Se deja reposar unos 30 segundos comprobándose que la

tira ha cambiado de color. Se lo compara con una escala de colores que viene en el recipiente del papel, donde cada uno responde a un grado distinto de pH.

El grado de acidez o alcalinidad se expresa mediante una escala que va de 0 a 14. Las sustancias cuyo pH esta comprendido entre 0 y 7 se consideran ácidas, de 7 a 14 alcalinas y neutra cuando el valor es 7.

También existen aparatos llamados peachímetros que permiten medir directamente el pH. Basta con introducir una punta en el material y un indicador con una aguja permitirá hacer una lectura con regular exactitud.

Prueba empírica.

Nadie conoce el momento en que el alimento está listo para darlo a las lombrices que ellas mismas.

Una prueba empírica para determinar si el alimento está en condiciones, llamada PL 50, consiste en lo siguiente:

1. En un recipiente de 30 cm. largo por 30cm. de ancho y 20 cm. de alto, se completa hasta la mitad de su altura con el compost que daremos a las lombrices.
2. Se depositan 50 lombrices, preferentemente a la luz del sol, para que se introduzcan inmediatamente.
3. Al cabo de 48 horas, se cuentan las lombrices. Si todas ellas están aún, el alimento está listo para serles entregado.

Preparación de las cunas en otoño-invierno

La lombriz roja no sufre normalmente ningún letargo invernal, aunque se reproducen con menor intensidad. Por este motivo sus necesidades de comida disminuyen un poco. Sin embargo, es necesario aumentar los aportes de materia orgánica (cuando la temperatura desciende a menos de 14° C) para mantener el calor de los lechos y por ende el del propio alimento, ya que las lombrices no comen cuando éste está muy frío.

El frío también disminuye la actividad de las lombrices y es necesario esperar más tiempo para que se produzca el humus. Una solución para combatir el frío es tapar las cunas con "media sombra" al 80%. Otra, es poner en el centro de la cuna alimento sin compostar, con una altura de 30 cm. y ocupando un tercio del ancho del lecho. La fermentación de este producto generará calor, que se disipará hacia los bordes. Esto permite una variedad de temperaturas a las que se irán acomodando los gusanos.

Hay que tener la precaución de NUNCA cubrir toda la cuna con alimento no compostado, pues el aumento de temperatura puede producir la muerte de las lombrices.

Armado de la cuna

Se distribuye dentro de la cuna una capa [1] de 5 cm (no más) de material bien fermentado y se riega. Las lombrices no se colocan en ese momento ya que el material podría reaccionar debido a la manipulación y el riego.

Al día siguiente, por la tarde a última hora para reducir riesgos por calentamiento, se introducen los núcleos con las lombrices cubriéndolas con una malla de media sombra (80%) para protegerlas del sol y de posibles depredadores. Se emplean de 15.000 a 20.000 lombrices por metro cuadrado de cuna a inseminar.

Antes de sembrar las lombrices es importante hacer la prueba de supervivencia. Para ello se utiliza una caja de madera con drenaje donde se coloca una capa del alimento que se utilizará en el lecho. Se riega y se colocan 50 lombrices. Si al cabo de 24 horas todas las lombrices están en buen estado se puede continuar el proceso.

Una vez por semana se agregan 5 cm. de alimento. No se debe sobrepasar este límite. Si la temperatura se eleva demasiado no agregue agua ya que esta cierra los poros del material impidiendo que el calor se difunda. Tampoco revuelva el material ya que esto sólo avivará más la reacción. Solamente retire un poco del material superior (1,5 - 2 cm) y todo volverá a la normalidad.

A medida que se carga la cuna las lombrices irán ascendiendo para alimentarse, por lo tanto la pila irá bajando gradualmente sin que ocurran desbordes.

Todos los días hay que inspeccionar con un hierro en forma de “U” alargada para ver como reacciona el material y como se comportan las lombrices.

Suele ocurrir con las cunas de verano que se anticipa el frío y las lombrices se van al fondo aletargándose. En estos casos no sirve poner una capa de material más grueso, sino hacer un montículo para que levante la temperatura y las lombrices suban.

8.6 ANEXO VI: Cuadro de monitoreo en beneficio húmedo

ACTIVIDADES	1 TRIMESTRE		2 TRIMESTRE		3 TRIMESTRE	
Monitoreo de materia prima e insumos utilizados en el proceso	X	X	X	X	X	X
Capacitar al personal de planta	X					
Planes de conservación de recursos	X	X	X	X	X	X
Desechos sólidos	X	X	X	X	X	X
Al finalizar el proceso colocar el material extraído donde corresponda	X	X	X	X	X	X
Implementar programa de agua eficiente	X	X	X	X	X	X
Implementar programa de energía eficiente	X	X	X	X	X	X
Implementar programa de materia prima e insumos eficientes	X	X	X	X	X	X