


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

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue background, a white figure, and a red cross. Above the shield is a golden crown. The shield is surrounded by a blue border with the Latin motto "CAROLINA ACQUINATA CONSPICUA INTER CÆTERAS GUATEMALENSIS".

**TRABAJO DE GRADUACIÓN
APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ SOSTENIBLE EN PEQUEÑOS
PRODUCTORES, EN EL MUNICIPIO SAN PEDRO NECTA, HUEHUETENANGO,
GUATEMALA, C.A.**

DANTE DANILO MONTERROSO LUCAS

Guatemala, Octubre 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN
APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ SOSTENIBLE EN PEQUEÑOS
PRODUCTORES, EN EL MUNICIPIO SAN PEDRO NECTA, HUEHUETENANGO,
GUATEMALA, C.A.

PRESENTADA A LA HONORADA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR
DANTE DANILO MONTERROSO LUCAS

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRÓNOMO

EN
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRICOLA
EN EL GRADO ACADÉMICO DE
LICENCIADO

GUATEMALA, OCTUBRE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

RECTOR MAGNÍFICO

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

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

GUATEMALA, OCTUBRE 2011

Guatemala, octubre 2011

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación: **Apoyo a la producción de café sostenible en pequeños productores, en el municipio San Pedro Necta, Huehuetenango, Guatemala, C.A.** como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en grado académico de Licenciado.

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

Atentamente

“ID Y ENSAÑAD A TODOS”

DANTE DANILO MONTERROSO LUCAS

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS:

Por iluminarme en la vida, darme fuerzas en todo momento y por permitirme la dicha inmensa de lograr esta meta.

A MIS PADRES:

Dante Monterroso Morán y Elizabeth de Monterroso, por su apoyo incondicional, por cada uno de sus sacrificios los cuales me han permitido ser un hombre de provecho, los llevo siempre en mi mente y corazón.

A MI ABUELITO:

Julio Lucas, Por estar conmigo en todo momento y ser luz en mi camino.

A MIS HERMANOS:

Ricardo Iván, Danilo Antonio y Romeo Fidel, por creer en mí y apoyarme en todo momento, Dios los Bendiga.

A MIS TIOS:

Por convivir momentos especiales en mi vida, iluminarme y darme fuerza para seguir adelante.

A MI SOBRINO:

Pablo David por traer alegría a mi vida.

A MIS PRIMOS :

Por todos esos momentos felices de nuestra infancia.

A MI NOVIA

Vivian Villatoro por brindarme su amor y apoyarme en todo momento.

A MIS AMIGOS:

Rodrigo, Otto, Werfel, Miguel, Hansy, Milton, Georgina, Chew, Uber y todos aquellos que siempre me han brindado su amistad.

AGRADECIMIENTOS

A:

- La Universidad de San Carlos de Guatemala, casa de estudios que me brindo la oportunidad de formarme con principios éticos para el servicio de Guatemala.
- Mis Asesores Ing. Agr. Adalberto Bladimiro Rodríguez García, Ing. Agro. Marvin Salguero, Ing. Agr. Tomas Padilla e Ing. Agr. Delmar Cruz por todo el apoyo brindado en la realización de este trabajo.
- Al Ingeniero Agrónomo Mario López, por brindarme su apoyo y ser ejemplo a seguir en la vida.
- Anacafé Huehuetenango por su contribución en el desarrollo de la investigación y las enseñanzas proporcionadas durante el desarrollo de la misma.
- Exportcafé, S.A. por contribuir en la realización del Ejercicio Profesional Supervisado
- Al Municipio de San Pedro Necta, Huehuetenango por aportar toda la infraestructura para la realización de la investigación.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE CUADROS.....	xi
RESUMEN.....	xiv
CAPITULO I	
DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA PRODUCCIÓN Y BENEFICIADO DEL	
CAFÉ EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO NECTA, DEPARTAMENTO DE	
HUEHUETENENAGO, GUATEMALA, C.A.....	
	1
1.1. PRESENTACIÓN.....	2
1.2 MARCO REFERENCIAL.....	4
1.2.1. Características geográficas y límites del Municipio de San Pedro Necta, Departamento de Huehuetenango.....	4
1.2.2. Condiciones Geofísicas.....	5
1.2.3. Clima.....	5
1.2.4. Caracterización del Comportamiento Climático.....	5
1.2.5. Características de los cultivares de Café en el Municipio de San Pedro Necta, Departamento de Huehuetenango.....	8
1.3. OBJETIVOS.....	9
1.3.1. General.....	9
1.3.2. Específicos.....	9
1.4. METODOLOGÍA.....	10
1.4.1. Obtención de Información.....	10
1.4.1.1. Observación.....	10
1.4.1.2. Revisión de Información.....	11
1.4.1.3. Sistematización de Información.....	11
1.4.1.4. Matriz de Problemas.....	11

	PÁGINA
1.5. RESULTADOS.....	12
1.5.1. Proceso del beneficiado húmedo del café.....	12
1.5.1.1. Recolección de fruto.....	12
1.5.1.2. Recibo y clasificación de fruto.....	12
1.5.1.3. Recibo.....	12
1.5.1.4. Clasificación del fruto.....	13
1.5.1.5. Despulpado del fruto.....	13
1.5.1.6. Extracción de la pulpa.....	14
1.5.1.7. Clasificación del café despulpado.....	14
1.5.1.8. Remoción del mucílago del café despulpado.....	14
1.5.1.9. Fermentación natural.....	14
1.5.1.10. Lavado de café fermentado.....	15
1.5.1.11. Secado del café lavado.....	15
1.5.1.12. Secado natural.....	16
1.5.1.13. Almacenamiento de café seco.....	17
1.5.1.14. Manejo de subproductos.....	17
1.5.2. Características físicas.....	18
1.5.3. Características organolépticas.....	18
1.5.4. Principales defectos del grano y su origen.....	18
1.5.4.1. Granos negros.....	19
1.5.4.2. Granos sobre fermentados.....	19
1.5.4.3. Granos partidos.....	19
1.5.4.4. Granos mordidos.....	19
1.5.4.5. Granos verdes.....	20
1.5.4.6. Granos blanqueados o descoloridos.....	20
1.5.4.7. Granos encerados.....	20
1.5.4.8. Granos manchados.....	20
1.5.4.9. Granos con película rojiza.....	20
1.5.4.10. Granos deformes.....	20
1.5.4.11. Granos pequeños.....	21

	PÁGINA
1.5.4.12. Granos cerezos.....	21
1.5.4.13. Granos brocados.....	21
1.5.4.14. Granos quebrados.....	21
1.5.5. Sabores desagradables en taza.....	21
1.5.5.1. Áspero y sucio.....	21
1.5.5.2. Terrosa.....	22
1.5.5.3. Mohosa.....	22
1.5.5.4. Sabor a río (yodo).....	22
1.5.5.5. Vinoso.....	22
1.5.5.6. Frutoso.....	23
1.5.5.7. Agrio.....	23
1.5.5.8. Sobre fermentado.....	23
1.5.5.9. Cebolla.....	23
1.5.5.10. Sabor a cosecha vieja.....	23
1.5.5.11. Contaminado.....	24
1.5.6. Matriz de problemas.....	25
1.6. CONCLUSIONES	31
1.7. RECOMENDACIONES.....	33
1.8. BIBLIOGRAFÍA.....	34

CAPITULO II

INVESTIGACIÓN EVALUACIÓN DE TRES PERÍODOS DE MOVIMIENTO DE MASAS PARA EL SECADO DE CAFÉ PERGAMINO EN SECADORAS SOLARES TIPO DOMO, EN EL MUNICIPIO SAN PEDRO NECTA,

DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.		36
2.1	INTRODUCCIÓN.....	37
2.2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	39
2.3	MARCO TEÓRICO.....	40
2.3.1.	Taxonomía y morfología de (<i>Coffea arabica L.</i>).....	40

	PÁGINA
2.3.2. El grano.....	41
2.3.2.1. Composición química.....	42
2.3.2.2. Proceso respiratorio.....	42
2.3.2.3. Proceso respiratorio bajo condiciones aeróbicas.....	42
2.3.3. Formas en que se encuentra el agua contenida en la semilla.....	42
2.3.3.1. Agua libre.....	42
2.3.3.2. Agua absorbida.....	43
2.3.3.3. Agua combinada.....	43
2.3.4. Higroscopicidad de los granos.....	43
2.3.5. Propiedades de los granos.....	43
2.3.5.1. Baja conductividad térmica.....	44
2.3.5.2. Capacidad de absorción del agua.....	44
2.3.5.3. Naturaleza porosa del grano.....	45
2.3.6. Contenido de humedad del café.....	46
2.3.7. Contenido de humedad del aire.....	47
2.3.8. Mecanismos de secamientos.....	47
2.3.9. Proceso de secado del café.....	49
2.3.9.1. El secado.....	49
2.3.10. El punto de secado en el café.....	40
2.3.11. El secado en patio de cemento.....	51
2.3.12. La energía del sol.....	53
2.3.13. La secadora solar tipo domo.....	53
2.3.14. Características de la secadora solar tipo domo.....	56
2.3.15. El funcionamiento y la operación de la secadora solar.....	56
2.3.16. Aspectos generales del manejo y mantenimiento de la secadora solar tipo domo.....	57
2.3.17. Otros usos de la secado solar.....	60
2.3.18. Determinador de humedad Burrows DMC500.....	61
2.4. MARCO REFERENCIAL.....	62
2.4.1. Localización y extensión territorial.....	62

	PÁGINA
2.4.2.	Condiciones geofísicas..... 63
2.4.3..	Clima.....63
2.4.4.	Caracterización del comportamiento climático.....63
2.4.5.	Características de los cultivares de café del Municipio de San Pedro Necta, Departamento de Huehuetenango.....66
2.4.6.	Área experimental.....66
2.5.	OBJETIVOS..... 67
2.5.1.	Generales.....67
2.5.2.	Específicos..... 67
2.6.	HIPÓTESIS..... 68
2.7.	METODOLOGÍA..... 69
2.7.1.	Etapa experimental..... 69
2.7.1.1.	Fase de reconocimiento..... 69
2.7.1.2.	Metodología experimental.....70
2.7.1.3.	Modelo estadístico..... 70
2.7.1.4.	Área experimental..... 70
2.7.1.5.	Unidad experimental..... 71
2.7.1.6.	Distribución de los tratamientos..... 71
2.7.1.7.	Tratamientos a evaluar..... 73
2.7.1.8.	Unidad de muestreo..... 73
2.7.1.9.	Variable de respuesta..... 74
2.7.1.10.	Recursos y materiales.....75
2.7.1.11.	Otros recursos.....75
2.7.1.12.	Manejo del experimento..... 75
2.7.1.13.	Día uno o presecado..... 75
2.7.1.14.	Día dos, manejo de secadora solar..... 77
2.7.1.15.	Manejo a tratamientos.....81
2.7.1.16.	Día “n” (hasta alcanzar el punto comercial de 12% de Humedad..... 83
2.7.2.	Análisis de la información..... 84

	PÁGINA
2.7.2.1. Análisis estadístico.....	84
2.7.2.2. Análisis de curvas para explicar la dinámica del secado en función de las variables ambientales, temperatura y humedad relativa interna y externa.....	84
2.7.2.3. Análisis financiero.....	85
2.8. RESULTADOS.....	87
2.8.1. Resultado de Análisis Estadístico.....	88
2.8.1.1. Regla de decisión ANDEVA.....	89
2.8.1.2. Coeficiente de variación ANDEVA.....	89
2.8.1.3. Discusión de ANDEVA y prueba de medias Tukey para la variable de respuesta.....	89
2.8.2. Resultados y discusión de las curvas elaboradas en el experimento 1.....	90
2.8.3. Resultados de análisis financieros.....	93
2.8.3.1. Horizonte económico.....	93
2.8.3.2. Inversiones.....	93
2.8.3.2.1. Inversiones fijas.....	93
2.8.3.2.1. Inversiones diferidas.....	93
2.8.3.3. Estado de ingresos y egresos.....	95
2.8.3.4. Relación Beneficio / Costo.....	100
2.8.4. Manejo propuesto según observaciones y resultados obtenidos para secadoras solares tipo “domo” en la Aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil del Departamento de Huehuetenango... ..	101
2.8.5. Usos alternativos al secado de café en secador solares Tipo “domo” y sus beneficios económicos.....	102
2.8.6. Costos de producción de otros productos.....	104
2.8.7. Consideraciones sobre uso de secadoras solares tipo “domo” de los productores de la Aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil, del Departamento de Huehuetenango.....	104
2.9. CONCLUSIONES	106

	PÁGINA
2.10.	RECOMENDACIONES..... 107
2.11.	BIBLIOGRAFÍA..... 109
2.12.	ANEXOS.....113

CAPITULO III

SERVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO NECTA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A..... .127

3.1.	PRESENTACIÓN..... 128
3.2.	Servicio 1. Asesoría técnica brindada a la ADESCH (Asociación de Desarrollo Económico y Social “Los Chujes”).....130
3.2.1.	OBJETIVOS..... 130
3.2.2.	METODOLOGÍA.....130
3.2.2.1.	Trabajo de campo..... 130
3.2.3.	Calidad del producto.....131
3.2.4.	Sostenibilidad ambiental..... 132
3.2.5.	Aspectos económicos..... 133
3.2.6.	Aspectos sociales..... 135
3.2.7.	Trabajo de documentación.....136
3.2.7.1.	Administrador de grupo..... 136
3.2.8.	RESULTADOS..... 138
3.2.9.	EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....138
3.3.	Servicio 2. Capacitaciones impartidas a asociaciones y cooperativas proveedoras de café Nespresso™ a la Empresa EXPORT CAFÉ, S.A.....139
3.3.1.	OBJETIVOS..... 139
3.3.2.	METODOLOGÍA..... 139
3.3.2.1.	Caracterización del Cluster Huehuetenango..... 139

PÁGINA

3.3.3.	Planificación y logística para la ejecución de las capacitaciones del programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program.....	140
3.3.4.	Ejecución de las capacitaciones del programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program.....	142
3.3.5.	Constancias de las capacitaciones impartidas.....	143
3.3.6.	RESULTADOS.....	144
3.3.7.	EVALUACIÓN.....	144
3.3.8.	ANEXOS.....	145
3.3.8.1.	Términos y definiciones.....	145
3.4.	BIBLIOGRAFÍA GENERAL.....	149

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO

	PÁGINA
Figura 1: Mapa de ubicación.....	4
Figura 2: Temperaturas en meses de cosecha.....	6
Figura 3: Precipitación en meses de cosecha.....	7
Figura 4: Nubosidad en meses de cosecha.....	8
Figura 5: Daños y defectos en granos de café.....	24
Figura 6: Secado de café pergamino en patio de cemento.....	52
Figura 7: Secado de café pergamino en secador solar tipo domo.....	55
Figura 8: Construcción de secadora solar tipo domo.....	57
Figura 9: Labores de secado en la secadora solar tipo domo.....	60
Figura 10: Determinador de humedad Burrows DMC500.....	61
Figura 11: Mapa de ubicación del Municipio de San Pedro Necta Departamento de Huhuetenango.....	62
Figura 12: Temperatura en meses de cosecha.....	64
Figura 13: Precipitación en meses de cosecha.....	65
Figura 14: Nubosidad en meses de cosecha.....	66
Figura 15: Bandejas del secador solar tipo domo.....	71
Figura 16: Disposición de las bandejas en el secado solar tipo domo.....	72
Figura 17: Distribución de repeticiones del T4.....	72
Figura 18: Café en proceso de lavado.....	76
Figura 19: Café en patio de secado.....	76
Figura 20: Identificación de tratamientos.....	77
Figura 21: Colocación de unidad experimental en las bandejas.....	78
Figura 22: Determinación de la humedad del café.....	78
Figura 23: Delimitación de área de bandejas en patio de concreto.....	79
Figura 24: Colocación de unidad experimental en patio de concreto.....	80
Figura 25: Termohidrómetro y boleta para registro de datos.....	80
Figura 26: Determinación de la unidad experimental.....	81
Figura 27: Volteos de masa de café en secador solar.....	82
Figura 28: Volteo de masa de café en patio de concreto.....	82

	PÁGINA
Figura 29: Colocación de café en costales.....	83
Figura 30: Tiempo en horas para cada tratamiento hasta alcanzar el 12% de humedad.....	89
Figura 31: Curva de secado en función a tiempo de los cuatro tratamientos.....	90
Figura 32: Curvas de los tratamientos dentro del secado solar y sus variables ambientales.....	91
Figura 33: Curva de secado de T4 en función a HR y T.....	92
Figura 34: Gráfica dinámica de las variables ambientales internas y externas.....	92
Figura 35A: Horas necesarias para alcanzar el 12% de humedad para tratamientos.....	124
Figura 36A: Tratamientos que se encontraban en el secador solar y variables ambientales.....	125
Figura 37A: Tratamiento de cuatro variables ambientales.....	125
Figura 38A: Dinámica de las variables ambientales externas e internas.....	126
Figura 39: Recibo de café completamente maduro sin Sifón seco.....	132
Figura 40: Depósito para el manejo de pulpa.....	133
Figura 41: Entrega de formatos de planificación y registro de producción.....	134
Figura 42: Reunión final con miembros de la Junta Directiva ADESCH.....	136
Figura 43: Menú inicio de base de datos con información de los asociados y la asociación.....	137
Figura 44. Base de datos con información de la asociación.....	137
Figura 45: Impartiendo capacitaciones a asociados de ADESCH.....	143

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1: Meses de temperatura promedio en tiempo de cosecha.....	5
Cuadro 2: Datos de precipitación en meses de cosecha.....	6
Cuadro 3: Datos de nubosidad en meses de cosecha.....	7
Cuadro 4: Productores entrevistados.....	11
Cuadro 5: Referencia de problemas.....	25
Cuadro 6: Matriz de problemas, productor 1.....	26
Cuadro 7: Resultado matriz de problemas productor 1.....	26
Cuadro 8: Matriz de problemas, productor 2.....	27
Cuadro 9: Resultado matriz de problemas productor 2.....	27
Cuadro 10: Matriz de problemas, productor 3.....	28
Cuadro 11: Resultado matriz de problemas productor 3.....	28
Cuadro 12: Matriz de problemas, productor 4.....	29
Cuadro 13: Resultado matriz de problemas productor 4.....	29
Cuadro 14: Matriz de problemas, productor 5.....	30
Cuadro 15: Resultado matriz de problemas productor 5.....	30
Cuadro 16: Datos de temperaturas promedio en meses de cosecha.....	63
Cuadro 17: Datos de precipitación en meses de cosecha.....	64
Cuadro 18: Datos de nubosidad en meses de cosecha.....	65
Cuadro 19: Tratamientos a evaluar en el experimento.....	73
Cuadro 20: Resultados obtenidos en los dos experimentos realizados.....	87
Cuadro 21: Resultados de ANDEVA y prueba de medias Tukey para la variable de respuesta.....	88
Cuadro 22: Inversiones fijas y diferidas para el Establecimiento de una secadora solar tipo “domo”.....	94
Cuadro 23: Estado de ingresos y egresos ciclo de cosecha a una hectárea en producción.....	95

	PÁGINA
Cuadro 24: Flujo de efectivo proyectado a 6 años.....	98
Cuadro 25: Relación beneficio costo.....	100
Cuadro 26: Rendimiento para productos agrícolas, como uso alternativo en secadoras solares.....	103
Cuadro 27: Rendimientos productos alternativos Kg/área total secadora solar..	103
Cuadro 28: Precios promedios para el período 2010 según las fluctuaciones del abastecimiento al mercado “La Terminal”.....	103
Cuadro 29A: boleta para realizar movimientos específicos de cada tratamiento.....	113
Cuadro 30A: Datos de humedad del grano de café después del proceso de lavado.....	114
Cuadro 31A: Humedad relativa y temperatura en patio de secado.....	114
Cuadro 32A: Resultados de humedad del grano para los cuatro tratamientos y repeticiones.....	115
Cuadro 33A: Datos de las variables ambientales dentro del secador solar y en patio de secado.....	115
Cuadro 34A: Resultados de humedad del grano para los cuatro tratamientos y repeticiones.....	116
Cuadro 35A: Datos de las variables ambientales dentro del secador solar y en patio de secado.....	116
Cuadro 36A: Resultados de humedad del grano para los cuatro tratamientos y repeticiones.....	117
Cuadro 37A: Datos de las variables ambientales dentro del secador solar y en patio de secado.....	117
Cuadro 38A: Resultados de humedad del grano para los cuatro tratamientos y repeticiones.....	118
Cuadro 39A: Datos de las variables ambientales dentro del secador solar y en patio de secado.....	118

	PÁGINA
Cuadro 40: Resultados de humedad del grano para los cuatro tratamientos y repeticiones.....	119
Cuadro 41: Datos de las variables ambientales dentro del secador solar y en patio de secado.....	119
Cuadro 42A: Resultados de humedad del grano para los cuatro tratamientos y repeticiones.....	120
Cuadro 43A: Datos de las variables ambientales dentro del secador solar y en patio de secado.....	121
Cuadro 44A: Porcentaje de humedad en base a color.....	121
Cuadro 45A: Tratamientos y variables ambientales Experimento 1.....	122
Cuadro 46A: Tratamientos y variables ambientales Experimento 2.....	123
Cuadro 47: Ubicación de capacitaciones programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program.....	141

TRABAJO DE GRADUACIÓN
APOYO A LA PRODUCCIÓN DE CAFÉ SOSTENIBLE EN PEQUEÑOS
PRODUCTORES, EN EL MUNICIPIO SAN PEDRO NECTA, HUEHUETENANGO,
GUATEMALA, C.A.

RESUMEN

El presente documento fue elaborado dentro del marco del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía “EPSA”, realizado en el periodo comprendido de Agosto 2009 a Mayo 2010, siendo esta la última etapa de formación profesional, en la cual el estudiante integra sus conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniero Agrónomo, dicho trabajo está conformado por los informes de diagnóstico, investigación de campo y los servicios realizados en la empresa Exportcafé S.A. en el departamento de Huehuetenango.

El informe de diagnóstico se enfocó en analizar e identificar, las etapas críticas en el proceso del beneficiado húmedo del café, para esto se utilizó información obtenida en entrevistas y observaciones directas sobre el proceso; desde el corte, la recolección, el despulpado, la fermentación, el lavado, el secado y el almacenaje; ejecutando dicho proceso, a pequeños productores de café del Municipio de San Pedro Necta, del departamento de Huehuetenango. Con esto se logró identificar la diversidad de situaciones que intervienen en la conservación y/o pérdida de la calidad en el producto final del café, Concluyendo que los granos pueden ser defectuosos desde su origen como en el proceso de beneficiado húmedo.

La investigación se basó, en evaluar tres periodos de movimientos de masa para el secado de café en secadoras solares tipo domo, T1 movimiento a cada 30 minutos, T2 movimiento a cada 60 minutos y T3 movimiento a cada 90 minutos, esto para ser comparado con el secado tradicional en patio de concreto, realizando un movimiento a cada 60 minutos T4, de tal manera que por medio del proceso, se logró determinar que

el tratamiento que reduce mayor tiempo de secado del café pergamino al 12 % de humedad fue el tratamiento T1.

Los servicios se enfocaron principalmente, en brindar asistencia técnica a la Asociación de Desarrollo Económico y Social los Chujes (ADESCH), siendo pequeños productores de café del departamento de Huehuetenango, con el fin de obtener la certificación Rainforest Alliance, se capacitó a miembros de otras asociaciones y cooperativas, que buscaban obtener la certificación, formando parte también de los proveedores de café Nespresso™ de la empresa EXPORT CAFÉ S.A.

CAPITULO I
DIAGNÓSTICO GENERAL DE LA PRODUCCIÓN Y BENEFICIADO DE CAFÉ
EN EL MUNICIPIO SAN PEDRO NECTA, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO,
GUATEMALA, C.A.

1.1 PRESENTACIÓN

El control de calidad en el café es una actividad que juega un papel muy importante en la agroindustrialización de la caficultura, al igual que el control requerido para cualquier producto alimenticio.

La pérdida en la calidad del producto final se debe a distintas eventualidades que pueden ocurrir, suceden muchas veces por error humano y/o factores climáticos los cuales vienen a cambiar drásticamente las características físicas u organolépticas del café. En este proceso la materia prima es el fruto del cafeto, ya que a través del beneficiado húmedo se transforma en café pergamino seco, luego pasa a ser café oro, éste es tostado y molido y finalmente está listo como bebida para degustar. Antes de que el producto llegue al comprador en forma de café oro, tostado o como bebida, debe ser evaluado, calificado y controlado de modo que no contenga defectos tanto físicos como organolépticos según lo requiere ANACAFÉ, 2006.

Se debe calificar principalmente el aspecto físico del grano, aunque en ocasiones los defectos físicos existentes no son vistos por el adquiriente y existen diversas tolerancias dependiendo del mercado o del comprador; no siendo así al encontrar defectos organolépticos, pues usualmente se espera una taza limpia, libre de sabores desagradables y con las características que el comprador exige. Es importante mencionar que los estándares de calidad están establecidos por el mercado internacional.

A través del presente diagnóstico se logró conocer y describir cada una de las etapas del proceso de beneficiado del café con la finalidad de conocer a fondo su desarrollo.

Al contar con el conocimiento del proceso total del beneficiado húmedo de café, se logró comprender aún más los distintos factores que llevan a dañar la calidad del producto.

La elaboración del presente diagnóstico fue realizada por medio de visitas de campo tanto a parcelas como a beneficios y además por entrevistas a productores de la región cafetalera del Municipio de San Pedro Necta del Departamento de Huehuetenango, esto con el objetivo de realizar un estudio a través del cual se pudiera identificar los diversos factores que intervienen en la calidad del café (momentos dentro del proceso en que pueden ocurrir pérdidas; causas y consecuencias reflejadas en las características físicas y organolépticas del producto final).

Como resultado primordial se identificó la etapa más delicada a lo largo del proceso de beneficiado para los productores, tomando en consideración varios elementos como la infraestructura, condiciones geográficas y climáticas, prácticas en campo, beneficio húmedo y procesos pos cosecha.

1.2 MARCO REFERENCIAL

1.2.1 Características geográficas y límites del Municipio de San Pedro Necta, Departamento de Huehuetenango.

El municipio de San Pedro Necta se localiza en el departamento de Huehuetenango, sus coordenadas son: latitud $15^{\circ}29'21.73''N$, longitud $91^{\circ}44'36.22''O$, tiene una altura de 1822 msnm. Su extensión aproximada es de 119 kilómetros cuadrados, colinda “al Norte con los municipios de San Antonio Huista y Unión Cantinil; al Este con Todos Santos Cuchumatán y Santiago Chimaltenango; al Sur con San Ildefonso Ixtahuacán y Colotenango; al Oeste con la Democracia y la Libertad” Ref. Diccionario Geográfico Nacional (Castillo, 2001).

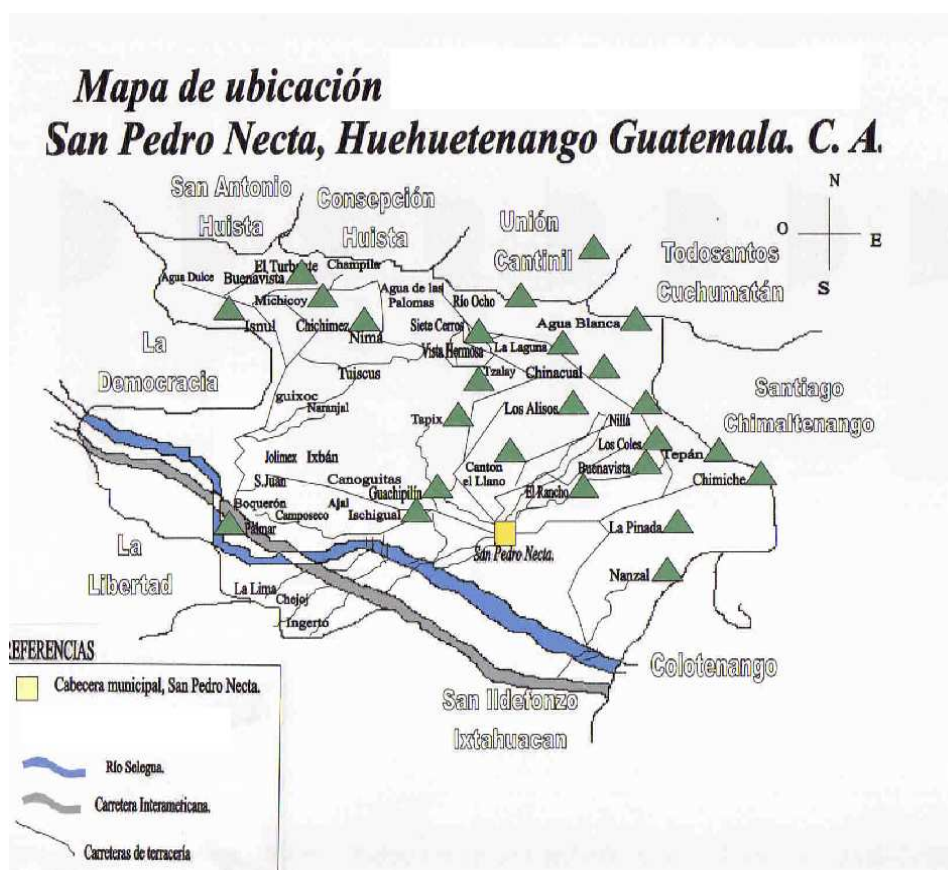


Figura 1: Mapa de ubicación del Municipio de San Pedro Necta, Departamento de Huehuetenango

1.2.2. Condiciones Geofísicas

Las condiciones Geofísicas del Municipio de San Pedro Necta, corresponden a las tierras Calizas Altas del Norte.

1.2.3. Clima

Las unidades bioclimáticas predominantes tienen las siguientes características:

Bosque Húmedo Subtropical Templado (BHST)

- Altitud: 1000 a 2000 metros sobre el nivel del mar.
- Precipitación pluvial anual, 1000 a 2000 milímetros.
- Temperatura media anual: 18 a 24 grados centígrados
- Suelos: Superficiales, de textura pesada, con sectores bien drenados, color gris oscuro o negro. Las pendientes están entre los rangos de 12% y de 32% a 45%.

1.2.4. Caracterización del comportamiento climático

Cuadro 1: Datos de temperaturas promedio en meses de cosecha

Año /mes	Temperatura Media Promedio °C	Temperatura Máxima Promedio °C
Nov-08	17.8	22.6
Dic-08	17.7	24.1
Ene-09	16.1	22.3
Feb-09	17.2	24.6
Mar-09	17.7	26.2

Fuente: base de datos estación Sta. Cecilia, INSIVUMEH 2008-2009.

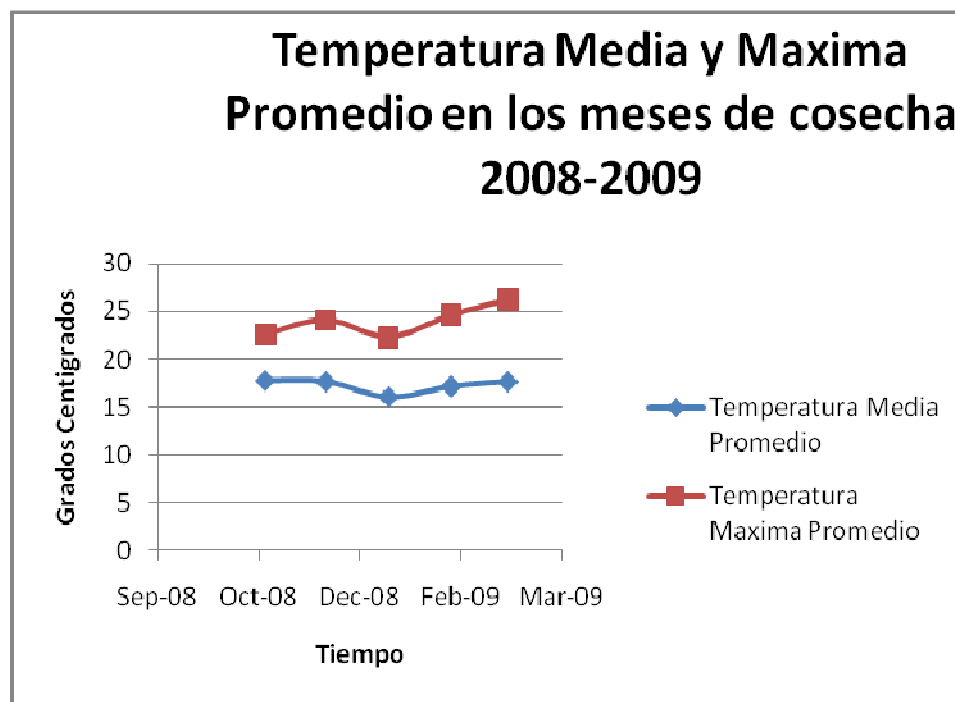


Figura 2: Temperaturas en meses de cosecha.

Cuadro 2: Datos de precipitación en meses de cosecha

Año /mes	Lluvia en Milímetros
Nov-08	1.8
Dic-08	1.9
Ene-09	21.5
Feb-09	8.2
Mar-09	0

Fuente: Base de datos estación Santa Cecilia, INSIVUMEH 2008-2009.

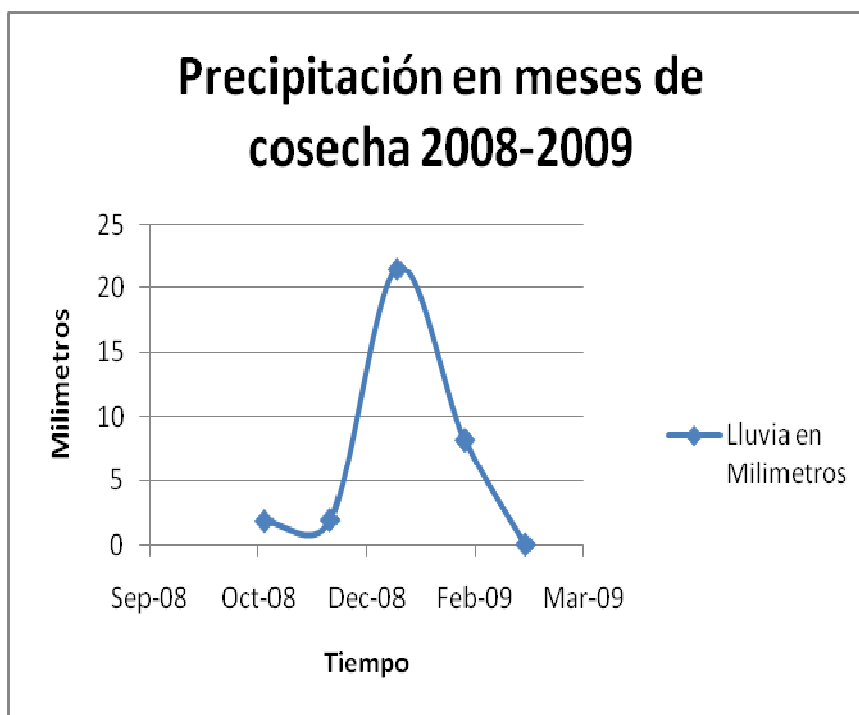


Figura 3: Precipitación en meses de cosecha

Cuadro 3: Datos de nubosidad en meses de cosecha

Año /mes	Nubosidad en Octas
Nov-08	5
Dic-08	3
Ene-09	4
Feb-09	3
Mar-09	3

Fuente: base de datos estación Sta. Cecilia, INSIVUMEH 2008-2009.

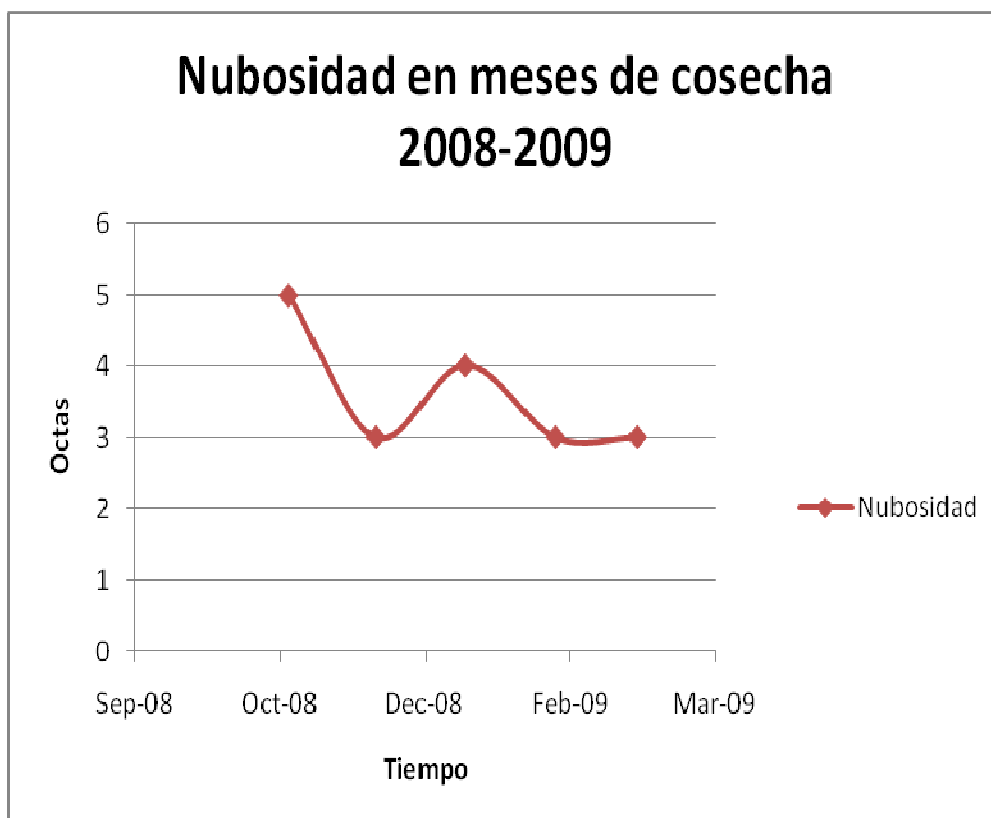


Figura 4: Nubosidad en meses de cosecha

1.2.5 Características de los cultivares de café de En el Municipio de San Pedro Necta, Departamento de Huehuetenango.

Las variedades de café que actualmente se están cultivando en municipio de San Pedro Necta, son tres: Typica o arábica, Bourbon y Pache Común, todas pertenecen a la especie (*Coffea arabica*). Estos cultivares son pocos tecnificados, se limitan a una o dos fertilizaciones por año, a labores culturales, a selección de semillas y a la conservación de suelos. No se realiza análisis de suelo para determinar su fertilidad ya que al realizarse dicho análisis no se practican las enmiendas necesarias, existe en la región problemas de acidez, debido al prolongado uso de fertilizantes químicos (Castillo, 2001).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. General

Elaborar un diagnóstico con el fin de identificar los diferentes problemas que afectan la calidad comercial del café pergamino.

1.3.2. Específicos

- Describir las diferentes etapas en el proceso de beneficiado húmedo.
- Identificar las características físicas y organolépticas en los procesos de catación.
- Describir el origen y los defectos físicos y organolépticos en el producto final.
- Determinar la etapa en el proceso de beneficiado húmedo que represente un mayor riesgo de la pérdida de calidad en el producto final según practicas agroindustriales, en el Municipio de San Pedro Necta, Huehuetenango.

1.4. METODOLOGÍA

Para realizar el diagnóstico sobre la identificación de las etapas críticas en el proceso de beneficiado húmedo de café, se utilizó información obtenida de entrevistas que se realizaron a personas afines a las actividades cafetaleras del Municipio de San Pedro Necta, del Departamento de Huehuetenango.

Además se realizaron observaciones directas sobre el proceso de beneficiado húmedo de café, desde el corte, la recolección, el despulpado, la fermentación, el lavado, el secado y el almacenaje; con este desarrollo se logró identificar la diversidad de situaciones que intervienen en la conservación y/o pérdida de la calidad en el producto final.

1.4.1. Obtención de Información

1.4.1.1. Observación

Se realizaron recorridos dentro del área cafetalera del Municipio de San Pedro Necta; dicha área está distribuida entre varios productores que entregan a varias cooperativas el producto, las personas entrevistadas pertenecen a la cooperativa ASODESI, que exporta la mayoría del café acopiado a Italia, cuentan con una producción anual de 10 mil sacos de 45.36 kg de café pergamino seco lavado, con la visita de campo se determinó que el 10% de la población está representada por cinco productores, con la finalidad de observar y dar seguimiento a las etapas de proceso de beneficiado húmedo tomando notas y fotografías; el objetivo de entrevistar a los productores fue para obtener información según su criterio sobre las etapas consideradas críticas, que pudieran afectar directamente la calidad final del producto, siendo beneficios tecnificados para llevar dicho proceso.

Información de entrevistas

Cuadro 4: Productores entrevistados

Nombre del productor	Área cultivada (ha)	Producción (kg)	Tipo de beneficio
1. Francisco Pérez	5.41	9616.32	Tecnificado
2. Natan Pérez	1.25	2721.6	Tecnificado
3. Edgar Villatoro	1.66	1814.4	Tecnificado
4. Fernando Villatoro	2.70	6804	Tecnificado
5. Luis Del Valle	0.87	1587.6	Tecnificado

1.4.1.2. Revisión de Información

Se recopiló información sobre los diferentes daños físicos y organolépticos que puede sufrir el café a lo largo de las diferentes etapas en el beneficiado húmedo, con este resultado se pudo reforzar la información primaria obtenida por medio de la observación directa y las entrevistas realizadas a los productores.

1.4.1.3. Sistematización de Información

Luego de haber recolectado la información necesaria se procedió a ordenarla y clasificarla para su mejor entendimiento y manejo, esto con el fin de elaborar el presente diagnóstico.

1.4.1.4. Matriz de Problemas

Se pudo determinar qué problemas son prioritarios ante otros. Para la elaboración de dicha matriz se ha enumerado un listado de problemas, los cuales han sido colocados de forma horizontal y vertical para visualizar el resultado del problema que se da con más frecuencia dentro de la matriz.

1.5. RESULTADOS

1.5.1. Proceso de beneficiado húmedo del café

Se define como la transformación del fruto de café maduro a café pergamino seco de “punto comercial” por medio de las siguientes etapas:

1.5.1.1. Recolección del fruto

En esta primera etapa del proceso, es muy importante recolectar sólo los frutos que están completamente maduros, ya que cortar y mezclar frutos verdes, semimaduros, sobremaduros, brocados, secos, enfermos, etc., dificulta el proceso de beneficiado, afecta el rendimiento y altera la calidad del producto final.

Durante el proceso de recolección se deben tomar en cuenta las condiciones climatológicas, por ejemplo en épocas lluviosas se presentarían retrasos en la maduración, aborto de frutos y en canículas se presentan maduraciones prematuras.

Todos los útiles de recolección deben limpiarse después de cada corte para evitar frutos rezagados que puedan dañar las futuras partidas (ANACAFÉ, 2006).

1.5.1.2. Recibo y clasificación del fruto

1.5.1.3. Recibo

Se reciben únicamente frutos maduros y no se debe mezclar frutos de diferentes días de corte, la cantidad a recibir depende del avance de la maduración en campo, la densidad aparente del café maduro es de 2970 a 3080 kilogramos de fruto por metro cúbico, dependiendo de la variedad y altura sobre el nivel del mar. El tanque sifón requiere de grandes cantidades de agua, al momento de recibir los frutos, los clasifica y salen a flote los de menor peso, es decir los indeseables como el fruto seco, vano, enfermo o brocado, etc.

El recibidor seco es una instalación cónica invertida, con pendiente mínima de 45 grados, se compone de cuatro lados, esta diseñado para trabajar sin agua. Por gravedad descarga directamente el fruto a los despulpadores. Es necesario contar con topografía inclinada para facilitar su construcción y funcionamiento (ANACAFÉ. 2006).

1.5.1.4 Clasificación del fruto

Es una de las etapas del proceso de beneficiado húmedo que nunca se debe eliminar, es necesario, dado que las plantaciones de café son afectadas por plagas y enfermedades que generan frutos de menor densidad (flotes y vanos), por lo que se debe clasificar el fruto en sifón de paso continuo de un metro cúbico de capacidad y sistemas de cribado para flotes. También separan piedras y basura que pueden provocar deterioro a la máquina de despulpado, es necesario el mantenimiento para evitar granos rezagados para evitar dañar nuevas partidas (ANACAFÉ, 2006).

1.5.1.5. Despulpado del fruto

Es la fase mecánica del proceso en la que el fruto es sometido a la eliminación de la pulpa (epicarpio), se realiza con maquinas que aprovechan la cualidad lubricante del mucílago del café, mediante esta presión el fruto suelta el grano, si durante la operación se daña el pergamino o el propio grano el defecto permanecerá en las distintas etapas del beneficiado, lo cual viene a provocar trastornos en el punto de fermentación, secamiento y por consiguiente alterará la calidad de la bebida.

Como los sistemas de despulpado funcionan en forma mecánica, es imposible despulpar completamente frutos de distintos tamaños, por eso es preferible que pase fruto sin ser despulpado, a que se lastimen o quiebre. Se debe despulpar el mismo día del corte, después de 4 horas de despulpado el grano debe echarse en otra pila de fermentación para evitar fermentaciones disparejas, es necesario limpiar diariamente el despulpador para evitar granos y pulpas en el sistema (ANACAFÉ, 2006).

1.5.1.6. Extracción de la pulpa

La pulpa del café representa aproximadamente el 40% en peso del fruto fresco, es por lo tanto el subproducto más voluminoso del beneficiado húmedo. La densidad aparente de la pulpa fresca y suelta es de aproximadamente 1210 kilogramos por metro cúbico, de manera que de cada 22000 kilogramos de café maduro se producirán 8800 kilogramos de pulpa, que ocupa aproximadamente 7 metros cúbicos. Este material se compacta y después de 24 horas la densidad es de 2200 kilogramos por metro cúbico (ANACAFÉ, 2006).

1.5.1.7. Clasificación del café despulpado

Una de las características que distinguen al café procesado por la vía húmeda, son las diversas fases de clasificación y selección desde la recolección hasta el lavado. El grano despulpado deberá clasificarse por tamaño, por densidad o ambos, esto con el objetivo de separar granos enfermos o deformes, pulpas y uniformizar el tamaño de la partida. La presencia de un alto porcentaje de pulpa en las pilas de fermentación puede dañar la apariencia física del grano provocando un color rojizo y fermentaciones disparejas (ANACAFÉ, 2006).

1.5.1.8. Remoción del mucílago del café despulpado

1.5.1.9. Fermentación natural

El mucílago o miel representa entre el 15.5 y el 22 % el peso del fruto maduro, por tratarse de un material gelatinoso insoluble en el agua (hidrogel) es necesario solubilizarlo para convertirlo en un material de fácil remoción en el lavado (hidrosol).

Para esto es necesario forzarlo a su degradación mediante la fermentación natural (bioquímica), en tanques o pilas de madera, concreto, ladrillo, plástico, etc.

En períodos de tiempo que van de 6 a 48 horas dependiendo de la temperatura ambiental, capacidad de drenaje de los tanques, altura de la masa de café, calidad del agua utilizada en el despulpado, estado de madurez del fruto, microorganismos

presentes, etc. A este sistema se le conoce como tradicional y es el que se ha empleado durante muchos años en distintos países caficultores (ANACAFÉ, 2006).

Para determinar el punto de lavado o de fermentación, es necesario muestrear constantemente, esto se puede hacer introduciendo un palo en diferentes partes de la masa de café en el tanque hasta tocar el fondo, si al sacarlo queda hecho un agujero, entonces se toman muestras de café de diferentes puntos del tanque, se lava y luego se frota con las manos, si la muestra es áspera al tacto es señal que esta lista la partida para ser lavada (ANACAFÉ, 2006).

1.5.1.10. Lavado de café fermentado

Es la operación de quitar la miel que queda adherida al pergamino, por medio de la inmersión y paso de una corriente de agua en un caño de correteo o clasificación utilizando paletas de madera (ANACAFÉ, 2006).

1.5.1.11. Secado del café lavado

El proceso de beneficiado húmedo termina cuando se logra bajar la humedad del café hasta “punto comercial” (10 a 12 % del grano oro). El grano de café se constituye como uno de los más difíciles de secar debido a varias razones:

Posee un alto contenido de humedad al salir de la clasificación (caño de correteo), aproximadamente 50 a 55 % mientras que otros granos al momento de cosecharlos poseen 20% de humedad (maíz, arroz).

El pergamino y el grano poseen diferentes características químicas. El pergamino se endurece durante el secamiento, sobre todo si se efectúa en forma violenta con el uso de altas temperaturas.

El grano contiene células que reducen su tamaño durante el proceso de secado, de tal modo se forma una cámara de aire entre ambos que interfiere con la transferencia de calor hacia el interior del grano y con el paso hacia el exterior de la humedad en forma de vapor de agua.

Existe volatilización de los componentes aromáticos si se emplean altas temperaturas durante el secado, afectando la calidad del café. El recalentamiento del grano afecta la apariencia física, así como las características organolépticas en taza (ANACAFÉ, 2006).

1.5.1.12. Secado natural

El secado al sol es la práctica más común, en lugares donde pueden aprovecharse la energía solar y la energía propia del aire, además los costos de inversión en equipos y los costos de operación son razonablemente más bajos. Entre las recomendaciones generales para el proceso se tiene:

- El grosor del café lavado en patio es de 5 a 6 cm. Y debe moverse constantemente para obtener un punto de secado parejo. Por cada metro cuadrado de patio caben 70 libras de café lavado (50 a 55 % de humedad).
- No se deben mezclar partidas de café de diferentes días de secado, pues el secado sería disparejo.
- No se debe extender el café cuando el patio este muy caliente, puede provocar que se raje el pergamino, se recomienda aprovechar las primeras horas de la mañana.
- Los patios deben ser limpiados todos los días para evitar contaminaciones en nuevas partidas.
- Fabricar los patios con una pendiente longitudinal máxima del 2 %.
- Se recomienda construir casillas para resguardar el grano en caso de lluvia y por la noche.

1.5.1.13. Almacenamiento del café seco

El almacenamiento de granos constituye una de las labores primordiales para la conservación de los mismos, juegan papeles estrechamente relacionados la temperatura, la humedad relativa del ambiente, el sitio del almacenamiento. Si el café no se almacena en ambientes controlados puede deteriorarse y provocar el defecto organoléptico “sabor a viejo”.

Los hongos que atacan el café almacenado, pueden formar micotoxinas que no se destruyen con el tostado y pueden constituir limitantes para su consumo en los países importadores por considerarse cancerígenos.

El deterioro es mucho más lento en el café pergamino que en el café oro. En la mayoría de las fincas donde se almacena el café en pergamino no se tienen bodegas adecuadas.

El café seco de punto comercial se conserva muy bien durante meses en ambientes frescos con temperaturas máximas de 20 ° C y humedades relativas alrededor del 65%. La humedad del café almacenado en estas condiciones se mantiene en 10% a 12% durante mucho tiempo (ANACAFÉ, 2006).

1.5.1.14. Manejo de los subproductos

En la planificación de los beneficios húmedos es importante no solo considerar la parte agroindustrial del proceso, sino se integren las soluciones correspondientes a los problemas de contaminación que se generen.

La industria del café genera dos subproductos que provocan contaminación, la pulpa la cual es un residuo sólido y el agua miel que al depositarse sobre terrenos o ser vertida a los ríos, es fuente de malos olores y proliferación de plagas (ANACAFÉ, 2006).

1.5.2 Características físicas

- Aspecto o apariencia del café en oro (verde)
- Secamiento y humedad del grano
- Tamaño del grano
- Olor del grano
- Color en oro y tostado
- Hendidura del grano oro
- Carácter del grano tostado

1.5.3 Características Organolépticas

Evaluación de la infusión:

Fragancia (en café molido)

Aroma (en la infusión)

Acidez

Cuerpo

Sabor en general

Presencia de aromas y sabores defectuosos

1.5.4 Principales defectos del grano y su origen

Los granos defectuosos pueden tener su origen tanto en la plantación como en el proceso de beneficiado húmedo. Es muy importante conocer estos granos, debido a que en la comercialización del café, comprador y vendedor deben acordar mediante un contrato, la cantidad de granos defectuosos presentes en la muestra de acuerdo con la preparación establecida.

Cuando se habla de preparación se refiere al modo o forma de seleccionar y clasificar un café, tomando en cuenta el aspecto físico del grano, forma, tamaño, coloración y la cantidad de imperfecciones presentes en la muestra y por su puesto las características organolépticas de la bebida tales como la fragancia, el aroma, el cuerpo, la acidez y el sabor.

Es importante mencionar que dependiendo del grano defectuoso y la cantidad de estos en la muestra, así será su influencia en provocar una taza o bebida defectuosa. Los granos comúnmente considerados como defectos son:

1.5.4.1. Granos negros

Proviene ya sea de frutos no desarrollados por el ataque de enfermedades fungosas, o por deficiencias nutricionales, pueden separarse en la clasificación.

1.5.4.2. Granos sobre fermentados

De coloración pálida y apariencia cerosa, con la hendidura marcadamente libre de tegumentos y el germen reventado si el daño es total; por lo general provienen de granos rezagados en el equipo y pilas de fermentación.

1.5.4.3. Granos partidos

Muestran una abertura longitudinal por efecto de la trilla, los granos con más del 12% de humedad tienden a aplastarse, abriéndose por los extremos.

1.5.4.4. Granos mordidos

Granos enteros que muestran roturas o alteraciones generalmente oscuras, producidas por acción mecánica sobre el grano, principalmente durante la operación de despulpado en los cafés lavados.

1.5.4.5. Granos verdes

Granos decolorados, caracterizados por poseer la típica forma de media luna, con la cara plana hundida y de tamaño ligeramente inferior al normal, generalmente con la película plateada firmemente adherida.

1.5.4.6. Granos blanqueados o descoloridos

Presentan una decoloración uniforme o bien, parches blancos irregularmente distribuidos, ocurre en un café mal almacenado o en partidas con más del 12 % de humedad.

1.5.4.7. Granos encerados

Coloración y apariencia cerosa, resultado de una deficiencia de hierro.

1.5.4.8. Granos manchados

Muestran manchas o parches de diferentes coloraciones sin alterar la textura de la porción manchada.

1.5.4.9. Granos con película rojiza

Tamaño, peso y forma normal, se originan por cosechas del fruto muy maduro, o por retardar el despulpado. La característica es que la película plateada presente en un grano normal, se torne en un color rojizo.

1.5.4.10. Granos deformes

Entre estos se consideran a los triángulos, caracoles y los gigantes o “elefantes”. Esta deformación se da en la planta.

1.5.4.11. Granos pequeños

Granos que pasan a través de la zaranda No. 14/64.

1.5.4.12. Granos Cerezos

Frutos enteros y secos que no fueron despulpados ni clasificados.

1.5.4.13. Granos brocados

Presentan una o más perforaciones en distintos sentidos provocados por la broca del café.

1.5.4.14. Granos quebrados

Se originan de granos anormalmente grandes o resacos, que al pasar por la trilla se quiebran.

1.5.5. Sabores desagradables en taza

Todos los granos anteriormente descritos pueden alterar el sabor característico de un café, es decir, perder la calidad del mismo, a demás los sabores desagradables pueden ser generados por un proceso mal realizado en el beneficio húmedo, así también por contaminación con otros productos durante la manipulación y almacenamiento, lo defectos más comunes pueden ser:

1.5.5.1. Áspero y sucio

Este sabor es provocado frecuentemente por cafés verdes, “argeños”, brocados, que no se logran clasificar en el beneficio húmedo. Así también por la película plateada que puede quedar adherida al no darle un tiempo adecuado en las pilas de fermentación.

Es importante mencionar que los cafés de altura presentan una película pero esta no se considera un defecto.

1.5.5.2. Terrosa

Predominancia de sabor a tierra húmeda en la taza, lo cual puede ser causado por almacenar cafés con mucha humedad, lo que crea condiciones para el desarrollo de hongos que crean este defecto.

1.5.5.3. Mohosa

Este sabor se percibe en cafés que han sido almacenados con más del 12% de humedad en el grano, temperaturas altas (arriba de 22 ° C) y mucha humedad relativa, condiciones propicias para el desarrollo de hongos. También se pueden encontrar en cafés que han sido almacenados con la humedad adecuada pero en condiciones de almacenamiento no adecuadas, tales como bodegas muy húmedas y ventilación deficiente.

1.5.5.4. Sabor a río (Yodo)

Provocado por frutos que caen al suelo por diferentes circunstancias, por lo que se revientan o se abren, quedando expuestos al ataque de hongos, lo que provoca el característico “sabor a río” o “fenólico”. Los granos derivados de estos frutos, se pueden reconocer fácilmente por presentar la hendidura con una coloración rojiza, también puede encontrarse este sabor en cafés que han sido atacados por hongos a causa de mucha humedad. En cafés lavados es poco frecuente encontrar este sabor defectuoso, pero si en los cafés naturales.

1.5.5.5. Vinoso

Originado por frutos sobremaduros o cuyo despulpado ha sido tardío. EL grano se puede reconocer porque la película presenta una coloración rojiza.

1.5.5.6. Frutoso

Se origina por lavado deficiente del café o por tardanza en el despulpado; este sabor es característico de los cafés naturales, debido a la miel que estos aun mantienen impregnada. Otra causa que incide en la provocación de este defecto es la aplicación de temperaturas altas en las secadoras mecánicas.

1.5.5.7. Agrio

Es una fase más intensa que el frutoso y el vinoso y se origina cuando persisten las condiciones que provocan estos defectos, el sobresecamiento puede ser otro factor que de origen a este sabor.

1.5.5.8. Sobrefermentado

Típico olor y sabor desagradable, originados por no lavar el café a tiempo y dejarlo en las pilas de fermentación. Aunque también es ocasionado al mantener las condiciones que originaron el frutoso, vinoso y agrio. Otra causa es el amontonamiento de los cafés recién lavados o bien, capas muy gruesas de café en los patios de secado.

1.5.5.9. Cebolla

Es originado por cafés que después de lavados son amontonados. Las fermentaciones incompletas o disparejas constituyen otro factor para este defecto. Este sabor es causado por el ácido propiónico originado de las condiciones anteriormente mencionadas.

1.5.5.10. Sabor a cosecha vieja

Característico envejecimiento del grano, aunque haya sido bien beneficiado. Además las condiciones de almacenamiento pueden influir para que el envejecimiento se dé mucho más rápido, es decir, temperatura arriba de 20 ° C y humedad relativa arriba del 65%.

1.5.5.11. Contaminado

Como se menciona el café es muy susceptible a la absorción de otros olores extraños, por lo que su almacenamiento debe hacerse en condiciones en el que no se altere el sabor original del mismo. Entre las condiciones más comunes se pueden mencionar:

Sabor a saco
 Fertilizantes
 Humo
 Cardamomo
 Resina
 Cítricos
 Insecticidas
 Jabón



Figura 5: Daños y defectos en granos de café

Fuente: Guía técnica de caficultura, Anacafé 2006.

1.5.6. Matriz de problemas

Durante cada entrevista realizada a los cinco productores correspondientes a la muestra establecida se realizó una matriz de problemas, en donde al productor se le presentaba un listado conformado por 7 etapas las cuales se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro 5: Referencia de problemas

Problema No.	Problema
1	Recolección del fruto maduro
2	Recibo del fruto maduro en beneficio
3	Despulpado y clasificación
4	Fermentación
5	Lavado y clasificación
6	Proceso de secado
7	Almacenamiento

Cada uno de los problemas se ha comparado con el resto de problemas y se ha colocado dentro de la matriz, el número del problema prioritario ante el problema con el que se ha comparado; a continuación se presenta las cinco matrices realizadas y sus resultados:

Cuadro 6: Matriz de problemas productor 1

	1	2	3	4	5	6	7
7	7	7	7	4	5	6	
6	6	6	6	6	6		
5	5	5	5	4			
4	4	4	4				
3	3	3					
2	1						
1							

Cuadro 7: Resultados Matriz de problemas productor 1

Referencia	Problema	Frecuencia
1	Recolección del fruto maduro	1
2	Recibo del fruto maduro en beneficio	0
3	Despulpado y clasificación	2
4	Fermentación	5
5	Lavado y clasificación	4
6	Proceso de secado	6
7	Almacenamiento	3

Cuadro 8: Matriz de problemas productor 2

	1	2	3	4	5	6	7
7	7	7	7	4	5	6	
6	6	6	6	6	6		
5	5	5	5	4			
4	4	4	4				
3	3	3					
2	1						
1							

Cuadro 9: Resultados Matriz de problemas productor 2

	1	2	3	4	5	6	7
7	7	7	7	4	5	6	
6	6	6	6	4	6		
5	5	5	5	4			
4	4	4	4				
3	3	3					
2	1						
1							

Cuadro 10: Matriz de problemas productor 3

Referencia	Problema	Frecuencia
1	Recolección del fruto maduro	1
2	Recibo del fruto maduro en beneficio	0
3	Despulpado y clasificación	2
4	Fermentación	4
5	Lavado y clasificación	4
6	Proceso de secado	6
7	Almacenamiento	3

Cuadro 11: Resultados Matriz de problemas productor 3

Referencia	Problema	Frecuencia
1	Recolección del fruto maduro	1
2	Recibo del fruto maduro en beneficio	0
3	Despulpado y clasificación	2
4	Fermentación	6
5	Lavado y clasificación	4
6	Proceso de secado	5
7	Almacenamiento	3

Cuadro 12: Matriz de problemas productor 4

	1	2	3	4	5	6	7
7	7	7	7	4	7	6	
6	6	6	6	6	6		
5	5	5	5	4			
4	4	4	4				
3	3	3					
2	1						
1							

Cuadro 13: Resultados Matriz de problemas productor 4

Referencia	Problema	Frecuencia
1	Recolección del fruto maduro	1
2	Recibo del fruto maduro en Beneficio	0
3	Despulpado y clasificación	2
4	Fermentación	5
5	Lavado y clasificación	3
6	Proceso de secado	6
7	Almacenamiento	4

Cuadro 14: Matriz de problemas productor 5

	1	2	3	4	5	6	7
7	7	7	7	4	5	6	
6	6	6	6	6	6		
5	5	5	5	4			
4	4	4	4				
3	3	3					
2	1						
1							

Cuadro 15: Resultados Matriz de problemas productor 5

Referencia	Problema	Frecuencia
1	Recolección del fruto maduro	1
2	Recibo del fruto maduro en beneficio	0
3	Despulpado y clasificación	2
4	Fermentación	5
5	Lavado y clasificación	4
6	Proceso de secado	6
7	Almacenamiento	3

DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos en las cinco matrices, se determinó que la etapa seis, que correspondía al proceso de secado de café, es la que representa mayor problema de calidad en el beneficiado húmedo del café, siguiéndolo el proceso de fermentación, el proceso de lavado, el proceso de almacenamiento, el proceso de despulpado y clasificación, y por último la recolección del fruto, de tal manera que es muy importante dar un manejo apropiado a estas etapas, porque constituyen el engranaje del mecanismo, con el que se logra la más alta calidad del producto final y lograr ser comercializado de una mejor manera.

1.6. CONCLUSIONES

- Al realizar las visitas de campo a los productores con quienes se han tomado las muestras en la región cafetalera del Municipio de San Pedro Necta, se logro observar y conocer el manejo dado a las diferentes etapas del proceso de beneficiado húmedo, en conclusión los productores utilizan 7 etapas para procesar el café, las cuales son: la recolección del fruto maduro, recibido del fruto maduro en el beneficio, despulpado y clasificación, fermentación, lavado y clasificación, secado y almacenamiento. Cabe mencionar que todos los productores de la región son completamente tecnificados y constantemente capacitados por la Asociación Nacional del Café, reduciendo considerablemente malas prácticas agrícolas y manufactura en las diferentes etapas del proceso de beneficiado húmedo.
- Mediante revisión de procesos se logró identificar las diferentes características físicas y organolépticas consideradas en los análisis de catación, considerándose entre las características físicas, el aspecto o apariencia del café oro, secamiento y humedad del grano, tamaño, olor, color y tueste, hendidura del grano oro; entre las características organolépticas se consideran aspectos como la fragancia en café molido, aroma en la infusión, acidez, cuerpo y sabor en general.
- Se logró describir los principales defectos físicos y organolépticos y el origen de cada uno, se concluye que los granos defectuosos pueden tener su origen tanto en la plantación como en el proceso de beneficiado húmedo. Es importante mencionar que dependiendo del grano defectuoso y la cantidad de estos en la muestra, así será su influencia en provocar una taza o bebida defectuosa.

- Con base a las entrevistas realizadas a la muestra de productores y mediante el uso de la matriz de problemas se logro establecer la principal etapa que afecta en la calidad comercial del producto final, siendo esta el proceso de “secado”, tal etapa se determinó mediante el resultado obtenido en las matrices de problemas.
- Como resultado en el proceso de secado de cuatro de las cinco matrices realizadas, es apoyado por las características climáticas presentes en la región, ya que se presentan períodos prolongados de nubosidad y ocurrencia de lluvias orográficas, siendo estas variables climáticas vistas como elementos que afectan directamente el proceso de secado. Debido a los factores climáticos algunos productores se ven obligados a utilizar sistemas mecánicos que a la larga incrementan los costos de producción y con una mala operación producen problemas en la calidad, por tal razón evaluar otras alternativas de secado que sean factibles de implementar con un bajo costo de inversión y operación, combinado con un secado natural, da como resultado un producto con mejores características físicas y organolépticas.

1.7. RECOMENDACIONES

- Es recomendable que el secado en patios de concreto se realice sobre superficies con una pendiente longitudinal máxima del 2% con la finalidad de eliminar el agua remanente del lavado que puedan contener aún los granos de café.
- Se recomienda que la capa de granos de café extendida no sobrepase los 5 cm. de alto y que se debe realizar el movimiento de la masa constantemente para obtener un punto de secado parejo.
- Construir casillas para resguardar el grano en caso de lluvia y protegerlo de la humedad durante la noche.
- Considerar alternativas de secado como lo es el uso de cajas parihuela, estas presentan la ventaja de poder trasladar el café expuesto a la intemperie a un lugar seco y cubierto.
- Tomar en cuenta que el secado en túneles de polietileno, tiene como ventaja el resguardo del grano con el ambiente por medio del cobertor, lo cual evitara el acarreo, aumentara la temperatura y reducirá la humedad relativa durante el proceso de secado.

1.8. BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFÉ (Asociación Nacional del Café, GT). 2006. Guía técnica de caficultura. Guatemala. 214 p.
2. _____. 2008. Perfil de taza, un mapa de características del café. El Cafetal (enero):8-9.
3. Anzueto, F. 2007. Calidad e inocuidad en el café. El Cafetal (octubre):12-14.
4. Barrios, A. 1997. Desafíos del beneficiado húmedo en Centro América. Guatemala, Programa de Mejoramiento del Café / Centro Internacional para la Investigación Agrícola para el Desarrollo. 125 p.
5. Castillo, J. 2001. Influencia de la abeja doméstica (*Apis mellifera* L.) en la polinización del cafeto (*Coffea arabica* L.) en San Pedro Necta, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 110 p.
6. Figueroa, V. 2009. Etapas del beneficiado húmedo y cuidados en la conservación de la calidad (entrevista). Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Asociación de Desarrollo Económico y Social los Chujes (ADESCH).
7. Granados, A. 2009. Etapas del beneficiado húmedo y cuidados en la conservación de la calidad (entrevista). Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Asociación de Desarrollo Económico y Social los Chujes (ADESCH).
8. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología Vulcanología Meteorología e Hidrología, GT). 2010. Parámetros meteorológicos estación Santa Ana, San Pedro Necta (en línea). Guatemala. Consultado 25 jun. 2010. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/HUEHUETENANGO/SAN%20PEDRO%20NECTA%20PARAMETROS.htm>
9. López, A. 2009. Taller sobre catación (comunicación personal). Guatemala, Export Café.

10. Menchú, J. 1985. Manual de beneficiado de café. Guatemala, Anacafé. 150 p.
11. OMP (Oficina Municipal de Planificación, Municipalidad Unión Cantinil, Huehuetenango, GT). 2007. Caracterización del municipio Unión Cantinil del departamento de Huehuetenango. Unión Cantinil, Huehuetenango. 25 p. Sin publicar.
12. Proyecto de Café para Centro América, NI. 2008. Manual de buenas prácticas para cosecha y beneficio húmedo de café de calidad. 2 ed. Managua, Nicaragua. 47 p.
13. SIM (InforPress Centroamericana, Servicio de Información Municipal, GT). 2010. Ubicación del municipio Unión Cantinil (en línea). Guatemala. Consultado 11 Ene. 2010. Disponible en <http://www.inforpressca.com/unioncantinil/ubicacion.php>
14. Valle, D Del. 2009. Etapas del beneficiado húmedo y cuidados en la conservación de la calidad (entrevista). Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Asociación de Desarrollo Económico y Social los Chujes (ADESCH).
15. Valle, E Del. 2009. Etapas del beneficiado húmedo y cuidados en la conservación de la calidad (entrevista). Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Asociación de Desarrollo Económico y Social los Chujes (ADESCH).
16. Valle, M Del. 2009. Etapas del beneficiado húmedo y cuidados en la conservación de la calidad (entrevista). Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Asociación de Desarrollo Económico y Social los Chujes (ADESCH).
17. Valle, S Del. 2009. Procesos de beneficiado húmedo realizado por productores de la ADESCH (entrevista). Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Asociación de Desarrollo Económico y Social los Chujes (ADESCH).

CAPITULO II
INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DE TRES PERÍODOS DE MOVIMIENTO DE MASAS PARA EL SECADO DE CAFÉ PERGAMINO EN SECADORAS SOLARES TIPO DOMO, EN EL MUNICIPIO SAN PEDRO NECTA, HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

EVALUATION OF THREE PERIODS OF MASS MOVEMENT FOR DRYING OF PARCHMENT COFFEE DRYING ON DOME IN THE MUNICIPALITY OF SAN PEDRO NECTA, HUEHUTENANGO, GUATEMALA, C.A.

2.1. INTRODUCCIÓN

El beneficiado húmedo del café comprende las actividades de cosecha o recolección del fruto en su punto óptimo de corte, despulpado, fermentación, lavado, clasificación y secamiento. Cada una de estas etapas constituye un engranaje del mecanismo con el que se logra la más alta calidad del producto final. (ANACAFÉ.2006)

El secado de café pergamino es una parte muy importante en el proceso de industrialización y se realiza para evitar la germinación de la semilla, reducir el contenido de humedad hasta un 11%; de esa forma se tiene un nivel adecuado de humedad para inhibir el desarrollo de hongos y evitar que el fruto sufra daños en su aspecto físico y su composición química. Es complicado el proceso del secado del café, ya que después de eliminar el agua superficial del grano, hay que desaparecer la humedad interior del mismo. El contenido de humedad del café en pergamino deberá reducirse gradualmente, de acuerdo con el tiempo y condiciones de almacenamiento.

Normalmente después de la clasificación de los granos en el canal de correteo el producto tiene aproximadamente una humedad del 55%. Sin embargo para fines de almacenamiento, trillado y comercialización, es necesario bajar su humedad y mantenerla en un rango comprendido entre 10% y 12%, esto evitará el ataque de hongos y hará que se conserven los atributos de calidad. (ANACAFÉ. 2006)

Los sistemas de secado se clasifican en tradicionales y mecánicos. Los primeros aprovechan la energía solar. A esta clasificación corresponde el secado al sol en patios, secado en zarandas y las “secadoras solares” que son una combinación del uso de zarandas y de cobertores plásticos (invernadero).

Con el propósito de contribuir en la búsqueda de alternativas del secado del café en fincas cafetaleras a escala comercial del municipio de San Pedro Necta, Huehuetenango, en la presente investigación se busco generar recomendaciones que permitan obtener partidas de café de buena calidad, con buen rendimiento y así lograr mejorar la comercialización del producto sin pérdidas económicas considerables.

El objetivo fue evaluar la eficiencia de tres periodos de movimiento de grano, con la finalidad de determinar que periodo presentaba el menor tiempo para obtener la humedad adecuada que es entre el 10 y 12% comparado con el secado tradicional en patios de concreto, se determino que el menor tiempo de secado lo presento el tratamiento 1 con 111 horas para llegar al 12% de humedad del grano de café.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La forma tradicional del secado del café en la región de Huehuetenango, es al aire libre sobre patios de cemento, donde se exponen los granos húmedos directamente a los rayos del sol, durante cinco días aproximadamente, removiendo el grano periódicamente hasta alcanzar un 11 % de humedad. El sistema de secado es simple y permite obtener café de calidad, pero existen limitantes que reducen la calidad del mismo; como lo son las lluvias repentinas, el polvo, la basura y los animales; también se debe guardar o cubrir el café por las noches para evitar que vuelva a absorber la humedad ambiental y la imposibilidad de secar alto volumen de café. (Cruz, D; López De León, E; Pascual, LF. 2009).

Otro inconveniente en pos cosecha es provocado principalmente por las inadecuadas practicas en secado y almacenamiento del grano del café; perdiendo así la inocuidad a causa de contaminación natural, generando de esta manera mohos productores de Ocratoxina A principalmente por los géneros *Aspergillus* y *Penicillium*. La susceptibilidad de contaminación se incrementa cuando existe una concentración de humedad mayor al 12% en el grano, como resultado de un mal secado o debido al incremento de la humedad del grano durante el almacenamiento. Debido a que existen problemas de calidad durante el proceso de secado, es importante verificar que el café obtenga la humedad optima; esto para evitar granos negros, fermentados mohosos, veteados y descoloridos. (Anzueto F.2007).

El inadecuado secado de café también provoca alteraciones en las características organolépticas como lo son sabores desagradables en taza. Se considera una taza “terrosa” cuando existe predominancia de sabor a tierra húmeda en la taza, lo cual puede ser causado por almacenar café con mucha humedad, lo que crea condiciones para el desarrollo de hongos que provocan este defecto, al igual que un sabor en taza “mohoso” a causa de almacenamiento de granos con más del 12% de humedad y temperaturas arriba de 22 C. (ANACAFÉ. 2006)

2.3. MARCO TEÓRICO

2.3.1. Taxonomía y morfología de (*Coffea arabica* L.)

El Café (*Coffea arabica* L.) forma parte de la gran familia Rubiaceae, de la que constituye el género *Coffea*, cuyas especies se presentan bajo aspectos muy diversos al final de su desarrollo, o sea en su edad adulta presentando también diversas características en su ramaje, hojas, frutos y semillas.

Porte y tallo: arbusto hasta de 7 metros de altura, de formación cónica. Porte alto. Tallo central o vertical único, con pocas ramificaciones verticales que nacen de los nudos. Sus ramas laterales abundantes y ramificadas. Las ramas laterales en relación con eje central forma ángulos entre 50-70 grados (abertura ligeramente inclinada).

Las hojas son elípticas, oblongas y lanceoladas, estas miden de 7-17 cm. de longitud y 3-8 cm. de ancho; láminas lisas de color verde oscuro y envés verde pálido; ápice agudo y brotes terminales bronceados.

Flores: de 4-12 flores por axila, corola blanca de 5 pétalos, de 6-12 mm. de largo y de 3-4 mm. de ancho. Autofértiles (hermafroditas). (ANACAFÉ. 2006)

Fruto: es una drupa elipsoide de dos lóculos y dos semillas, la cáscara del fruto consiste de dos tejidos: el pericarpio y el endocarpio, el primero se conoce como pulpa y el segundo como pergamino.

El fruto del café está constituido de afuera hacia dentro por las siguientes partes:

- La parte o cubierta verde cuando el fruto no ha madurado, roja cuando maduro y marrón oscura cuando está seca.
- El mucílago o miel es la envoltura resbalosa, de sabor azucarado, esta parte es el mesocarpio; el epicarpio y mesocarpio ambos forman la pulpa del café.

Al alcanzar el fruto su estado de maduración, se forma el mucílago que permite que la separación de la pulpa y el pergamino se de con mayor facilidad.

El pergamino o envoltura celulósica, cubre por separado cada una de las semillas, esta parte es el endocarpio del fruto:

Epicarpio + Mesocarpio + Endocarpio = Pericarpio

El pergamino es delgado y de textura esclerosa; está formado por fibras esclerenquimáticas, las cuales son largas de extremidades planas o redondas, de abertura estrecha, están orientadas de diversa manera presentando un entrelazamiento, cruzándose en sentido longitudinal y transversal.

El tejido de mayor volumen es el endospermo, cuyo color es azul verdoso, gris amarillento o gris pizarra, dependiendo de la variedad de café, es elástico constituido por células poliédricas o isodiamétricas, casi cúbicas mucho menores que las de la parte interna del grano.(Alonzo Mazariegos C. 1981).

2.3.2. El Grano

Los granos son partes constitutivas de organismos vivientes que respiran y utilizan el oxígeno del aire, producen bióxido de carbono, agua y energía que se traduce en calor. Estas partes constitutivas tienen sus actividades vitales reducidas a un mínimo, es decir, se encuentran en estado de vida latente, por lo que, a simple vista, dan la impresión de encontrarse sin vida. (Ramírez Genel, M. 1982)

2.3.2.1. Composición química

Las principales sustancias almacenadas por los granos son los carbohidratos, los lípidos y las proteínas. El principal carbohidrato de reserva en los granos es el almidón. Cuando el almidón es la sustancia de reserva predominante, el grano es denominado amiláceo; es llamado oleaginoso cuando los lípidos son las sustancias de reserva predominante; y proteico cuando éstas son las proteínas. (Pos cosecha de granos).

2.3.2.2. Proceso respiratorio

La respiración bajo condiciones aeróbicas (en presencia de oxígeno libre) es el proceso por medio del cual las células vivas de los vegetales oxidan los carbohidratos y las grasas, por medio del oxígeno atmosférico, produciendo gas carbónico (CO_2) y agua (H_2O) y liberando energía en forma de calor. (pos cosecha de granos).

2.3.3. Formas en que se encuentra el agua contenida en la semilla

El agua se encuentra en la semilla o grano retenida de tres formas diferentes:

2.3.3.1. Agua libre

Retenida en los espacios intergranulares, la cual posee propiedades específicas, siendo las moléculas de las sustancias las que soportan y sirven para fijarla en estos sitios.

2.3.3.2. Agua absorbida

Se encuentra más asociada con la materia absorbente, existiendo aquí una interrelación entre las moléculas del agua y las sustancias que constituyen el grano, de tal manera que las propiedades de una influyen en las propiedades de la otra.

2.3.3.3. Agua combinada

Se encuentra químicamente unida y forma parte integral de las moléculas que constituyen los materiales de reserva o entran en formación de alguno de los órganos del grano o semilla. (Alonzo Mazariegos C. 1981).

2.3.4. Higroscopicidad de los granos

El contenido de humedad en los granos varía de acuerdo a las condiciones de la temperatura y humedad relativa del aire ambiente donde se encuentran. El grano puede ganar humedad (absorción) o perder humedad (desorción).

Para cada combinación de temperatura y humedad relativa del aire, existe un contenido de humedad del grano que se mantiene en equilibrio con esa temperatura y humedad relativa; ese contenido de humedad es denominado "humedad de equilibrio del grano". (Ramírez Genel, M. 1982)

2.3.5. Propiedades de los granos

Existen tres propiedades de los granos o semillas que determinan, en gran parte, su comportamiento o reacción ante los factores ecológicos (físicos, químicos, y biotipos del ambiente que los rodea) y son:

- Baja conductividad térmica
- Capacidad de absorción del agua
- Naturaleza porosa del grano

2.3.5.1. Baja conductividad térmica:

Cada semilla o grano posee determinada conductividad térmica, es decir, cierta velocidad con que el calor pasa de las zonas más calientes a las zonas más frías dentro de la masa del grano. En el desplazamiento de calor en las semillas la velocidad y la conductividad térmica están determinadas por la forma, tamaño y textura. La conductividad térmica es baja y se puede comparar a la que posee el suelo o las maderas blandas. De esto se puede decir, que una vez producida una zona de calor en cualquier parte de la masa del grano, el calor se transmite con mucha más lentitud hacia las partes más frías, esta es la razón por la cual las altas temperaturas dañan los granos almacenados. (Ramírez Genel, M. 1982)

2.3.5.2. Capacidad de absorción del agua

La presencia del agua en la masa de grano implica la combinación de esta con el material sólido y seco, el cual es variable dentro determinados límites. Entre más pequeña sea la cantidad de agua en el grano, esta se encuentra más fuertemente retenida debido a las fuerzas intermoleculares.

El equilibrio dinámico entre el agua del grano y el agua del aire, es función de la temperatura y la humedad del aire, cuando se trata de granos secos, se alcanza un nivel específico para cada tipo de grano, en condiciones de humedad relativa dadas.

Siempre que existan diferencias de temperatura en la masa del grano, se presenta el fenómeno de la transmisión de calor de las áreas más calientes hacia las más frías. Así mismo, la humedad se transmite del grano más caliente, hacia el más frío, en donde se condensa y cambia el contenido de humedad en este sitio específico.

Sin embargo, la interrelación de ambos factores es difícil de estudiar y analizar con precisión, siendo a la vez, la más importante con respecto a la conservación durante el almacenamiento de granos. El fenómeno de transmisión de calor de las áreas más

calientes o frías, tal el caso del grano caliente colocado directamente sobre pisos fríos de cemento. Cuando el grano, por naturaleza mal conductor del calor, se pone en contacto con materiales fríos y que sean relativamente buenos conductores de calor, estos cambian la temperatura con rapidez pero el grano, por su conductividad específica, lo hace con lentitud.

La humedad se transmite del grano caliente hacia el grano frío o a las superficies frías, en donde se deposita por condensación. Este fenómeno y su desarrollo, producen áreas localizadas con el más alto contenido de humedad. (Ramírez Genel, M. 1982)

2.3.5.3. Naturaleza porosa del grano

Los granos tienen una estructura porosa, se sabe que debido a esta porosidad, existe el fenómeno de la difusión del aire a través de la masa.

Esta difusión del aire, a través de la masa, es muy lenta por sí sola, no es capaz de eliminar cualquier exceso de humedad o de temperatura de la masa del grano, cuando se encuentra esta bajo buenas condiciones de almacenamiento.

Quedó establecido anteriormente que los granos o semillas son órganos cuyas actividades vitales están muy reducidas, lo que les permite permanecer en reposo aparente. La actividad de los granos, se manifiesta por la producción de energía a partir de las sustancias elementales de reserva mediante los procesos respiratorios. La velocidad de la respiración en los granos está íntimamente ligada a la disponibilidad de oxígeno y es función de la temperatura, a si los granos húmedos se calientan más que los secos y mientras exista oxígeno disponible puede llegar este calentamiento hasta la destrucción de los granos por el efecto adverso de las altas temperaturas.

El agua contenida en el grano, actúa como elemento de hidratación de los tejidos; los coloides de la célula forma una especie de gelatina elástica permitiendo que el oxígeno y bióxido de carbono se difundan con mayor rapidez en la masa individual de la semilla. Además el agua representa más del 90% de cada organismo y participa directa o

indirectamente, en todas las reacciones metabólicas. A pesar de la abundancia, el agua es un compuesto notable que presenta muchas propiedades singulares. Entre las que podemos mencionar, el elevado calor específico, propiedad que permite al tejido vivo realizar una considerable absorción o pérdida de calor con solos pequeños cambios de temperatura.

Las propiedades mencionadas se deben principalmente a la configuración de la molécula de agua, que se presta al establecimiento de puentes de hidrógeno que son responsables del elevado calor de difusión, el alto calor específico y el considerable calor latente de vaporización del agua.

Los puentes de hidrógeno son los responsables de la adherencia de las moléculas de agua a sustratos como la celulosa. Este material se moja fácilmente porque las moléculas de agua tienen un fácil acceso a los átomos de oxígeno, bien expuestos sobre las superficies, con lo que fácilmente pueden formar puentes de hidrogeno. (Ramírez Genel, M. 1982).

2.3.6. Contenido de humedad del café

El café lavado recién escurrido tiene un contenido de humedad que esta alrededor del 55% sobre base húmeda, es decir, que de cada 100 quintales en ese estado contiene 55 de agua y 45 de café completamente seco.

El contenido de humedad en el café a ser comercializado se encuentra dentro de un rango entre el 9 al 12% de humedad, dado que esta condición permite un adecuado almacenamiento y manipulación sin riesgos de mohos o cualquier otro daño en el grano que altere la calidad del mismo y por tanto incurra en una disminución del precio en el mercado. (Alonzo Mazariegos C. 1981).

2.3.7. Contenido de humedad del aire

El proceso de secamiento tiene como base la capacidad del aire de asimilar mayor o menor cantidad de agua, hasta alcanzar un estado de equilibrio con el material que se está secando. La capacidad del aire de asimilar la humedad, depende del contenido de humedad de dicho aire y la temperatura a la cual está.

El contenido de humedad del aire se expresa en porcentaje de humedad relativa o bien como humedad absoluta.

Es importante determinar las relaciones que existen entre las condiciones ambientales, definidas por la humedad relativa y la temperatura, con el contenido de la humedad de los granos.

En la Práctica el aire ambiente se considera una mezcla de aire seco, vapor de agua e impurezas. .(Alonzo Mazariegos C. 1981).

2.3.8. Mecanismos de secamientos

En el secamiento de cualquier material, es decisiva la composición, forma y estructura del sólido del cual se pretende la humedad. En el caso especial del café hay que tomar en cuenta que después de eliminar el agua puramente superficial durante el escurrido, se inicia una etapa en la cual el agua debe emigrar del interior del grano a la superficie externa del pergamino.

Además de difundirse del interior del grano a la superficie del mismo, deberá atravesar la película plateada, para caer entonces en una cámara de aire tanto más grande cuanto más avanzado este el proceso de secamiento; luego deberá atravesar en forma de vapor la cubierta o pergamino antes de que la corriente de aire pueda arrastrarla.

La evaporación tiene lugar cuando la presión del vapor de agua que contiene el grano excede la correspondiente a la resistencia de la presión presentada por el aire que lo rodea. Entonces la mayor evaporación se logrará cuando exista una gran diferencia entre estas dos presiones.

Todo líquido tiene una presión de vaporización la cual es directamente proporcional a la temperatura absoluta del líquido. Por consiguiente, el agua contenida en el grano ejerce una presión sobre sus paredes, la cual de acuerdo a la estructura, forma y tamaño pueden soportar en mayor o menor intensidad.

El agua contenida en el grano ejerce presión sobre sus paredes; por otra parte, el vapor de agua contenido en el aire ejerce a su vez presión dentro de su mezcla, y es por ello que el agua contenida en el grano tiende a salir y pasar al aire que rodea la masa de grano, mientras que el vapor de agua contenido en el aire tiende a entrar al grano.

El endospermo es el material más difícil de secar por lo pequeño de los espacios intercelulares de su estructura, los cuales están prácticamente incomunicados unos con los otros. Por este motivo el agua debe atravesar una gran cantidad de paredes celulares antes que pueda llegar a las capas exteriores.

El proceso parece muy simple, debido a que solo se necesitaría de elevarse la temperatura del aire para ver aumentado y disminuida su presión, creando un aire sediento que absorba humedad de los productos, que entren en contacto con él, para este caso el café. Además, el aire caliente al entrar en contacto con el producto, le trasmite calor, con lo que aumentará la presión de vaporización del agua que contiene el producto, estableciéndose una gran diferencia de presiones que aceleren el proceso de secamiento. (Alonzo Mazariegos C. 1981).

2.3.9. Proceso de secado del café

2.3.9.1. El secado

La práctica de secado busca disminuir el agua del grano de café, previamente lavado y escurrido de una forma natural o mecánica. El café debe quedar en un punto comercialmente aceptado, que reúna las características para almacenarlo, venderlo o trillarlo posteriormente.

El mecanismo de secado de café es más complicado que el de cualquier otro grano pues éste, después de lavado contiene alrededor de 55% de humedad; puede ocurrir volatilización de componentes aromáticos, si se emplean altas temperaturas y al mismo tiempo, el efecto negativo que las condiciones de operación pueden causar en el aspecto físico y particularmente en la bebida.

Aunque la cápsula de pergamino casi no se modifica, salvo las conocidas grietas en el café de altura; el grano de café oro se encoge para dar origen a una bolsa de aire entre el pergamino y el oro. Para ser almacenado, el grano de café debe contener alrededor de 12% de humedad. (Cruz, D; López De León, E; Pascual, LF. 2009).

2.3.10. El punto de secado en el café

Si el café escurrido se seca deficientemente, se obtiene un café dañado que se vende a un precio más bajo en el mercado. Si el café se seca mucho, pierde peso, lo que genera zonas cristalizadas en los granos, que no permitirán un tostado uniforme. Si al café le falta secado, aparecen manchas por exceso de humedad en la superficie de los granos y se generan mohos en los cafés almacenados.

Para determinar el punto de secado ya sea en patio o en secadora solar, pueden realizarse las siguientes pruebas:

- **A la vista**

Consiste en tomar una muestra de café, se le quita el pergamino y se observa la coloración que tendrá que ser verde azulado. Si el café no ha alcanzado este color, está muy húmedo.

- **Con el diente**

Se toman algunos granos de diferentes puntos de la partida en proceso de secado y se prensan con los dientes, si queda la marca de los dientes, indica que ya esta de punto; si el diente se hunde, el grano esta muy húmedo y si al grano no le queda ninguna seña, está reseco.

- **Con navaja o cuchillo.**

Se toman varios granos de diferentes puntos de la partida, se colocan con la cara plana hacia abajo y se efectúa un corte a cada uno, si los dos pedazos saltan hacia los lados, ya esta en su punto, si los dos pedazos no brincan está muy húmedo y si el grano no se deja partir, esta reseco.

- **Con martillo.**

Se golpean los granos colocados con la cara hacia abajo. Si al grano le queda la marca del golpe, ya esta en su punto; si los granos se aplastan, esta muy húmedo y si se quiebran esta reseco.

- **Determinación con aparatos.**

Existen aparatos que permiten la medición rápida del contenido de humedad de los granos. (Cruz, D; López De León, E; Pascual, LF. 2009).

2.3.11. El secado en patio de cemento

El uso de los patios de cemento para el secado del café es el sistema tradicional y más conocido entre los productores de café, aunque también puede observarse en raras ocasiones, el secado sobre nailon de polietileno. (Cruz, D; López De León, E; Pascual, LF. 2009).

Ventajas

- Se usa energía limpia por medio de la radiación solar.
- No causa contaminación
- Operación sencilla, no se necesita capacitación especial.
- El producto final es de buena calidad.

Desventajas

- Se depende de las condiciones del clima
- La pérdida de humedad no siempre es constante.
- Es muy tardado si no hay suficiente radiación solar.
- La construcción de los patios puede resultar muy costosa.
- El movimiento de la masa de café debe ser constante y se necesita mucha fuerza.
- Existe riesgo de contaminación con polvo, basura y animales



Figura 6: Secado de café pergamino en patio de cemento.

2.3.12. La energía del sol

Para el secado del café, es importante aprovechar de la mejor manera la energía del sol en forma de calor. Esta energía podemos obtenerla todo el tiempo, no contamina, es gratuita y es para todos. La cantidad y la intensidad de los rayos del sol que llegan a la tierra dependerá de varios factores como la posición del sol en relación con la tierra, que cambia según la época del año y las condiciones del cielo como: nubes, viento, lluvia, humo, etc. Es importante entonces, aprovechar al máximo la energía del sol que en conjunto con el viento, ayuda a remover la humedad del los granos de café. (Cruz, D; López De León, E; Pascual, LF. 2009)

2.3.13. Secadora solar tipo domo

Una secadora solar tipo domo, es una estructura que transforma la energía que proviene del sol; el calor que junto con el movimiento del aire, es capaz de evaporar la humedad del grano del café. La cantidad de agua que se puede evaporar, dependerá de la temperatura que alcance el aire, por medio de la transformación de energía que hace la

secadora solar y de la velocidad a la que circule el viento. (Cruz, D; López De León, E; Pascual, LF. 2009).

Los elementos básicos de una secadora solar son:

- El colector: donde la radiación solar calienta el aire
- La cámara de secado: donde el producto es deshidratado por el aire que circula.

Estos dos elementos pueden diseñarse de diferentes formas, para integrarse a diferentes equipos de secadora solar; a continuación se mencionan tres tipos de secadoras solares:

- **Secadora solar indirecta:**

Los dos elementos están separados. El aire es calentado en el colector y la radiación no incide sobre el producto colocado en la cámara de secado. La cámara de secado no permite la entrada de la radiación solar. Esta secadora es esencialmente de carácter convencional en la que el sol actúa de fuente energética.

- **Secadora solar directa**

Los dos elementos pueden juntarse, en cuyo caso la cámara que contiene el producto, también cumple la función de colector recibiendo la radiación solar.

- **Secadora solar mixta**

Finalmente puede darse el caso en que la colección de radiación se realice tanto en un colector solar previo a la cámara, como en la misma cámara.

Ventajas

Algunos de los beneficios de la secadora solar son los siguientes:

- Disminución del 100% de los riesgos de contaminación por basura, polvo o animales.
- Incremento en la calidad del producto al obtener un grano más limpio y sin manchas.
- Disminución de hasta el 50% del trabajo físico requerido
- Disminución hasta en un 40% en el tiempo de secado.
- Menor costo de construcción en comparación con el patio de cemento (dependiendo del diseño).
- Se evita el desarrollo de hongos al dar la humedad adecuada al grano para su almacenamiento.
- Se facilita el trabajo de escoger y separar el grano, ya que se encuentra a media altura.
- Se evita que el fruto absorba de nuevo humedad durante la noche al cerrar las ventanas de ventilación.
- Mejor aprovechamiento del espacio físico para secado del café, especialmente en las secadoras de dos niveles de parihuelas.

Desventajas

- Debido a la temperatura alcanzada en el interior de las secadoras solares, el café debe moverse en el menor tiempo posible, para que el trabajador que realiza dicho movimiento, evite cambios bruscos de temperatura.
- El nylon de la cubierta tiene una durabilidad promedio de dos años y medio, y luego debe ser sustituido por uno nuevo.
- Se puede obtener un secado disparejo, si no se realiza constante movimiento de la masa de café dentro de cada parihuela

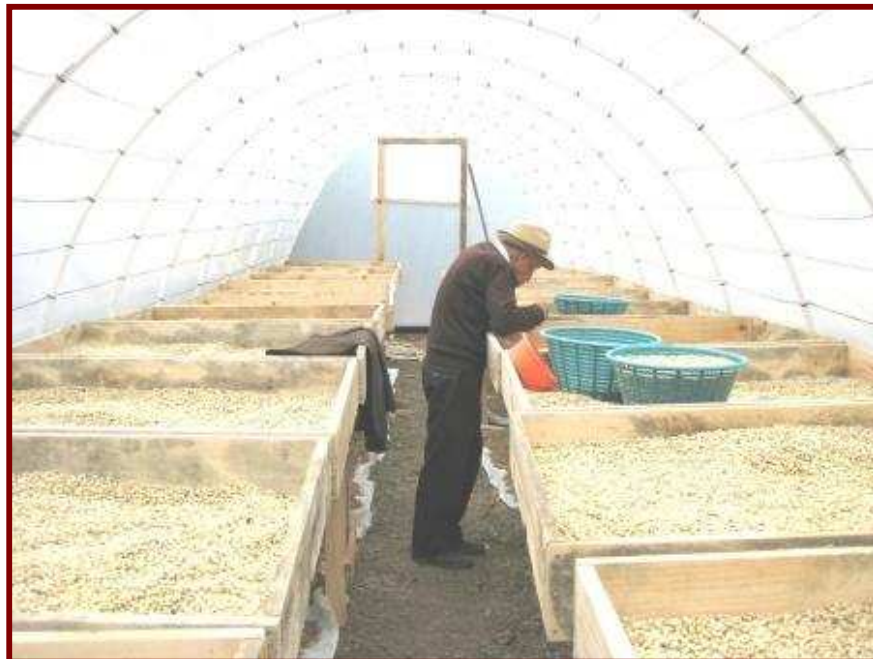


Figura 7: Secado de café pergamino en secadora solar tipo domo.

2.3.14. Características de la secadora solar tipo domo

La secadora solar tipo domo consiste en:

- Estructura de madera y tubo PVC
- Piso de tierra
- Cubierta de nailon para invernadero con protección ultra violeta (UV).
- Mide 3.40 metros de ancho x 10 metros de largo x 2.25 metros de altura. La entrada de aire frío es de 15 cm. en la parte baja, las ventanas de ventilación miden 30 cm. por 80 cm. y tienen una cortina del mismo nailon para cubrirlas en la noche.
- En el interior, se encuentran 20 parihuelas o zarandas de 1.20 metros de largo x 0.91 metros de ancho, de madera y malla de acero inoxidable, cada una tiene capacidad aproximada de 50 libras de café húmedo, para hacer un total de 10 quintales, la altura de la masa de café no debe ser mayor de 4 cm. Las parihuelas son móviles al igual que las tarimas y las reglas, esto con el objetivo de usar la instalación para otros fines cuando no haya café para secado. En los lados, se puede construir una zanja recubierta con cemento para el drenaje del agua de lluvia.

2.3.15. El funcionamiento y la operación de la secadora solar

- El principio básico es calentar el aire del interior mediante los rayos del sol, disminuyendo así su humedad relativa.
- Dicho aire caliente, al contacto con el café húmedo, tiende a absorber agua, secando por tal razón el grano.
- Debido a las diferencias de temperatura existentes entre el aire del interior y del exterior, el aire circula por el **FENÓMENO DE CONVECCIÓN NATURAL**, de esta forma el café perderá gradualmente la humedad.



Figura 8: Construcción de secadora solar tipo domo

2.3.16. Aspectos generales del manejo y mantenimiento de la secadora solar tipo domo.

- Debe procurarse el mejor funcionamiento de la secadora para lo cual, debe permitirse el fenómeno de convección. Es decir, que no debe interrumpirse la circulación del aire colocando láminas u otros materiales como protección alrededor de la misma.
- Si el lugar es muy frío o hay mucho viento, puede reducirse la entrada de aire en la parte de abajo, a 10 cm. Esto para evitar un poco la entrada, pero nunca cerrar por completo porque la secadora dejaría de funcionar por falta de circulación de aire.

- Si se observar que durante el día no se alcanza la temperatura adecuada dentro de la secadora, pueden abrirse las ventanas únicamente a la mitad, colocando topes para que no haya mucha salida de aire caliente. Si se hace esto, debe tenerse mucho cuidado y observar que no se acumule vapor en el interior de la secadora, el cual, al caer en forma de gotas sobre el café en proceso de secado, daña irreversiblemente la calidad.
- El funcionamiento ideal de la secadora depende directamente de las condiciones ambientales y especialmente de la radiación solar. No debe proyectarse sombra hacia la secadora, de lo contrario deberán podarse (no eliminar totalmente), algunos árboles o arbustos que estén alrededor.
- El café lavado, debe escurrirse un día en patio antes de colocarse en las parihuelas de secado dentro de la secadora solar, de esa forma el tiempo promedio de secado es de tres días de condiciones normales. Si no se escurre, toda el agua que contiene, cae en el piso de la secadora y al evaporarse solamente estará en circulación dentro de la secadora y no permitirá un secado rápido y uniforme y puede dar punto de secado hasta los 7 u 8 días.
- Dentro de cada parihuela de secado de 1.20 metros x 0.91 metros, deben ir aproximadamente 50 libras, para hacer una capa no mayor de 4 centímetros de altura que permite la circulación del aire por medio de la masa de café.
- Debe moverse la masa de café a cada 45 o 60 minutos para que el secado sea parejo, debe hacerse lo más rápido posible para evitar deshidratación por la temperatura que se puede alcanzar, hacer este trabajo en un momento nublado o simplemente abrir la puerta para permitir entrada de aire frío.

- Para separar el café pinto, manchado, quebrado, etc. y dejar solo el pergamino de primera calidad, debe hacerse en horas frescas o cuando la partida esté completamente seca.
- Para el punto de secado, debe tenerse mucho cuidado pues si no se saca rápido, puede obtenerse café reseco. Debe buscarse la mejor forma de sacarlo de las parihuelas lo más rápido posible, puede ser con canastos o costales pequeños según al espacio de la calle.
- Las cortinas de las ventanas deben estar cerradas durante la noche para evitar la entrada de humedad, y deben estar abiertas durante el día; o cuando haya mucho calor dentro de la secadora, para permitir la salida de la humedad que el café va perdiendo por acción de la circulación del aire seco.
- La puerta debe estar siempre cerrada para evitar la entrada de polvo, basura y animales.
- Si el nylon se deteriora o sufriera una ruptura, puede repararse colocando un parche del mismo nylon sobre el deteriorado, en cada lado se coloca papel periódico y sobre éste se pasa varias veces una plancha eléctrica caliente, para que el parche se pegue al lienzo principal sin usar ningún pegamento.
- Evitar la contaminación del café por humo, polvo u olores fuertes como el de la pulpa o granjas, por lo que debe considerarse esos aspectos al momento de construir las.



Figura 9: Labores de secado en secadora solar tipo domo.

2.3.17. Otros usos de la secadora solar

Puede reconocerse un valor extra de las secadoras solares, ya que pueden usarse antes y después de la cosecha del café, para alguna de las siguientes actividades (Cruz, D; López De León, E; Pascual, LF. 2009)

- Cultivo de maíz, frijol, tomate, etc.
- Secado de granos básicos como maíz, frijol, semillas, etc.
- Secado de leña y madera
- Secado de ropa
- Maduración de fruta, principalmente plátano (mas dulce y mas rápido).
- Deshidratación de frutas
- Germinación de semillas de hortalizas como repollo, coliflor, acelga, tomate, etc.
- Criar y empollar gallinas
- Bodega
- Hospedaje

2.3.18. Determinador de humedad Burrows DMC 500



Figura 10: Determinador de Humedad Burrows DMC500.

Identificación de las partes:

- **Botón de encendido**
- **Botón de apagado.**
- **Pantalla:** En ella se observan las opciones que tiene el determinador
- **Tecla del menú:** Muestra las distintas opciones con las que funciona el determinador de humedad
- **Teclas de Navegación:** Su función es navegar por las opciones que muestra el menú.
- **Tolva:** A través de ella se ingresa el café a la cámara de muestreo
- **Botón de expulsión:** Cuando se presiona, expulsa los granos de la cámara de muestreo y los deposita en la gaveta
- **Dosificador:** En ella se pesara el café a utilizar como muestra
- **Gaveta.** Se usa para retirar el café después de realizada la prueba (Berrios Escorsa, 2008).

2.4. MARCO REFERENCIAL

2.4.1. Localización y extensión territorial

El municipio de San Pedro Necta está localizado en el departamento de Huehuetenango, tiene una extensión aproximada de 119 kilómetros cuadrados, con las colindancias siguientes: al norte los municipios de San Antonio Huista y Unión Cantinil; al este con Todos Santos Cuchumatán y Santiago Chimaltenango; al sur con San Ildefonso Ixtahuacán y Colotenango; al oeste con la Democracia y la Libertad. Todos los municipios anteriormente mencionados pertenecen al departamento de Huehuetenango, Según el Diccionario Geográfico Nacional. (Castillo Contreras, 2001).

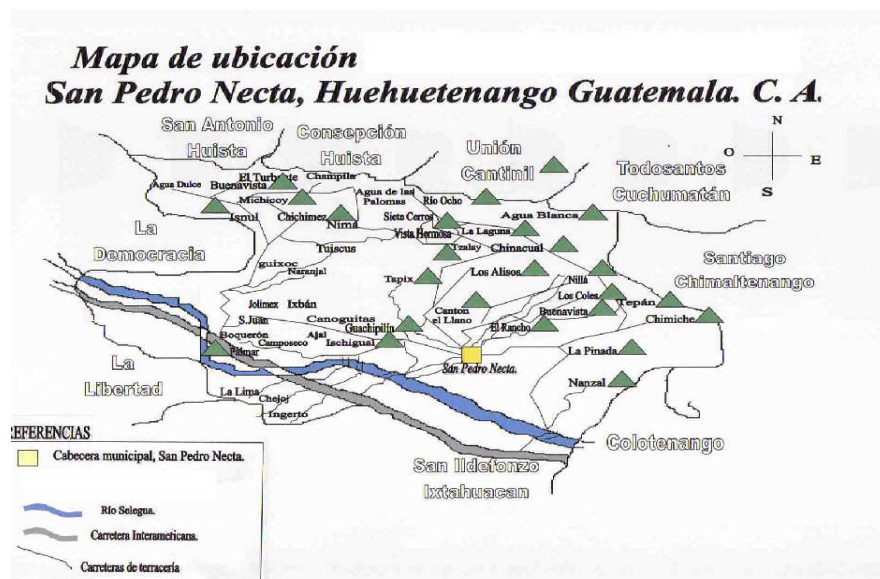


Figura 11: Mapa del Municipio de San Pedro Necta
Fuente: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).
AÑO 2002.

2.4.2. Condiciones geofísicas

Las condiciones Geofísicas del Municipio de San Pedro Necta, corresponden a las tierras Calizas Altas del Norte.

2.4.3. Clima

Las unidades bioclimáticas predominantes tienen las siguientes características:

Bosque Húmedo Subtropical Templado (BHST)

- Altitud: 1000 a 2000 metros sobre el nivel del mar.
- Precipitación pluvial anual, 1000 a 2000 milímetros.
- Temperatura media anual: 18 a 24 grados centígrados
- Suelos: Superficiales, de textura pesada, con sectores bien drenados, color gris oscuro o negro. Las pendientes están entre los rangos de 12% y de 32% a 45%.

2.4.4. Caracterización del comportamiento climático

Cuadro 16: Datos de temperaturas promedio en meses de cosecha.

Año /mes	Temperatura Media Promedio °C	Temperatura Máxima Promedio °C
Nov-08	17.8	22.6
Dic-08	17.7	24.1
Ene-09	16.1	22.3
Feb-09	17.2	24.6
Mar-09	17.7	26.2

Fuente: base de datos estación Sta. Cecilia, INSIVUMEH 2008-2009.

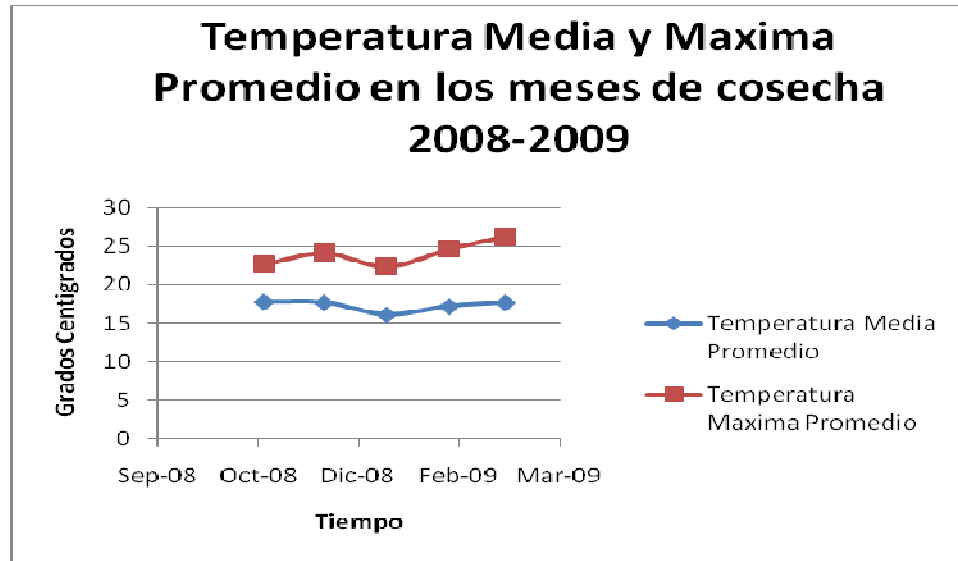


Figura 12: Temperaturas en meses de cosecha.

Cuadro 17: Datos de precipitación en meses de cosecha.

Año /mes	Lluvia en Milímetros
Nov-08	1.8
Dic-08	1.9
Ene-09	21.5
Feb-09	8.2
Mar-09	0

Fuente: base de datos estación Sta. Cecilia, INSIVUMEH 2008-2009.

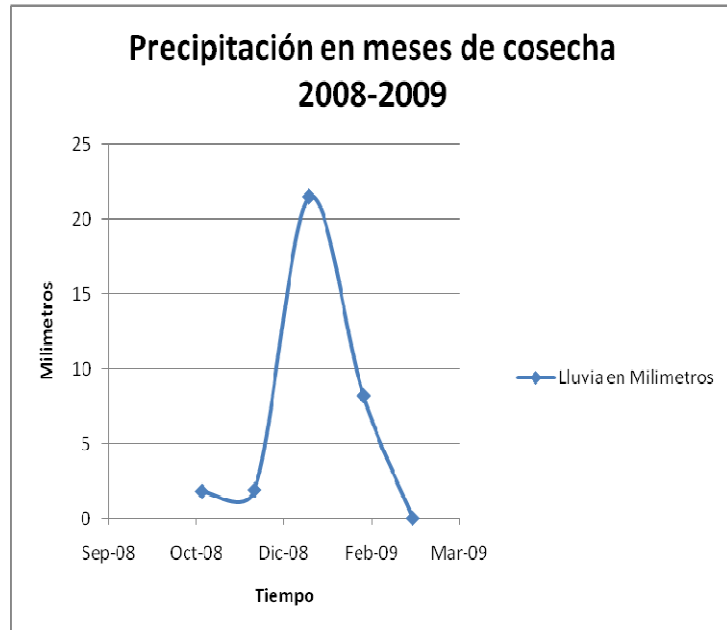


Figura 13: Precipitación en meses de cosecha.

Cuadro 18: Datos de nubosidad en meses de cosecha

Año /mes	Nubosidad en Octas
Nov-08	5
Dic-08	3
Ene-09	4
Feb-09	3
Mar-09	3

Fuente: base de datos estación Sta. Cecilia, INSIVUMEH 2008-2009.

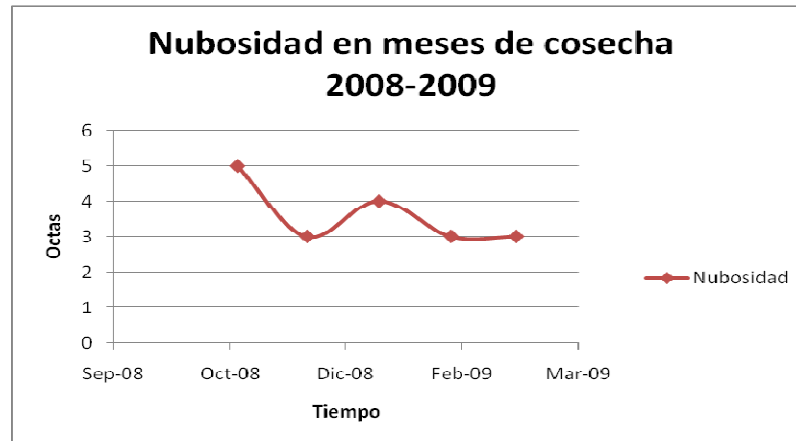


Figura 14: Nubosidad en meses de cosecha.

2.4.5. Características de los cultivares de café del Municipio de San Pedro Necta, Departamento de Huehuetenango.

Dentro de la variedad de café que actualmente se está cultivando en el Municipio de San Pedro Necta encontramos tres: Typica o arábica, Bourbon y Pache Común, todas pertenecientes a la especie (*Coffea arabica*). Estos cultivares son pocos tecnificados, se limitan a una o dos fertilizaciones al año, labores culturales, selección de semillas y conservación de suelos. No se realiza análisis de suelo para determinar su fertilidad, y si se hacen no se practican las enmiendas necesarias, existiendo en la región problemas de acidez, debido al prolongado uso de fertilizantes químicos. (Castillo Contreras, 2001).

2.4.6. Área experimental

El experimento se realizó en una secadora solar tipo domo de 3.40X 10 metros, con un área total de 32m² y un área efectiva de 18 m², la infraestructura cuenta con cubierta de polietileno y una estructura interna de madera, tubo PCV y hierro. La secadora solar está conformada por 18 zarandas de 1m², posee una capacidad máxima de 571.50 kg de café pergamino lavado. Esta infraestructura se ubica en el Municipio de San Pedro Necta en las coordenadas latitud 15°29'21.73"N, longitud 91°44'36.33" O, encontrándose a una altitud de 1822 msnm.

2.5. OBJETIVOS

2.5.1. General

- Evaluar tres periodos de volteo para el secado de café pergamino en secadora solar tipo domo comparado con el secado en patio de concreto.

2.5.2. Específicos

- Determinar el tiempo en horas del secado de café pergamino al 12% de humedad para cada tratamiento.
- Describir la dinámica de las variables ambientales y la humedad del grano dentro del secador solar tipo Domo y en el patio de secado
- Determinar que tratamiento presente el menor tiempo de secado necesario para alcanzar el 12% de humedad.

2.6. HIPÓTESIS

Al menos uno de los tratamientos dispuestos en el secador solar tipo Domo presentará menor tiempo al punto de secado del café al 12% de humedad en comparación con el patio de secado.

2.7. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación de secado de café en secadora solar tipo domo se utilizó la variedad de café Pache verde ya que es el cultivar utilizado en el Municipio de San Pedro Necta, Departamento de Huehuetenango, en donde se llevó a cabo la investigación en el ciclo de cosecha 2009 – 2010, el cual está comprendido de diciembre a febrero.

Se evaluó el secado de café pergamino en secadora solar tipo domo en tres diferentes períodos de movimiento de la masa para ser comparado con el secado tradicional en patio de concreto.

El experimento se realizó dos veces en distintos tiempos de cosecha, el primer experimento se realizó en el mes de enero, a mediados de cosecha y, y por último se realizó el segundo experimento a finales de cosecha que es en el mes de febrero; la duración del proyecto fue de dos meses.

2.7.1. Etapa experimental

2.7.1.1. Fase de reconocimiento

Se visitó el Municipio San Pedro Necta, con el fin de conocer las instalaciones y usos del secador solar tipo domo, se tomó en cuenta las dimensiones y número de bandejas o contenedores dentro del secador, ya que con estos datos se pudo realizar parte de la investigación del secado de café.

2.7.1.2. Metodología experimental

El diseño experimental utilizado fue el Diseño Completamente al Azar (DCA), debido a que dentro de la estructura tipo domo existen condiciones experimentales homogéneas por lo tanto no fue considerada ninguna gradiente de variabilidad que afecte a los tratamientos. Dentro de la secadora solar se manejaron tres tratamientos y tres repeticiones para cada uno, dando como resultado 9 unidades experimentales dentro de la secadora solar y un tratamiento con sus respectivas tres repeticiones ubicadas en el patio de concreto. (Little, M; Thomas, F; Jackson, H. 1984)

2.7.1.3. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- $i = 1, 2, \dots, t$
- $J = 1, 2, \dots, r$
- Y_{ij} = Horas totales necesarias para alcanzar el punto comercial en la ij -ésima unidad experimental.
- μ = Media general
- τ_i = Efecto de la i -ésima frecuencia de volteo del grano.
- ϵ_{ij} = Error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental.

2.7.1.4. Área experimental

Se utilizaron 9 bandejas o contenedores con área de 1 metro cuadrado en donde estuvo la unidad experimental. Las bandejas estuvieron dentro del secador solar tipo domo con un área efectiva de 34 metros cuadrados, identificadas cada una de ellas respectivamente según su tratamiento y repetición. El patio de secado posee un área de 50 metros cuadrados en donde se delimitaron áreas de un metro cuadrado y con reglas de madera se realizaron marcos con el fin de contener la masa y mantener el grosor de 3 cm y a la vez se identificaron con su respectivo tratamiento y repetición.



Figura 15: Bandejas del secador solar tipo domo

2.7.1.5. Unidad experimental

La unidad experimental utilizada fue de 20.45 kg de café pergamino obtenidas después de un día de pre secado, Las características de la unidad experimental se baso en investigaciones realizadas en secadoras solares en Huehuetenango, en donde se determinó que para el adecuado secamiento de la masa de café, esta debe contar con un grosor que no sobrepase los 5 cm. Según constantes establecidas en el proceso agroindustrial del café se tiene que en un m² de patio caben 31.75 kg de café pergamino lavado a 5 cm de grosor. (Proyecto de café para C.A.) En el experimento realizado la unidad experimental tuvo un grosor de 3 cm depositadas en zarandas de un m², considerando estas características se determinó que la unidad experimental estaría constituida de 20.45 kg de café pergamino lavado.

2.7.1.6. Distribución de los tratamientos

En la ilustración se muestra el arreglo aleatorio de las bandejas con sus respectivos tratamientos y repeticiones dentro del secador solar tipo domo.

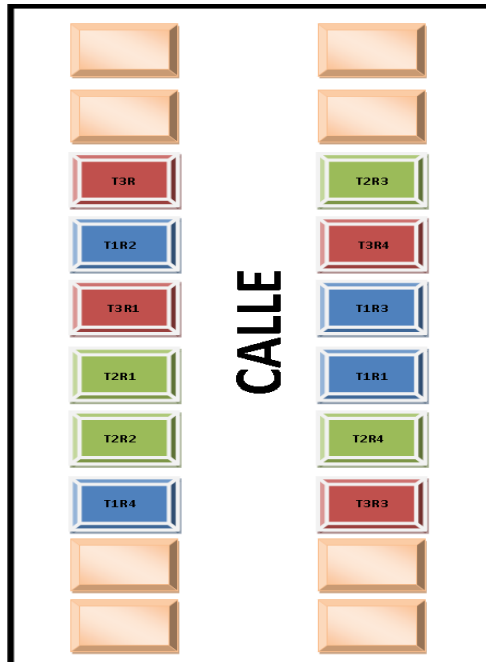


Figura 16: Disposición de las bandejas en el secador solar tipo domo.

Debido a que el tratamiento cuatro y sus repeticiones no se encontraron dentro del secador solar tipo domo en la “figura 13” se muestra el arreglo de este tratamiento y cada repetición en el patio tradicional de concreto.

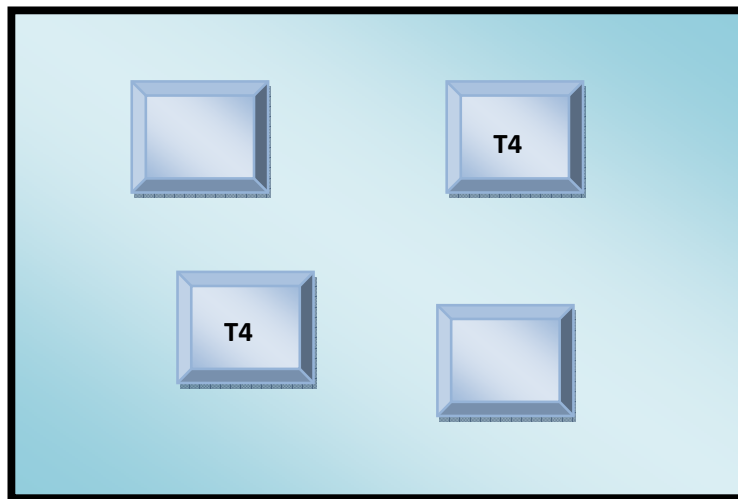


Figura 17: Distribución de repeticiones del T4

2.7.1.7. Tratamientos a evaluar

Cuadro 19: Tratamientos a evaluar en el experimento.

Tratamiento	Tiempo de Movimiento de Masa de Café
1	Cada 30 minutos
2	Cada 60 minutos
3	Cada 90 minutos
4	Cada 60 minutos

Los tratamientos 1, 2 y 3 fueron establecidos dentro del secador solar con 3 repeticiones cada uno. Se tomó el tratamiento 4 como comparador (testigo), el cual se llevó a cabo en el patio de secado también con 3 repeticiones.

2.7.1.8. Unidad de muestreo

La unidad de muestreo de cada tratamiento fue constituida de 0.15 kilogramos, siendo éste el peso de operación del determinador de humedad Burrows DMC 500, cada muestra fue tomada de los cuatro tratamientos con sus respectivas repeticiones siendo estas de 20.45 kg como se mencionó anteriormente.

2.7.1.9. Variable de respuesta

- **Tiempo**

Esta variable se refirió al tiempo en horas en que el grano de café alcance el 12 % de humedad para cada tratamiento. Dicha variable fue determinada utilizando un reloj, el cual sirvió de referencia para las horas de toma de lecturas.

- **Variables descriptivas**

Para describir el comportamiento y dinámica de la temperatura y humedad durante los días de secado, tanto dentro del secador solar tipo domo como en el patio de concreto, se tomaron lecturas de las siguientes variables:

- **Humedad del grano**

Esta variable se refiere al contenido de agua que tuvo el grano de café expresado en porcentaje. Dicha variable fue obtenida por medio del determinador de humedad Burrows DMC 500, que nos indicó las diferentes lecturas de humedad tomadas en intervalos de tiempo de una hora.

- **Temperatura en secador solar tipo domo y en patio de secado**

Estas variables se refieren a la temperatura interna que tenga el secador solar y a la temperatura ambiente en el patio de secado. Dichas variables fueron determinadas por medio del Termohidrómetro, expresando la temperatura en grados centígrados, tomando las lecturas en intervalos de tiempo de una hora.

- **Humedad en el secador solar tipo domo y en patio de secado**

Estas variables se refieren al porcentaje de humedad interna que tenga el secador solar y al porcentaje de humedad relativa en el patio de secado. Dichas variables fueron determinadas por medio del Termohidrómetro, indicándonos la humedad, tomando lecturas en intervalos de tiempo de una hora.

2.7.1.10. Recursos y materiales

- Patio de concreto
- Secadora solar tipo “Domo”
- Rastrillos
- Termohigrómetro
- Determinador de humedad Burrows DMC 500

2.7.1.11. Otros recursos

- Reglas de madera
- Bandejas de 20 x 40 cm
- Cuaderno de apuntes
- Boleta de toma de datos de humedad relativa y temperatura (Secadora/Patio)
- Boleta de toma de datos de contenido de humedad (T1, T2, T3, T4)
- Reloj
- Etiquetas
- Balanza
- Báscula

2.7.1.12. Manejo del experimento

2.7.1.13. Día uno o Pre secado

Se uso café pergamino proveniente del proceso de lavado; se dejo secar durante un día en el patio de secado ya que el grano de café contiene agua superficial con 55 % de humedad y es necesario dejarla escurrir. El patio de secado posee una pendiente de 2%, lo cual ayuda para que el agua que escurre se dirigiera hacia un drenaje y así no se acumulara. En este día se tomaron lecturas de humedad relativa y temperatura en el patio de secado en intervalos de una hora, dichos datos se registraron en una boleta.



Figura 18: Café en proceso de lavado



Figura 19: Café en patio de secado

2.7.1.14. Día dos, manejo en secadora solar

En este día se hizo uso de la secadora solar tipo domo, la cual posee un área efectiva de 34 metros cuadrados y dentro de la cual van 20 contenedores o bandejas con área de 1 metro cuadrado cada una. Cada bandeja fue identificada con sus respectivos tratamientos y repeticiones, luego se colocaron 20.45 kilogramos de café pergamino con una capa de espesor de 3 cm, tomando las muestras del café ya pre secado de cada tratamiento se tomó una muestra de 0.15 kilogramos y se dejaron enfriar por cinco minutos.

Posteriormente fueron llevadas al determinador de humedad Burrows DMC 500 el cual indicó la cantidad de agua contenida en el grano en porcentaje ,realizándolo a cada dos horas a partir de las 8:30 horas hasta las 16:30 horas. También se tomaron datos de temperatura y humedad dentro del secador realizándolo a cada hora a partir de las 8:00 horas hasta las 16:00 horas con la ayuda de un termohidrómetro.



Figura 20: Identificación de Tratamientos



Figura 21: Colocación de unidad experimental en las bandejas



Figura 22: Determinación de la humedad del café.

También en este día se hizo uso del patio tradicional de concreto, en donde se encontró el tratamiento cuatro (testigo) con sus tres repeticiones, cada repetición del T4 tuvo las mismas dimensiones a las de las bandejas dentro del secador solar tipo domo, con igual espesor de masa y tomando las muestras de igual manera. El café colocado en el patio se seco directamente sobre el concreto, razón por la cual no es posible colocar bandejas para el tratamiento ya que éstas están hechas de madera y la temperatura varía. Se delimito un área exactamente igual al de las bandejas con varillas, esto se ejecuto para asegurar una réplica como se realiza el secado tradicional en patio. De igual manera que en el secador solar, se tomarán muestras de 0.15 kilogramos de dicho tratamiento y sus repeticiones para ser llevadas al determinador de humedad Burrows DMC 500, el cual indicó la humedad del grano. De igual forma se tomaron datos de temperatura y humedad relativa en el patio de concreto realizándolo a cada hora a partir de las 8:00 horas hasta las 16:00 horas con la ayuda de un termohidrómetro, todos los datos obtenidos en este día fueron anotados en una boleta de control para tener registro de los resultados del experimento.



Figura 23: Delimitación de área de bandejas en patio de concreto.



Figura 24: Colocación de unidad experimental en patio de concreto.



Figura 25: Termohidrómetro y boleta para registro de datos

Con la ayuda de una balanza romana se pesaron las unidades experimentales para ser colocadas en sus tratamientos con sus respectivas repeticiones.



Figura 26: Determinación de la unidad experimental

2.7.1.15 Manejo a tratamientos

Durante la jornada a partir de las 8:30 horas hasta las 16:30 horas se realizaron los movimientos de los tratamientos ubicados en la secadora solar y en el patio de concreto según indicaba cada tratamiento, en los volteos dentro del secador solar se superponía la capa inferior más fría, y debajo se colocaba la capa más caliente a modo de lograr homogenización en el secado.

Las herramientas utilizadas para realizar los volteos de la masa de café dentro del secador solar son rastrillos planos, mientras que en el patio de concreto se utilizan rastrillos dentados con el fin de proveerle al T4 de condiciones utilizadas por los caficultores de la región.



Figura 27: Volteos de masa de café en secador solar



Figura 28: Volteos de masa de café en patio de concreto.

2.7.1.16 Día “n” (hasta alcanzar el punto comercial 12% de humedad)

En estos días se realizó la misma metodología a usar en los días uno y dos, únicamente se tuvo mayor cuidado ya que se hicieron observaciones para determinar la hora en la que el grano de café llegara al 12% de humedad. Los datos que se recopilaron se estuvieron anotando en boletas de control.

Al llegar cada tratamiento y sus respectivas repeticiones al 12 % de humedad fueron retirados de sus áreas experimentales, colocándolos en costales para poder ser almacenados adecuadamente.



Figura 29: Colocación de café en costales

2.7.2. Análisis de la información

2.7.2.1. Análisis estadístico

Análisis de varianza balanceado y prueba de medias tukey para la variable “horas necesarias para alcanzar el 12% de humedad”.

Se realizó un ANDEVA que consiste en descomponer la variación total en fuentes o causas en las unidades experimentales. Se utilizó un nivel de significancia del 5% para evaluar las hipótesis estadísticas, con base a la “Fc” (F crítica) para determinar el efecto de los tratamientos.

Después de haber ejecutado el ANDEVA se determinó, que sí existen diferencias significativas entre los tratamientos, es decir que no todos los tratamientos producen el mismo efecto, por lo tanto se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de medias Tukey para determinar los tratamientos que produjeron diferencias significativas en el ANDEVA, se denominan pruebas múltiples de medias por la simultaneidad de comparar varios promedios de los tratamientos.

Para realizar el ANDEVA se utilizó el programa estadístico InfoStat™ y la prueba de medias de Tukey. Los datos que se usaron para ser evaluados en el software se obtuvieron mediante medias de las horas totales para cada tratamiento de los dos experimentos ejecutados.

2.7.2.2. Análisis de curvas para explicar la dinámica del secado en función de las variables ambientales temperatura, humedad relativa interna y externa.

Se elaboraron curvas para mostrar la forma en que las variables ambientales como: la temperatura, humedad interna y externa afectan el secado de café pergamino.

Por medio de estas curvas se observa de forma más clara el comportamiento del secado de grano de café en función de las variables ambientales que se mencionaron con anterioridad. Las curvas fueron realizadas con datos obtenidos en determinados intervalos de tiempo por medio de un termohidrómetro que indicaba tanto la temperatura como la humedad relativa.

2.7.2.3. Análisis Financiero

Se realizó un análisis financiero para determinar la factibilidad de dos proyectos:

- Producción de café (proveniente de 1 Ha) el procesamiento de secado se hizo por medio de una secadora solar.
- Producción de café (proveniente de 1 Ha.) el procesamiento de secado se hizo en un patio de concreto.

Inicialmente se identificaron las inversiones y los costos; en el primer proyecto, se tomó como inversión la fabricación y establecimiento de una secadora solar tipo “domo”, mientras que en el segundo proyecto se tomó como inversión la fabricación y establecimiento de un patio de concreto para el secado.

Al momento de identificar los costos se llegó a la conclusión que éstos son variables según la capacidad de cada productor, es decir que un productor con mayor unidad de área de producción gasta más en el mantenimiento de dicha área que un productor que tiene menos área de producción.

Con el fin de eliminar la subjetividad con respecto a los costos en los que incurre un productor en función de su área total, se decidió establecer los costos en función a una unidad productiva única, siendo ésta una hectárea.

De este modo se identificaron los costos que se aplican a una hectárea en producción, indiferentemente si el productor tiene 1 ha o tiene 100 ha, los costos incurridos a una sola hectárea son los mismos.

Según productores agrícolas de la Aldea Vista Hermosa, con base al manejo en campo, indican que una hectárea produce 25 sacos de 45.36 kg de café pergamino seco y que éste durante el 2009-2010 contó con un precio promedio por saco de Q.1,000.00 ya embolsado para ser exportado a Nueva York, por lo tanto esto generó un ingreso promedio de Q.25,000.00 por hectárea.

Teniendo como base la capacidad productiva de una hectárea, se procedió a determinar los costos fijos y variables por el manejo de dicha hectárea tanto en campo como en procesamiento (despulpado, fermentación, lavado y secado con secadora solar en el primer caso y en el segundo el secado en patio de concreto), como lo muestra en forma detallada el estado de ingresos y egresos.

De tal manera que el análisis financiero determinó la capacidad que posee cada método de secado para generar utilidades según la opción de secado seleccionada por el productor.

Los estudios que se aplicaron para el análisis financiero fueron:

- Estados de inversiones.
- Estado de ingresos y egresos.
- Flujo de efectivo
- Indicador financiero R B/C.

2.8. RESULTADOS

Datos de las horas incurridas en dos experimentos realizados, para el secado de café pergamino

En el cuadro 20 se presenta un resumen como resultado de las horas utilizadas para que cada tratamiento realizado en el Municipio de San Pedro Necta, Huehuetenango, llegara al 12 % de humedad.

Cuadro 20: Resultados obtenidos de dos experimentos.

Experimento 1 Realizado del 14 al 20 de enero del 2010												
TIEMPO TOTAL NECESARIO PARA ALCANZAR EL PUNTO DE SECADO (12% - 11%)												
	T1			T2			T3			T4		
	RI	RII	RIII	RI	RII	RIII	RI	RII	RIII	RI	RII	RIII
Horas	123	123	122	124	124	124	126	124	124	127	128	127
Promedio	123			124			125			127		
Experimento 2 Realizado del 22 al 28 de febrero del 2010												
TIEMPO TOTAL NECESARIO PARA ALCANZAR EL PUNTO DE SECADO (12% - 11%)												
	T1			T2			T3			T4		
	RI	RII	RIII	RI	RII	RIII	RI	RII	RIII	RI	RII	RIII
Horas	99	97	100	99	101	100	103	104	100	123	124	124
Promedio	99			100			102			124		
Media de los Experimentos												
TIEMPO TOTAL NECESARIO PARA ALCANZAR EL PUNTO DE SECADO (12% - 11%)												
	T1			T2			T3			T4		
	RI	RII	RIII	RI	RII	RIII	RI	RII	RIII	RI	RII	RIII
Horas	111	110	111	112	113	112	115	114	112	125	126	126
Promedio	111			112			114			126		

2.8.1. Resultados del análisis estadístico

En el cuadro 21 se presentan los resultados de ANDEVA y prueba de medias Tukey para la variable de respuesta “Horas” que se llevo cada tratamiento para alcanzar el 12% de humedad; esto también se ejecuto con la ayuda del software InfoStat™.

Hipótesis estadística

- $H_0: t = \tau_i$ (Todas las frecuencias de volteo reducen la cantidad de horas totales para alcanzar el punto comercial).
- $H_a: t \neq \tau_i$ (Al menos una de las frecuencias de volteo reduce las horas totales para alcanzar el punto comercial).

Supuestos

- El Error tiene una distribución normal.
- El error es independiente.
- Existe homogeneidad de varianza.

Cuadro 21: Resultados de ANDEVA y prueba de medias Tukey para la variable de respuesta.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Horas	12	0.98	0.98	0.79

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	420.25	3	140.08	168.10	<0.0001
Tratamientos	420.25	3	140.08	168.10	<0.0001
Error	6.67	8	0.83		
Total	426.92	11			

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=2.38699

Error: 0.8333 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	
T1	110.67	3	A
T2	112.33	3	A B
T3	113.67	3	B
T4	125.67	3	C

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Gráfica proporcionada por el software InfoStat™

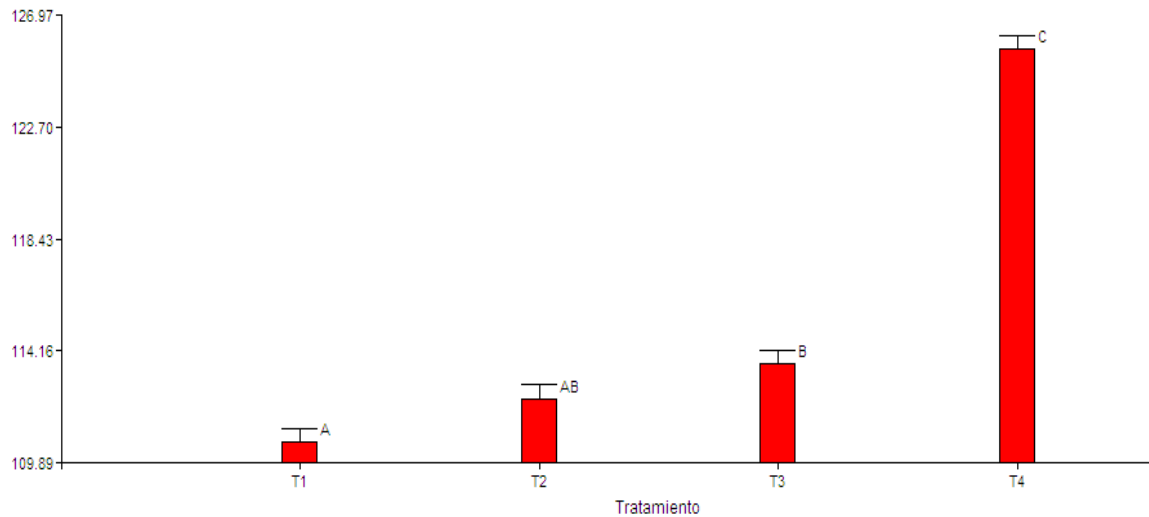


Figura 30: Tiempo en horas para cada tratamiento hasta alcanzar el 12% de humedad.

2.8.1.1. Regla de decisión ANDEVA

Si $F \geq p\text{-valor}$ = Se rechaza la H_0 .

2.8.1.2. Coeficiente de variación ANDEVA

CV = 0.79 %

2.8.1.3. Discusión de ANDEVA y prueba de Medias Tukey para la variable de respuesta.

El valor de F dio como resultado 168.10, el cual corresponde a un valor mayor a F_c (F crítica) de 0.0001, por esta razón se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se concluyendo que con un nivel de significancia del 5% sí existe diferencia significativa entre los tratamientos y al menos uno de estos, reduce las horas necesarias para alcanzar el 12% de humedad en el secado de café pergamino.

En una investigación se considera estadísticamente aceptable un coeficiente de variación menor al 20%, por lo tanto se asume que el presente estudio se ha manejado adecuadamente, ya que el coeficiente de variación fue de 0.79%.

El resultado de la prueba de medias de Tukey indicó, que sí existe una diferencia significativa entre los tratamientos, T1, T2 y T3 reducen significativamente las horas de secado en café pergamino para alcanzar el 12% de humedad en comparación con el T4. Sin embargo T2 y T3 tienen estadísticamente hablando el mismo resultado; por lo tanto se considera a T1 como el tratamiento que reduce en más horas el tiempo de secado de café pergamino.

2.8.2. Resultados y discusión de las curvas elaboradas en el experimento 1.

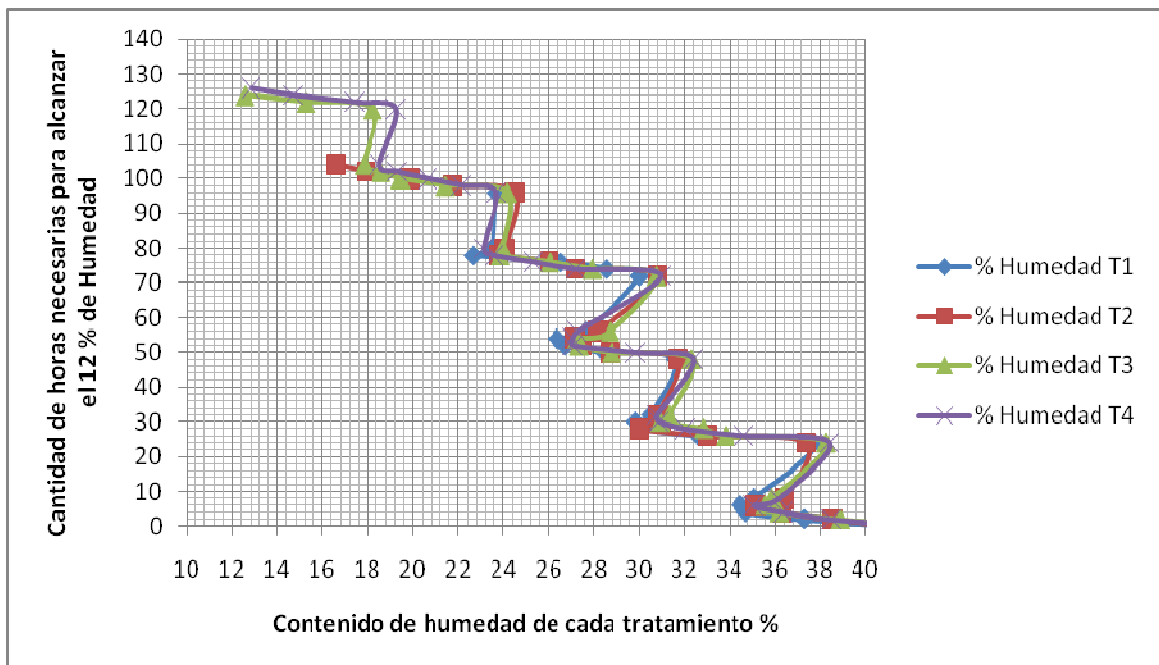


Figura 31: Curva de secado en función a tiempo de los cuatro tratamientos.

El comportamiento de la grafica indica que T4 es el tratamiento que requiere mayor tiempo para alcanzar el 12% de humedad tomándose 127 horas en comparación con el T1, el cual necesita 123 horas para alcanzar el porcentaje de humedad deseado. Es importante mencionar que T4 es el utilizado por la mayoría de productores en San Pedro Necta, Huehuetenango para secar el café pergamino.

Sin embargo, cabe mencionar que T2 y T3 tardan únicamente una y dos horas más de diferencia que T1, por los que no es significativo el tiempo entre T1, T2 y T3 para alcanzar el 12% de humedad.

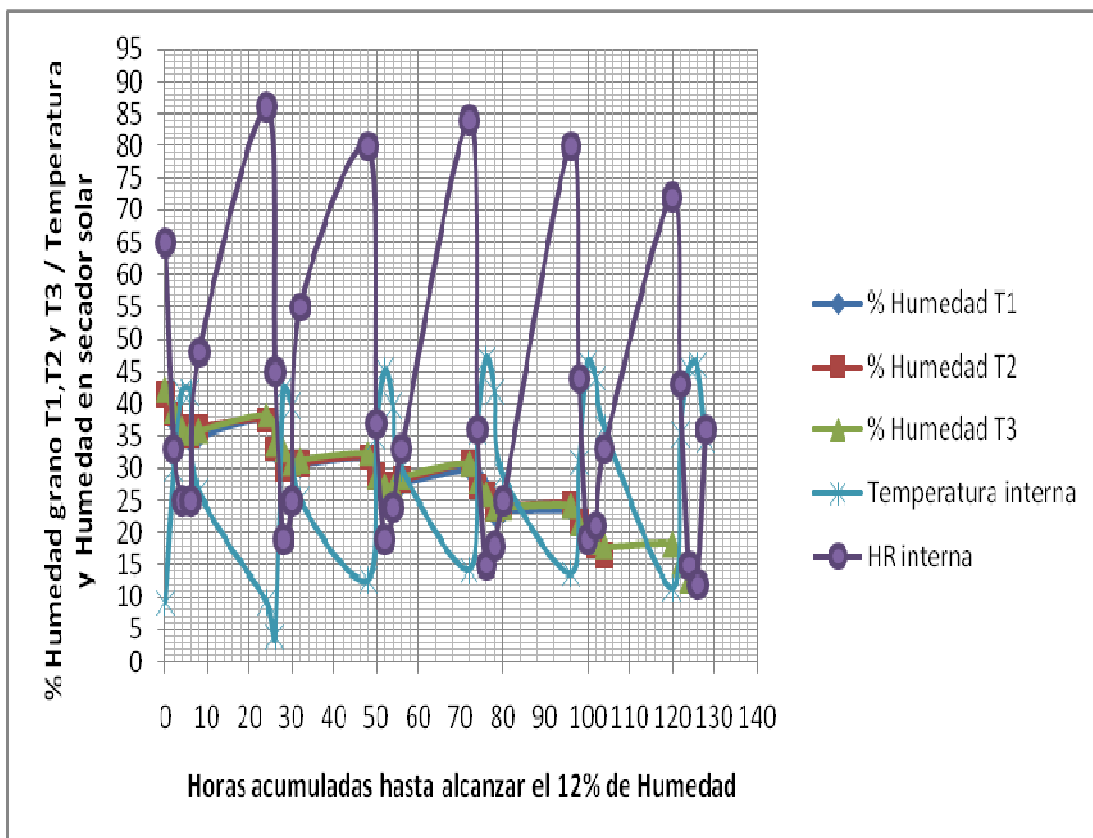


Figura 32: Curvas de los tratamientos dentro del secador solar y sus variables ambientales.

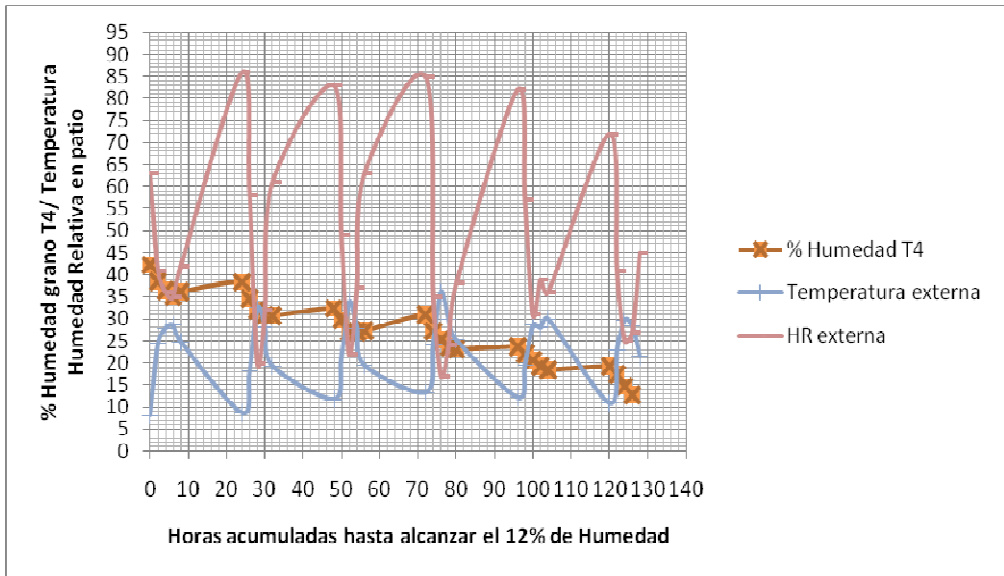


Figura 33: Curva de secado de T4 en función a HR y T

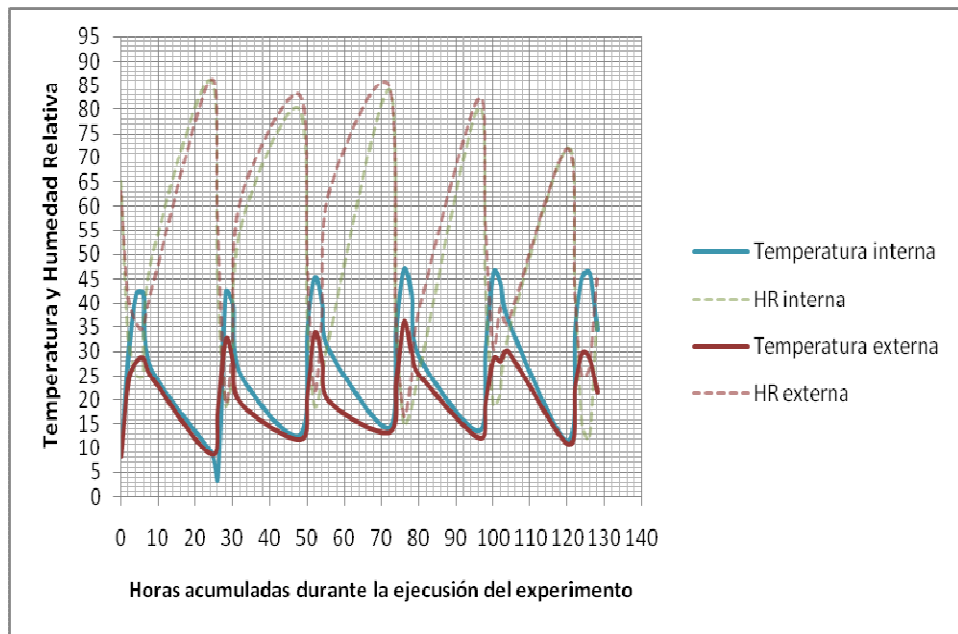


Figura 34: Gráfica dinámica de las variables ambientales

La figura 34 nos indica que el comportamiento de la humedad relativa interna, fue más bajo que la humedad relativa externa en la mayor parte del experimento, así como

también se puede observar que la temperatura interna fue más alta que la externa, lo cual ha provocado que la humedad relativa interna disminuya, logrando con ello que haya evapotranspiración del grano, ya que el ambiente está menos saturado de humedad. Además podemos observar que las dinámicas ambientales tienen efecto sobre la humedad del grano, lo cual provocó que ésta descendiera más rápido en la secadora solar que en el patio de concreto.

2.8.3. Resultados de análisis financieros

2.8.3.1. Horizonte económico

El horizonte económico se estableció con base a la vida útil de la plantación, ya que según informe de SEGEPLAN 2006 para árboles, arbustos, frutales, especies que produzcan fruta o productos que produzcan renta gravada, se tiene un 15% de depreciación incluyendo los gastos capitalizables para formar plantaciones; esto significa que en 6.5 años aproximadamente la plantación debe renovarse, el dato proporcionado corresponde a constantes agrícolas de la región, por lo tanto y para fines de ejercicio académico se estableció un ciclo de proyecto de 6 años.

2.8.3.2. Inversiones

2.8.3.2.1. Inversiones fijas

En las inversiones fijas se tomaron en cuenta todos los bienes tangibles y los que generalmente se adquieren en la etapa administrativa de la integración del proyecto que corresponde al establecimiento o implementación del mismo (Campos, 2006).

2.8.3.2.2. Inversiones diferidas

Estas consisten en todos los activos intangibles y procedieron de gastos antes de la operación del proyecto como lo es la instalación de una infraestructura (Campos, 2006).

Cuadro 22: Inversiones fijas y diferidas para el establecimiento de una secadora solar tipo “domo”

INVERSIONES FIJAS IMPLEMENTACIÓN SECADORA SOLAR				
Concepto		Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Infraestructura				
	Materiales secadora solar tipo "domo"	1	Q3,267.08	Q3,267.08
Equipo				
	Rastrillos secadora solar	2	Q5.00	Q10.00
TOTAL DE INVERSIÓN FIJA				
	Secadora solar			Q3,277.08
INVERSIONES DIFERIDAS IMPLMENTACIÓN SECADORA SOLAR				
Concepto		Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Instalación				
	Fabricación secadora Solar	Fabricación	Q3,550.00	Q3,550.00
TOTAL DE INVERSIÓN DIFERIDA				
	Secadora solar			Q3,550.00
INVERSION TOTAL				
	Secadora solar			Q6,827.08
INVERSIONES FIJAS POR MANTENIMIENTO SECADORA SOLAR				
Concepto		Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Nylon UV 6 yardas de ancho	Metro	15	Q35.00	Q525.00
Cedazo de 3/16"	Rollo	1	Q600.00	Q600.00
Unidad	Lámina lisa galvanizada	2	Q100.00	Q200.00
Libra	Clavo 4"	3	Q8.00	Q24.00
Libra	Clavo 1"	2	Q8.00	Q16.00
Unidad	Grapas de metal 5/16"	1	Q15.00	Q15.00
TOTAL DE INVERSIÓN FIJA				Q.1,380.00
INVERSIONES DIFERIDAS POR MANTENIMIENTO SECADORA SOLAR				
Concepto		Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Mano de obra no calificada	Jomal	12	Q.64.55	Q774.60

TOTAL DE INVERSIÓN DIFERIDA				Q774.60
INVERSION TOTAL				Q2,154.60

2.8.3.3. Estado de ingresos y egresos

Se realizó un estado de resultados con el objetivo de identificar los ingresos, los costos incurridos por el manejo agronómico de una hectárea y costos en procesamiento de beneficio húmedo usando una secadora solar como un patio de concreto para determinar la utilidad de una hectárea en producción.

Cuadro 23: Estado de ingresos y egresos ciclo de cosecha 2009-2010 para una hectárea en producción

ESTADO DE INGRESOS Y EGRESOS CICLO DE COSECHA 2009 - 2010 (en base a 1 hectárea en producción)				
Concepto	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario	Total
Ingreso cosecha anterior				
Café pergamino	sacos de 45.36 kg cortados	25	Q1,000.00	Q25,000.00
Cultivo de tomate	Kg	114.58	Q8.00	Q916.64
Cultivo de maíz	Kg	5.95	Q2.77	Q16.48
TOTAL DE INGRESOS				Q25,933.12
Costos Variables				
Mano de obra:				
Corte	saco de 45.36 kg café maduro cortados	100	Q35.00	Q3,500.00
Despulpado, fermentación y lavado	Jornal	10	Q64.55	Q645.50
P1. Manejo secadora solar	Jornal	8	Q64.55	Q516.40
P2: Manejo patio concreto	Jornal	12	Q64.55	Q774.60
P2: Recolección de grano durante la noche	½ Jornal	10	Q32.27	Q.322.70
Empaque	Jornal	2	Q64.55	Q129.10
Limpia (2 veces al año)	Jornal	8	Q64.55	Q516.40

Fertilización (2 veces al año)				
	sacos de 45.36 kg aplicados 15-15-15	12	Q35.00	Q420.00
	sacos de 45.36 kg aplicados Hydran Plus	12	Q35.00	Q420.00
Poda (2 veces al año)	Jornal	10	Q64.55	Q645.50
Desombre	Jornal	8	Q64.55	Q516.40
Insumos:				
Equipo				
	Mecapal	12	Q2.00	Q24.00
	Canasto	12	Q8.00	Q96.00
Fertilizantes				
	sacos de 45.36 kg de 15-15-15	12	Q225.00	Q2,700.00
	sacos de 45.36 kg de Hydran Plus	12	Q250.00	Q3,000.00
Combustibles	Galón	4	Q22.00	Q88.00
Transporte	Viaje	5	Q50.00	Q250.00
TOTAL COSTOS VARIABLES				
	P1: Manejo secadora solar			Q13,467.30
	P2: Manejo patio concreto			Q14,048.20
Costos Fijos				
Imprevistos (1% s C.V.)				
	P1: Manejo secadora solar			Q134.67
	P2: Manejo patio de concreto			Q140.48
Depreciación de maquinaria y equipo				
	P1: Secadora solar	30%	Q6817.08	Q2,045.12
	P2: Patio de concreto	5%	Q2,583.20	Q129.16
	Beneficio Húmedo*	5%	Q10,282.00	Q514.10
	Despulpador no.2	20%	Q2,800.00	Q560.00
	Motor gasolina 3 hp	20%	Q3,500.00	Q700.00
Depreciación plantación				
	5000 plantas en 1 ha	15%	Q12,500.00	Q1,875.00

TOTAL COSTOS FIJOS				
	P1: Manejo secadora solar			Q5,828.90
	P2: Manejo patio concreto			Q3,918.74
COSTOS TOTALES				
	P1: Manejo secadora solar			Q19,296.20
	P2: Manejo patio concreto			Q17,966.94
UTILIDAD BRUTA				
	P1: Manejo secadora solar			Q12,465.82
	P2: Manejo patio concreto			Q11,884.92
UTILIDAD OPERATIVA				
	P1: Manejo secadora solar			Q6,636.92
	P2: Manejo patio concreto			Q7,966.18
IMPUESTOS				
pequeño contribuyente	Ingresos menores a Q60,000.00	5%	Q25,933.12	Q1,296.66
UTILIDADES NETAS				
	P1: Manejo secadora solar			Q5,340.27
	P2: Manejo patio concreto			Q6,669.52

Una hectárea de café produce Q25,000.00 de ingresos por venta de café proveniente de la cosecha del ciclo anterior, estos ingresos son específicos según constantes agroindustriales establecidos en el Municipio de San Pedro Necta, Huehuetenango.

Las secadoras solares ubicadas en el municipio mencionado, tienen usos alternativos durante períodos en que no hay cosecha, en donde se obtienen ingresos extras, por cultivos de maíz y tomate, los cuales fueron considerados en el balance de ingresos y egresos. Si se considera un proyecto en donde el método de secado es el uso de una secadora solar, se pueden percibir utilidades de Q5,340.27, mientras que si se considera un proyecto en donde el método de secado es el uso de un patio de concreto la utilidad percibida es de Q6.669.52.

El diseño del beneficio húmedo, la capacidad de la maquinaria, la capacidad tanto de la secadora solar como del patio de concreto según sea el proyecto analizado, fueron

diseñados para darse abasto de procesamiento de un cosecha completamente proveniente de una hectárea en producción.

Cuadro 24: Flujo de efectivo proyectado a 6 años

FLUJO NETO DE EFECTIVO							
Concepto / Años	0	1	2	3	4	5	6
Ingresos	2%	Q26,451. 78	Q26,980. 82	Q27,520. 44	Q28,070. 84	Q28,632. 26	Q29,204. 91
Costos Variables (Sujetos a Inflación)							
P1: Secadora solar	4%	Q13,467. 30	Q14,005. 99	Q14,566. 23	Q15,148. 88	Q15,754. 84	Q16,385. 03
P2: Patio de concreto	4%	Q14,048. 20	Q14,610. 13	Q15,194. 53	Q15,802. 31	Q16,434. 41	Q17,091. 78
Utilidades Brutas							
P1: Secadora solar		Q12,984. 48	Q12,974. 83	Q12,954. 20	Q12,921. 96	Q12,877. 43	Q12,819. 88
P2: Patio de concreto		Q12,403. 58	Q12,370. 69	Q12,325. 90	Q12,268. 53	Q12,197. 85	Q12,113. 12
Costos Fijos							
P1: Secadora solar		Q5,828.9 0	Q5,834.2 8	Q5,839.8 9	Q4,446.9 7	Q4,453.0 3	Q4,459.3 3
P2: Patio de concreto		Q3,918.7 4	Q3,924.3 6	Q3,930.2 1	Q3,936.2 8	Q3,942.6 0	Q3,949.1 8
Utilidad Operativa							
P1: Secadora solar		Q7,155.5 9	Q7,140.5 4	Q7,114.3 2	Q8,474.9 9	Q8,424.4 0	Q8,360.5 5
P2: Patio de concreto		Q84,848. 84	Q8,446.3 3	Q8,395.7 0	Q8,332.2 5	Q8,255.2 5	Q8,163.9 5
Impuestos	5%	Q1,322.5 9	Q1,349.0 4	Q1,376.0 2	Q1,403.5 4	Q1,431.6 1	Q1,460.2 5

Utilidad Neta desp. De Imp.								
P1: Secadora solar		Q5,833.00	Q5,791.50	Q5,738.30	Q7,071.45	Q6,992.78	Q6,900.30	
P2: Patio de concreto		Q7,162.25	Q7,097.29	Q7,019.68	Q6,928.70	Q6,823.64	Q6,703.70	
Depreciaciones								
P1: Secadora solar		Q5,694.22	Q5,694.22	Q5,694.22	Q5,694.22	Q5,694.22	Q5,694.22	
P2: Patio de concreto		Q3,778.26	Q3,778.26	Q3,778.26	Q3,778.26	Q3,778.26	Q3,778.26	
Inversión Fija								
P1: Secadora solar	Q3,277.08							
P2: Patio de concreto	Q2,325.00							
Inversión Diferida								
P1: Secadora solar	Q3,550.00							
P2: Patio de concreto	Q258.20							
Capital de Trabajo								
P1: Secadora solar	Q5,340.27							
P2: Patio de concreto	Q6,669.52							
Valor de Desecho								
P1: Secadora solar							Q28,918.20	
P2: Patio de concreto							Q21,609.65	
FLUJO NETO DE EFECTIVO								
P1: Secadora solar	- Q12,167.35	Q11,527.22	Q11,485.73	Q11,432.52	Q12,765.58	Q12,687.01	Q41,512.73	
P2: Patio de concreto	- Q9,252.72	Q10,940.51	Q10,875.55	Q10,797.94	Q10,706.96	Q10,601.90	Q32,091.61	

2.8.3.4. Relación Beneficio/Costo

Para calcular R B/C inicialmente se estimó la tasa de descuento (td), en esta se incluyeron valores de inflación, tasa pasiva y % riesgo, cuando el financiamiento proviene exclusivamente del productor. Los datos de porcentaje de inflación y tasa pasiva se obtuvieron en los informes mensuales del Banco de Guatemala informe 2010, mientras que en el porcentaje de riesgo se pueden considerar dos indicadores, el primero es el porcentaje de riesgo del país y el segundo el porcentaje de riesgo propio del proyecto (Buonomo, 2010).

Existen muchos criterio para determinar el porcentaje de riesgo de un proyecto, el utilizado en la presente investigación fue con base a la tasa pasiva, siendo esta del 5% anual, es decir que por cada Q100.00 depositados en una cuenta bancaria, se obtienen Q5.00 por interese pasivos de dicho depósito. Al momento de iniciar un proceso agrícola está sujeto a mayor “riesgo” que al tener el dinero en el banco, por lo tanto al incrementar el porcentaje de riesgo, se incremente por consecuencia la tasa de descuento, reflejándose en mayores utilidades a tener el dinero en una cuenta bancaria ganando intereses a una tasa pasiva del 5% anual.

Cuadro 25: Relación beneficio costo

INGRESOS ANUALES							Valor Actual Neto	
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	VAN. ING	
	Q26,451.78	Q26,980.82	Q27,520.44	Q28,070.84	Q28,632.26	Q29,204.91	Q102,881.29	
EGRESOS ANUALES USANDO SECADORA SOLAR								
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5		VAN.EGR. 1	R B/C
Q6,827.08	Q19,296.20	Q19,840.28	Q20,406.12	Q21,750.45	Q20,207.86	Q20,844.36	Q71,318.50	1.44
EGRESOS ANUALES USANDO PATIO DE CONCRETO								
Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5		VAN. EGR. 2	R B/C

2583.2	Q17,966.94	Q18,534.49	Q19,124.74	Q19,738.60	Q20,377.01	Q21,040.96	Q64,249.59	1.6
--------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	-----

2.8.4. Manejo propeusto según observaciones y resultados obtenidos para secadoras solares tipo “domo en la Aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil del Departamento de Huehuetenango.

- Según los análisis y las observaciones realizadas durante la ejecución del experimento se propone el siguiente manejo en secadoras solares tipo “domo”.
- Para optimizar la capacidad y el área total de la secadora solar tipo “domo” se recomienda utilizar las 18 bandejas, las cuales deben contener 31.75 kg de café pergamino lavado para aprovechar la capacidad total de la bandeja sin sobrepasar los parámetros agroindustriales de la masa de café a secar. (altura de la masa de café no mayor a 5 cm.).
- Para lograr una reducción del 25% del tiempo total para alcanzar el punto comercial en comparación al secado tradicional en patios de concreto se recomienda realizar frecuencias de volteo a la masa de café a cada 30 minutos.
- Al finalizar una jornada de secado utilizando la secadora solar tipo “domo” se recomienda dejar abiertas todas las salidas de aire de la secadora solar por un período de 15 a 30 minutos, esto con la finalidad de eliminar el remanente de vapor de agua en el ambiente, proveniente de los granos de café y así evitar que el vapor del agua se condense y humedezca nuevamente los tratamientos por la noche.
- Durante la noche se recomienda también dejar tapadas las bandejas con nylon o costales y cerrar las salidas de aire superiores y las entradas de aire frío inferiores, para así evitar la formación de rocío sobre la superficie del cobertor plástico, el cual puede humedecer la masa de café por medio de goteo.

2.8.5. Usos alternativos al secado de café en secadores solares tipo “domo” y sus beneficios económicos.

Puede reconocerse un valor extra de las secadoras solares, ya que pueden usarse y tener un potencial económica extra en épocas anteriores y posteriores de la cosecha de café, entre los usos alternativos están los siguientes:

- Cultivo de maíz, frijol, tomate, etc.
- Secado de granos básicos como maíz, frijol, semillas, etc.
- Secado de leña y madera.
- Secado de ropa.
- Maduración de fruta, principalmente plátanos.
- Deshidratación de frutas.
- Germinación de semillas de hortalizas como repollo, coliflor, acelga, tomate, etc.
- Crianza de aves.
- Bodega.
- Compostaje de fertilizantes orgánicos.

Las secadoras solares establecidas en la Aldea Vista Hermosa, son utilizadas únicamente para el secado de grano de café, en épocas previas y posteriores a la cosecha la infraestructura se usa como secadora de leña, madera y bodega, no generando un considerable ingreso al productor que la posee, en otras localidades donde Anacafé ha establecido secadoras solares tipo “domo” para secado de café, se utilizan alternativamente para la producción de maíz, frijol y tomate, según constantes agroindustriales para la República de Guatemala proyectadas por el MAGA en el 2010 se tiene que:

Cuadro 26: Rendimiento apra productos agrícolas como uso Alternativo en secadoras solares.

PRODUCTO	RENDIMIENTO Kg/m
Frijol	0.077
Maíz	0.175
Tomate	3.37

El área total de la secadora solar es de 34 m² por o tanto se pueden proyectar los siguientes rendimientos:

Cuadro 27: Rendimientos productos alternativos Kg/área total secadora solar.

PRODUCTO	RENDIMIENTO Kg/área total secadora solar
Frijol	2.618
Maíz	5.95
Tomate	114.58

De acuerdo a las fluctuaciones del abastecimiento al mercado “La Terminal” durante el período 2010, se proyectan los siguientes precios según el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

Cuadro 28: Precios promedios para el período 2010 según las fluctuaciones del abastecimiento al Mercado “La Terminal”.

PRODUCTO	PRECIOS Q/Kg
Frijol	8.55
Maíz	2.77

Tomate	8.00
--------	------

2.8.6. Costos de producción de otros productos

- Por la producción de frijol en un asecadora solar se pueden percibir ingresos de Q290.70.
- Por la producción de maíz en una secadora soalr se pueden percibir ingresos de Q94.18.
- Por la producción de tomate en una secadora solar se pueden percibir ingresos de Q272.00.

2.8.7. Consideraciones sobre le uso de secadoras solares tipo “domo” de productores de la Aldea Vista Hermosa, Unión Cantinil del Departamento de Huehuetenango.

Entre los aspectos favorables considerados por los productos de la región en estudio se tiene:

Consideraciones favorables

- Los productores consideran que exise una disminución del 100% de los riesgos de contaminación física.
- Incremento en la caldiad del producto al obtener un grano más limpio y sin manchas.

- Disminución del 25% de tiempo de secado en comparación al secado en patios de concreto.
- Se evita el desarrollo de hongos al dar la humedad adecuada al grano para su almacenamiento.
- Se facilita el trabajo de escoger y separar el grano, ya que se encuentra a media altura.
- Se evita que el fruto absorba de nuevo humedad durante la noche al cerrar las ventanas de ventilación.

Consideraciones desfavorables

- En el área de estudio se registraron temperaturas interiores máximas de 47 °C, siendo estas condiciones incómodas para el buen desempeño de los trabajadores.
- Debido a la temperatura alcanzada en el interior de las secadoras solares, el café debe moverse en el menor tiempo posible, para que el trabajador que realiza dicho movimiento, evite cambios bruscos de temperatura.
- El nylon de la cubierta tiene una durabilidad promedio de tres años, y luego debe ser sustituido por uno nuevo.

2.9. CONCLUSIONES

- El resultado de la evaluación de los tres periodos de volteo para el secado de café pergamino determino que si existe una diferencia significativa entre los tratamientos, T1, T2, y T3 reduciendo las horas de secado para alcanzar el 12% de humedad en comparación con T4. Sin embargo podemos concluir que el T2 y T3 tienen casi el mismo resultado, por lo tanto se considera a T1 como el tratamiento que reduce en más horas el tiempo de secado de café pergamino.
-
- El tiempo total necesario para que cada tratamiento alcanzara el 12% de humedad fueron: T1(111 horas), T2 (112 horas), T3 (114 horas), T4 (126 horas).
-
- Las gráficas nos indican el comportamiento de las variables ambientales en trayectoria de la investigación. Se pudo observar que la temperatura dentro del secador solar siempre fue mayor que la temperatura en el patio de secado, sin embargo se analiza también que la humedad interna en la mayoría de días de ejecución del experimento fue menor a la humedad relativa externa, provocando con ello que hubiera mayor evapotranspiración del grano de café, por lo que el ambiente dentro del secador solar se encontraba menos saturado de humedad relativa, haciendo que T1,T2, y T3 disminuyeran el porcentaje de humedad de una manera más rápida que el T4.
- Se determinó que el mejor tiempo de secado lo presentó el tratamiento 1 con 111 horas para llegar al 12 % de humedad del grano de café.

2.10. RECOMENDACIONES

- De tal manera que la diferencia de los volteos entre T2 y T3 tardan únicamente una y dos horas más de diferencia que T1, por lo que no es significativo el tiempo entre estos tratamientos para alcanzar el 12% de humedad, se recomienda hacer el movimiento de café a cada 90 minutos (T3) y con ello optimizar de una mejor manera el tiempo de trabajo en la secadora solar.
- Se recomienda el uso de secador solar como una alternativa o complemento al sistema tradicional de secados en patios, ayudando al secado en temporada alta de producción y a la vez minimizar el tiempo de secado del grano de café pergamino.
- Se recomienda que no se debe proyectar ningún tipo de sombra hacia el secador solar, de lo contrario es necesario eliminar totalmente la misma ya que el secador solar funciona directamente en base a las condiciones ambientales para secar el grano de café.
- Es recomendable que el café recién lavado debe dejarse escurrir durante un día (Presecado) antes de colocarlo en las bandejas dentro del secador solar, de esa forma el tiempo de secado será menor, de lo contrario si no se deja escurrir y se coloca de una vez en las bandejas, el agua que contiene el grano de café cae en el piso de la secadora y al evaporarse solamente estará en circulación dentro del mismo y no permitirá un secado rápido y uniforme.

- Cuando el café llegue al 12 % de humedad, es necesario retirar inmediatamente el café de las bandejas del secador solar, ya que al no hacerlo de una manera rápida puede obtenerse café reseco. Cabe recalcar que se observó que cuando el café tiene menor humedad tiende a bajar la misma de una manera más rápida.
- Para evitar que el café que se encuentra dentro del secador solar gane humedad durante la noche, es necesario cerrar las entradas superiores de aire.
- Dentro de cada bandeja del secador solar, se recomienda no utilizar un espesor mayor a 4 cm de altura, de esa manera se permitirá la circulación de aire por medio de la masa de café.

2.11. BIBLIOGRAFÍA

1. ANACAFÉ (Asociación Nacional del café, GT). 2006. Guía técnica de caficultura. Guatemala. 214 p.
2. _____. 2008a. Evaluación de eficiencia de secadora solar tipo invernadero en relación a patio de secado y parihuela. San Cristobal, Alta Verapaz, Guatemala, Oficina Técnica Anacafé, Región 6. 45 p.
3. _____. 2008b. Perfil de taza, un mapa de características del café. El Cafetal (enero):8-9.
4. _____. 2009. Cifras de cierre de año cafetalero 2008-2009 (en línea). Guatemala, ANACAFE, Boletín no. 07/2009. Consultado 10 dic. 2009. Disponible en <http://portal.anacafe.org/Portal/DesktopModules/showcontent.aspx?Eid=10&Path=Documents/News/2009-10/10/91> Anacafé—19.10.2009—Cierre_de_añoCafetero_2008.09.doc&ContentType=application/msword&lid=1524
5. Anzueto, F. 2007a. Calidad e inocuidad en el café. El Cafetal (octubre):12-14.
6. _____. 2007b. Criterios de riesgo sobre plaguicidas y contaminantes. El Cafetal (octubre):14-17.
7. Baca, G. 2006. Evaluación de proyectos. 5 ed. México, McGraw-Hill. 392.
8. BANGUAT (Banco de Guatemala, GT). 2010a. Inflación ciclo junio 2009 a junio 2010 (en línea). Guatemala. Consultado 29 jul. 2010. Disponible en <http://banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=/estaeco/sr/sr002&e=1780>
9. _____. 2010b. Tasa pasiva junio 2010 (en línea). Guatemala. Consultado 29 jul. 2010. Disponible en <http://www.banguat.gob.gt/inc/ver.asp?id=vmc06&e=564>
10. Barrios, A. 1997. Desafíos del beneficio húmedo en Centro América. Guatemala, Programa de Mejoramiento del Café / Centro Internacional para la Investigación Agrícola para el Desarrollo. 125 p.
11. Berrios, E. 2008. Guía practica para el control de calidad en la cosecha y beneficiado húmedo para producir café de especialidad. Guatemala, Proyecto de Café para Centroamérica. 28 p.
12. Bran, R. 2008. Análisis de pérdidas post cosecha anuales (comunicación personal). Guatemala, FAUSAC.

13. Buonomo, M. 2010. Riesgo país: una medida alternativa para Mesoamérica. *Mesoamérica en Movimiento* (04/2010):8-14.
14. Campos, O; Barrios, M. 2006. Secadores solares como alternativa para el secado de café. *El Cafetal* (abril):4-6.
15. Cardona, H. 2010. Indicadores financieros (comunicación personal). Guatemala, FAUSAC. 80 p.
16. Carredano, R. 1990. Respuesta del café en grano a tres tiempos de secamiento en la secadora tipo estática con aire caliente, comparado con el método tradicional del secamiento al sol en patios, en el Pac. La Esperanza, municipio de San José el Rodeo, San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 62 p.
17. Castillo, J. 1998. Caficultura moderna. 5 ed. Guatemala. 261 p.
18. Castillo, J. 2001. Influencia de la abeja domestica (*Apis mellifera* L.) en la polinización del cafeto (*Coffea arabica* L.) en San Pedro Necta, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 123 p.
19. Cruz, D; López De León, E; Pascual, LF. 2009. Guía técnica de construcción y funcionamiento de secadoras tipo domo. Guatemala, Anacafé. 13 p.
20. Eskenasy, E. 2008. La producción de café y sus oportunidades. *El Cafetal* (abril):12-14.
21. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2010. Parámetros meteorológicos estación Santa Ana, San Pedro Necta (en línea). Guatemala. Consultado 25 jun. 2010. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/metereologia/ESTACIONES/HUEHUETENANGO/SAN%20PEDRO%20NECTA%20PARAMETROS.htm>
22. Little, M; Thomas, F; Jackson, H. 1984. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. 5 ed. México, Trillas. 270 p.
23. López, A. 2009. Taller sobre catación (comunicación personal). Guatemala. ExportCafé.
24. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2010a. Ficha de aspectos productivos y económicos para el cultivo de frijol (en línea). Guatemala. Consultado 31 oct. 2010. Disponible en http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc_upie/documentos/21maiz_1.pdf

25. _____. 2010b. Ficha de aspectos productivos y económicos para el cultivo de maíz (en línea). Guatemala. Consultado 31 oct. 2010. Disponible en http://portal.maga.gob.gt/portal/page/portal/uc_u_pie/documentos/32-tomate.pdf
26. _____. 2010c. Ficha de aspectos productivos y económicos para el cultivo de tomate (en línea). Guatemala. Consultado 31 oct. 2010. Disponible en http://portal.maga.gob.gt./portal/page/portal/uc_u_pie/documentos/32-tomate.pdf
27. Mazariegos, A. 1981. Estudio exploratorio de las modalidades de secamiento de café (*Coffea arabica* L.) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 72 p.
28. Menchú, J. 1985. Manual de beneficiado de café. Guatemala, Anacafé. 150 p.
29. OMP (Oficina Municipal de Planificación, Municipalidad, Unión Cantinil, Huehuetenango, GT). 2006. Mapa topográfico de Huehuetenango: municipio de Union Cantinil, no 1. Union Cantinil, Huehuetenango, Guatemala. Esc. 1:27,720. Color.
30. _____. 2007. Caracterización del municipio Unión Cantinil del departamento de Huehuetenango. Unión Cantinil, Huehuetenango, Guatemala. 25 p. Sin publicar.
31. Ortiz, A. 2010. Realización de un estudio financiero (comunicación personal). Guatemala, FAUSAC.
32. Proyecto de Café para Centro América, NI. 2008. Manual de buenas prácticas para cosecha y beneficio húmedo de café de calidad. 2 ed. Managua, Nicaragua. 47 p.
33. Ramírez Genel, M. 1982. Almacenamiento y conservación de granos y semillas. 9 ed. México, CECOSA. 300 p.
34. Roa, G. 1990. Secado de productos agropecuarios por energía solar. Tesis Ing. Agr. Brasil, Universidad de Campinas. 123 p.
35. Sapag, N. 1993. Criterios de evaluación de proyectos, cómo medir la rentabilidad de inversiones. México, McGraw-Hill. 114 p.
36. SEGEPLAN (Secretaría General de Planificación y Programación, GT). 2006. Normas para postular y formular proyectos de inversión ejercicio fiscal 2006. Guatemala. 76 p.
37. SIM (InforPress Centroamericana, Servicio de Información Municipal, GT). 2010. Ubicación del municipio Cantinil (en línea). Guatemala. Consultado 11 ene. 2010. Disponible en <http://www.inforpressca.com/unioncantinil/ubicacion.php>

38. Tamez Reina, G.1992. Secado de café con energía solar, México. Tesis Ing. México, UNAM, Centro de Investigaciones en Energéticos y Desarrollo. 120 p.
39. Valle, S Del. 2009. Producción de café para el ciclo 2009- 2010 de la ADESCH (entrevista). Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Asociación de Desarrollo Económico y Social los Chujes (ADESCH).
40. Zavala, J; Sánchez, A. 2008. Evaluación de una secadora solar tipo invernadero. El Cafetal (octubre):6-7.

13. ANEXOS

Cuadro 22 Boleta para relaizar movimientos específicos de cada trtamiento.

DÍA 1		DÍA 2					DÍA "n"							
Hora	Día de Psecado	Toma de datos	Hora	Movimiento de masa				Toma de datos	Hora	Movimiento de masa				Toma de datos
07:00		Preparativos	07:00					Preparativos	07:00					Preparativos
07:30			07:30	T1					07:30	T1				
08:00		T y HR interna y externa	08:00	T1	T2		T4	T y HR interna y externa	08:00	T1	T2		T4	T y HR interna y externa
08:30			08:30	T1		T3		% Humedad	08:30	T1		T3		% Humedad
09:00		T y HR interna y externa	09:00	T1	T2		T4	T y HR interna y externa	09:00	T1	T2		T4	T y HR interna y externa
09:30			09:30	T1				% Humedad	09:30	T1				% Humedad
10:00		T y HR interna y externa	10:00	T1	T2	T3	T4	T y HR interna y externa	10:00	T1	T2	T3	T4	T y HR interna y externa
10:30			10:30	T1				% Humedad	10:30	T1				% Humedad
11:00		T y HR interna y externa	11:00	T1	T2		T4	T y HR interna y externa	11:00	T1	T2		T4	T y HR interna y externa
11:30			11:30	T1		T3		% Humedad	11:30	T1		T3		% Humedad
12:00		T y HR interna y externa	12:00	T1	T2		T4	T y HR interna y externa	12:00	T1	T2		T4	T y HR interna y externa
12:30			12:30	T1				% Humedad	12:30	T1				% Humedad
13:00		T y HR interna y externa	13:00	T1	T2	T3	T4	T y HR interna y externa	13:00	T1	T2	T3	T4	T y HR interna y externa
13:30			13:30	T1				% Humedad	13:30	T1				% Humedad
14:00		T y HR interna y externa	14:00	T1	T2		T4	T y HR interna y externa	14:00	T1	T2		T4	T y HR interna y externa
14:30			14:30	T1		T3		% Humedad	14:30	T1		T3		% Humedad
15:00		T y HR interna y externa	15:00	T1	T2		T4	T y HR interna y externa	15:00	T1	T2		T4	T y HR interna y externa

15:30			15:30	T1				% Humedad	15:30	T1				% Humedad
16:00		T y HR interna y externa	16:00	T1	T2	T3	T4	T y HR interna y externa	16:00	T1	T2	T3	T4	T y HR interna y externa
16:30			16:30					% Humedad	16:30					% Humedad

Cuadro 30A: Datos de humedad del grano de café después del proceso de lavado.

DÍA 1	PRESECADO EN PATIO	
HORA	HUMEDAD (%)	
10:00	53	Después del lavado
14:00	43.2	Medio día
16:00	39.9	Final del día

Cuadro 23 Humedad relativa y temperatura en patio de secado

HORA	HUMEDAD RELATIVA	
	(%)	TEMPERATURA (°C)
08:00	79	11.5
09:00	93	10.3
10:00	71	15.2
11:00	48	23.1
12:00	37	27.3
13:00	32	29
14:00	31	29.3
15:00	32	27.6
16:00	41	24.2

Cuadro 32A: Resultados de humedad del grano para los cuatro tratamientos y repeticiones.

Día 1. 15 de enero del 2010

HORA	HUMEDAD DEL GRANO (%)											
	T1 (30 min)			T2 (60 min)			T3 (90 min)			T4 (60 min en patio)		
	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	RII	RII
08:30	42.5	40.1	42.1	42.6	40.5	41.4	42.1	42.8	42.1	42.9	42.4	41.6
10:30	39.4	37.1	35.5	39.4	38.4	37.8	38.5	39.0	39.1	39.0	37.8	38.7
12:30	35.8	34.1	34.2	36.7	36.0	36.2	35.6	36.9	36.0	35.6	36.5	37.0
14:30	34.5	34.2	34.7	35.6	34.8	35.1	35.0	35.7	35.3	34.1	36.2	34.9
16:30	36.1	34.6	34.5	36.5	36.9	35.9	35.2	36.6	35.7	36.7	35.1	36.7

Cuadro 33A: Datos de las variables ambientales dentro del secador solar y en patio de secado.

Día 1.

HORA	HUMEDAD RELATIVA (%)		TEMPERATURA (°C)	
	SECADORA	PATIO	SECADORA	PATIO
8:00	65%	63%	21.3	21.2
9:00	61%	60%	22.7	21.9
10:00	33%	41%	30.3	24.4
11:00	20%	34%	43.8	28
12:00	25%	36%	41.9	27.9
13:00	24%	35%	42.2	28
14:00	25%	33%	41.8	28.5
15:00	32%	37%	33.7	27.6
16:00	48%	47%	26.5	24.8

Cuadro 34A: Resultados de humedad del grano para los cuatro tratamientos y repeticiones.

Día 2. 16 enero del 2010.

HORA	HUMEDAD DEL GRANO (%)											
	T1 (30 min)			T2 (60 min)			T3 (90 min)			T4 (60 min en patio)		
	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	RII	RII
08:30	37.80	37.60	37.70	37.50	37.40	37.40	38.00	38.10	38.60	37.80	38.50	38.90
10:30	33.20	32.00	32.60	33.90	32.20	33.00	33.90	34.10	33.40	34.00	34.80	35.10
12:30	31.00	29.10	30.40	30.20	29.20	30.70	31.00	30.70	31.90	31.70	31.90	32.60
14:30	30.80	28.70	30.00	30.70	30.60	31.60	31.70	31.80	29.20	32.00	30.10	30.50
16:30	32.00	30.50	29.00	30.50	30.90	31.10	30.90	31.70	31.40	30.00	31.50	30.80

Cuadro 35A: Datos de las variables ambientales dentro del secador solar y en patio de secado

Día 2

HORA	HUMEDAD RELATIVA (%)		TEMPERATURA (°C)	
	SECADORA	PATIO	SECADORA	PATIO
8:00	86%	86%	9.2	8.7
9:00	80%	85%	18.9	10.5
10:00	45%	58%	30.9	18.3
11:00	221%	25%	41	28.4
12:00	19%	20%	42.2	32.4
13:00	15%	16%	44.7	36.9
14:00	25%	32%	39.7	28

15:00	37%	32%	28.9	28.3
16:00	55%	61%	25.2	19.3

Cuadro 36A: Resultados de humedad del grano para los cuatro tratamientos y repeticiones.

Día 3. 17 enero del 2010.

HORA	HUMEDAD DEL GRANO (%)											
	T1 (30 min)			T2 (60 min)			T3 (90 min)			T4 (60 min en patio)		
	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	RII	RII
08:30	32.50	30.60	31.60	31.50	31.70	32.00	33.50	32.30	31.20	32.20	32.50	32.50
10:30	28.30	28.10	28.90	28.20	29.40	28.60	28.90	29.40	28.00	30.20	29.50	29.80
12:30	26.90	26.80	26.50	27.90	26.60	27.90	27.60	28.00	26.40	27.40	27.10	26.70
14:30	26.50	26.30	26.30	27.40	26.30	27.80	27.40	27.90	26.50	27.30	27.70	26.20
16:30	28.60	27.30	27.10	28.70	27.80	28.00	28.70	28.50	28.90	27.10	28.70	26.00

Cuadro 24A: Datos de las variables ambientales dentro del secador solar y en patio de secado

Día 3.

HORA	HUMEDAD RELATIVA (%)		TEMPERATURA (°C)	
	SECADORA	PATIO	SECADORA	PATIO
8:00	80%	83%	12.6	11.8
9:00	79%	92%	19.9	12.2
10:00	37%	49%	34.8	21.3
11:00	29%	34%	39.8	27.2
12:00	19%	22%	45.2	33.8
13:00	12%	18%	45.6	37.5
14:00	24%	37%	39.7	27.9
15:00	28%	56%	35	21.2

16:00	33%	63%	30	19.5
-------	-----	-----	----	------

Cuadro 25A: Resultados de humedad del grano para los cuatro tratamientos y repeticiones.

Día 4. 18 enero del 2010.

HORA	HUMEDAD DEL GRANO (%)											
	T1 (30 min)			T2 (60 min)			T3 (90 min)			T4 (60 min en patio)		
	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	RII	RII
08:30	30.40	29.10	30.50	30.80	30.60	31.00	29.90	32.60	29.70	30.20	31.30	31.30
10:30	29.80	28.10	27.70	27.00	27.20	27.40	28.80	28.00	26.90	27.30	27.40	26.90
12:30	26.20	27.10	26.30	26.60	25.70	25.90	26.20	26.40	25.50	25.60	24.80	25.50
14:30	23.60	23.40	21.00	23.90	23.00	24.50	23.90	24.10	23.50	24.30	23.90	22.60
16:30	24.40	22.80	23.20	22.60	24.00	25.60	24.40	23.60	23.90	23.00	23.50	22.80

Cuadro 26A: Datos de las variables ambientales dentro del secador solar y en patio de secado.

Día 2

HORA	HUMEDAD RELATIVA (%)		TEMPERATURA (°C)	
	SECADORA	PATIO	SECADORA	PATIO
8:00	84%	85%	14.2	13.3
9:00	72%	68%	22.3	15.6
10:00	36%	35%	35.8	24.3
11:00	22%	32%	40.9	28.5
12:00	15%	17%	47	36.1
13:00	26%	15%	42.3	38.4
14:00	18%	24%	41.9	29.9

15:00	14%	33%	32.3	26
16:00	25%	38%	29	25.2

Cuadro 40A: Resultados de humedad del grano para los cuatro tratamientos y repeticiones.

Día 5. 19 enero del 2010.

HORA	HUMEDAD DEL GRANO (%)											
	T1 (30 min)			T2 (60 min)			T3 (90 min)			T4 (60 min en patio)		
	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	RII	RII
08:30	24.50	23.00	23.50	22.90	24.60	26.00	24.60	23.80	24.10	23.60	24.00	23.40
10:30	21.60	20.40	20.10	20.30	21.80	23.20	21.30	21.40	21.60	22.10	22.50	21.80
12:30	18.30	18.60	18.30	18.70	19.60	21.20	19.70	19.20	19.40	20.60	21.20	20.20
14:30	16.20	16.30	15.90	16.30	18.30	19.20	18.90	18.30	18.50	19.30	19.60	19.00
16:30	14.30	14.50	14.20	15.90	16.40	17.50	18.10	17.60	17.80	18.60	18.90	18.00

Cuadro 41A: Datos de las variables ambientales dentro del secador solar y en patio de secado.

Día 5.

HORA	HUMEDAD RELATIVA (%)		TEMPERATURA (°C)	
	SECADORA	PATIO	SECADORA	PATIO
8:00	80%	82%	13.6	12.2
9:00	84%	86%	14.5	13.4
10:00	44%	57%	30.9	19.6
11:00	23%	53%	40.1	22.8
12:00	19%	31%	46.3	28.5
13:00	14%	32%	49.2	29.3
14:00	21%	39%	44	28

15:00	24%	27%	41.8	31
16:00	31%	36%	36.3	30

Cuadro 42A: Resultados de humedad del grano para los cuatro tratamientos y repeticiones.

Día 6. 20 enero del 2010.

HORA	HUMEDAD DEL GRANO (%)											
	T1 (30 min)			T2 (60 min)			T3 (90 min)			T4 (60 min en patio)		
	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	RII	RII	RI	RII	RII
08:30	14.80	15.00	14.60	16.30	16.9	17.90	18.50	17.80	18.30	19.00	20.20	18.50
09:30	13.90	14.20	13.30	14.70	15.8	16.60	17.30	16.40	17.50	18.20	19.10	17.50
10:30	12.80	13.20	12.30	13.60	14.3	15.00	15.90	14.60	15.30	17.10	18.20	16.90
11:30	11.80	12.10		12.60	13.1	13.30	14.20	12.80	13.20	15.80	16.40	15.70
12:30				11.6	12.2	12.20	13.50	11.70	12.20	14.60	14.90	14.60
13:30							12.70			13.40	13.70	13.70
14:30							12.10			12.60	13.10	12.80
15:30										11.60	12.70	12.30
16:30											12.10	

Cuadro 43A: Datos de las variables ambientales dentro del secador solar y en patio de secado.

Día 6

HORA	HUMEDAD RELATIVA (%)		TEMPERATURA (°C)	
	SECADORA	PATIO	SECADORA	PATIO
08:00	72%	72%	11.40	10.90
09:00	69%	70%	16.10	12.70
10:00	43%	41%	35.2	23
11:00	22%	32%	40.60	26.70
12:00	15%	25%	45.50	29.70
13:00	12%	22%	48.00	30.40
14:00	12%	27%	46.00	28.30
15:00	24%	38%	39.00	23.10
16:00	36%	45%	34.30	21.50

Cuadro 44A: Porcentaje de humedad en base a color

Contenido de humedad
Entre 38 - 20
Entre 20 - 12.5
Entre 12.5 - 11 (pto. De secado)

Cuadro 45A: Experimento 1, Tratamientos y variables ambientales.

Experimento 1. del 14 al 20 de enero del 2010										
Dia	Hrs. Ac	Hora	% hum T1	% hum T2	% hum T3	% hum T4	T Int.	T Ext.	HR Int.	HR Ext.
1	0	8:00	41.56	41.5	42.3	42.3	9.1	8.2	65	63
	2	10:00	37.3	38.53	38.86	38.5	30	24.4	33	41
	4	12:00	34.7	36.3	36.16	36.36	41.9	27.9	25	36
	6	14:00	34.46	35.16	35.55	35.06	41.8	28.5	25	35
	8	16:00	35.06	36.43	35.83	36.16	26.5	24.8	48	42
2	24	8:00	37.7	37.4	38.23	38.4	9.2	8.7	86	86
	26	10:00	32.6	33.03	33.8	34.63	3.9	18.3	45	58
	28	12:00	30.16	30.03	32.83	32.06	42.2	32.4	19	20
	30	14:00	29.83	30.96	30.9	30.86	39.7	28	25	32
	32	16:00	30.5	30.83	31.3	30.76	25.2	19.3	55	61
3	48	8:00	31.56	31.73	32.3	32.4	12.6	11.8	80	83
	50	10:00	28.43	28.73	28.76	29.83	34.8	21.3	37	49
	52	12:00	26.73	27.46	27.33	27.06	45.2	33.8	19	22
	54	14:00	26.36	27.16	27.26	27.06	39.7	27.9	24	37
	56	16:00	27.66	28.16	28.7	27.26	30	19.5	33	63
4	72	8:00	30	30.8	30.73	30.93	14.2	13.3	84	85
	74	10:00	28.53	27.2	27.9	27.2	35.8	24.3	36	35
	76	12:00	26.53	26.02	26.03	25.3	47	36.1	15	17
	78	14:00	22.66	23.8	23.83	23.6	41.9	29.9	18	24
	80	16:00	23.46	24.06	23.96	23.1	29	25.2	25	38
5	96	8:00	23.66	24.5	24.16	23.66	13.6	12.2	80	82
	98	10:00	20.7	21.76	21.43	22.13	30.9	19.6	44	57
	100	12:00	18.4	19.83	19.43	20.66	46.3	28.5	19	31
	102	14:00	16.13	17.93	18.56	19.3	44	28	21	39
	104	16:00	14.33	16.6	17.83	18.5	36.3	30	33	36

6	120	8:00	14.8	17.03	18.2	19.23	11.4	10.9	72	72
	122	10:00	12.76	14.3	15.26	17.4	35.2	23	43	41
	124	12:00	11.95	12	12.56	14.7	45.5	29.7	15	25
	126	14:00			12.1	12.83	46	28.3	12	27
	128	16:00					34.4	21.5	36	45

Cuadro 46A: Experimento 2, Tratamientos y variables ambientales.

Experimento 2. del 22 al 28 de febrero del 2010										
Dia	Hrs. Ac	Hora	% hum T1	% hum T2	% hum T3	% hum T4	T Int.	T Ext.	HR Int.	HR Ext.
1	0	8:00	41.26	41.63	41.7	41.76	14.5	13.4	70	75
	2	10:00	36.33	36.66	37.8	37.83	41.3	25.3	21	42
	4	12:00	34.43	34.26	35.43	35.46	49.3	32.6	14	25
	6	14:00	33.63	33.23	34.1	34.13	45.3	29.3	24	30
	8	16:00	34	33.86	34.8	34.8	34.5	22.6	37	43
2	24	8:00	34.33	34.33	34.56	35.33	13.7	12.6	69	72
	26	10:00	30.66	30.93	31.56	32.6	35.7	24.3	40	43
	28	12:00	28.7	28.63	28.93	30.3	48.6	31.5	14	25
	30	14:00	27.73	27.8	27.53	29.7	44.3	29.5	21	31
	32	16:00	28.4	28.5	28.3	30.33	35	21.3	36	45
3	48	8:00	28.7	28.76	28.7	30.63	14	12.8	65	70
	50	10:00	26.96	27.2	27.26	28.86	35.3	23.7	40	45
	52	12:00	25.6	26.5	26.6	27.83	47.9	31.7	13	24
	54	14:00	24.73	25.4	25.86	27.2	37.3	25.7	33	35
	56	16:00	25.2	25.83	26.26	27.63	33.3	21.1	37	41
4	72	8:00	25.4	26.13	26.63	28.06	13.8	11.9	70	80
	74	10:00	22.3	23.63	23.76	25.7	34.6	22.9	43	48
	76	12:00	19.8	21.4	21.73	23.86	45.3	29.7	18	30
	78	14:00	17.46	19.53	20	21.9	40.3	28.3	20	31
	80	16:00	17.76	19.86	20.33	21.3	34.2	23.5	37	39

5	96	8:00	18	20.13	20.76	22.8	14.2	12.3	73	79
	98	10:00	13.5	15.76	15.56	20.9	38.9	24	41	46
	100	12:00	12.5	12.4	13.83	18.1	46.2	32.5	17	30
	102	14:00			12.2	15.96	39.6	27.6	22	32
	104	16:00				15.3	33.8	22.3	35	37
6	120	8:00				15.53	13.7	11.9	75	70
	122	10:00				13.03	37.3	22.2	40	47
	124	12:00				11.95	45.6	32.2	19	34
	126	14:00					38.3	26.9	20	30
	128	16:00					31.6	21.7	35	39

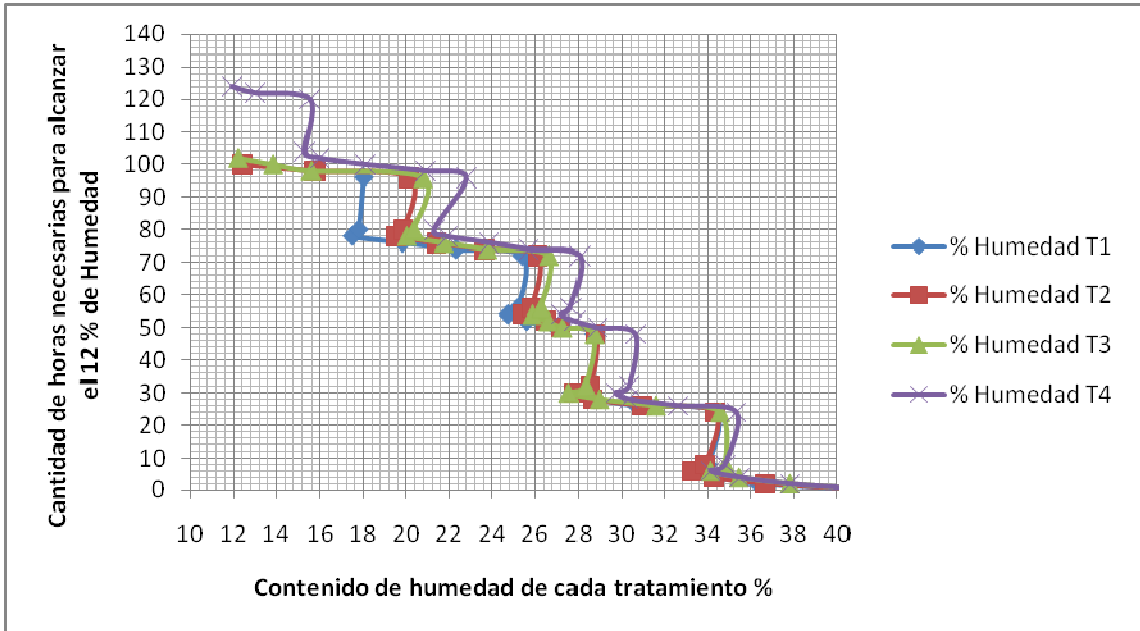


Figura 35A: Horas necesarias para alcanzar el 12% de humedad para tratamientos.

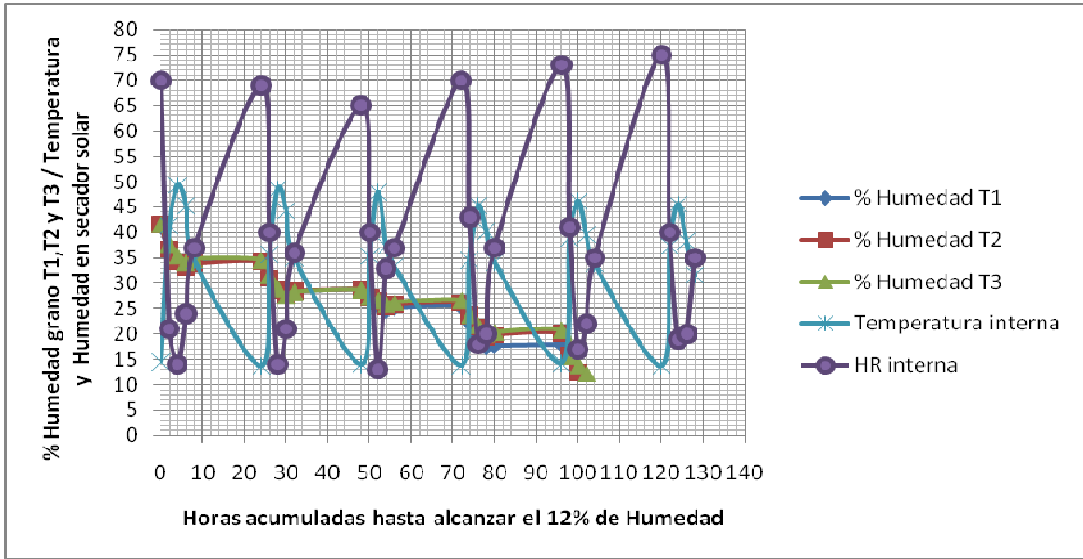


Figura 36A: Tratamientos que se encontraban en el secador solar y variables ambientales.

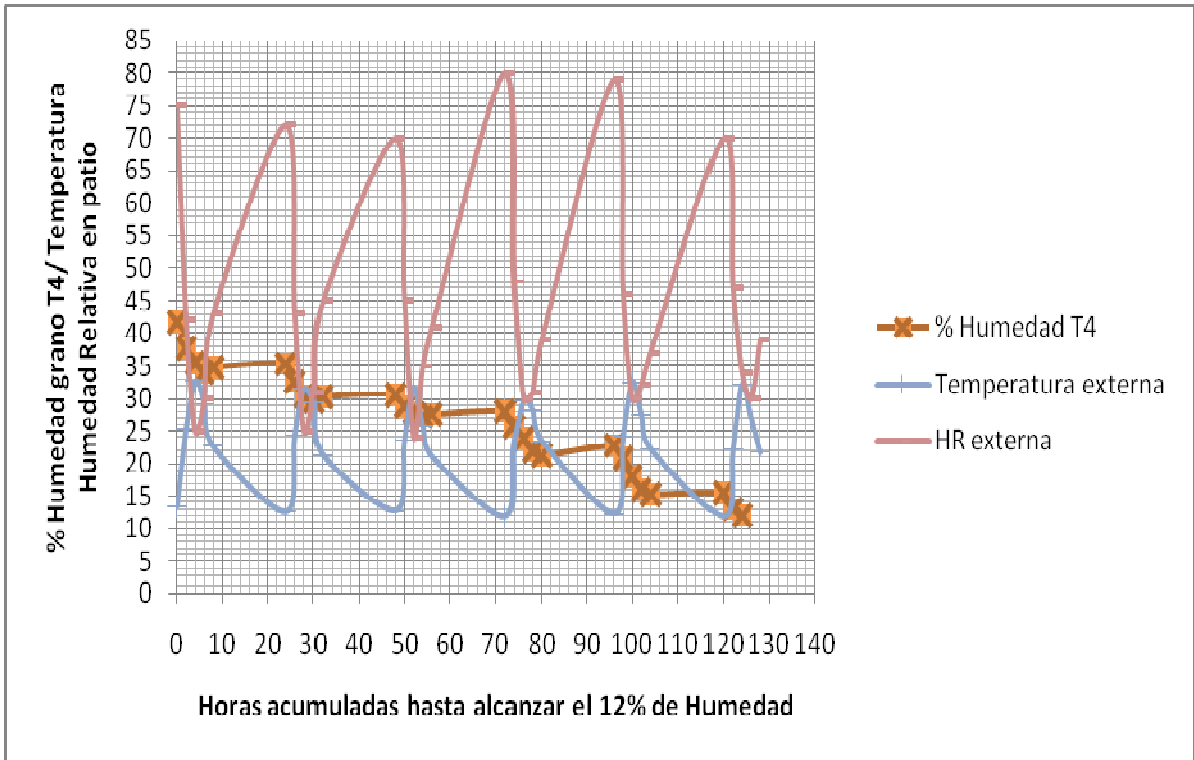


Figura 37A: Tratamiento cuatro y variables ambientales

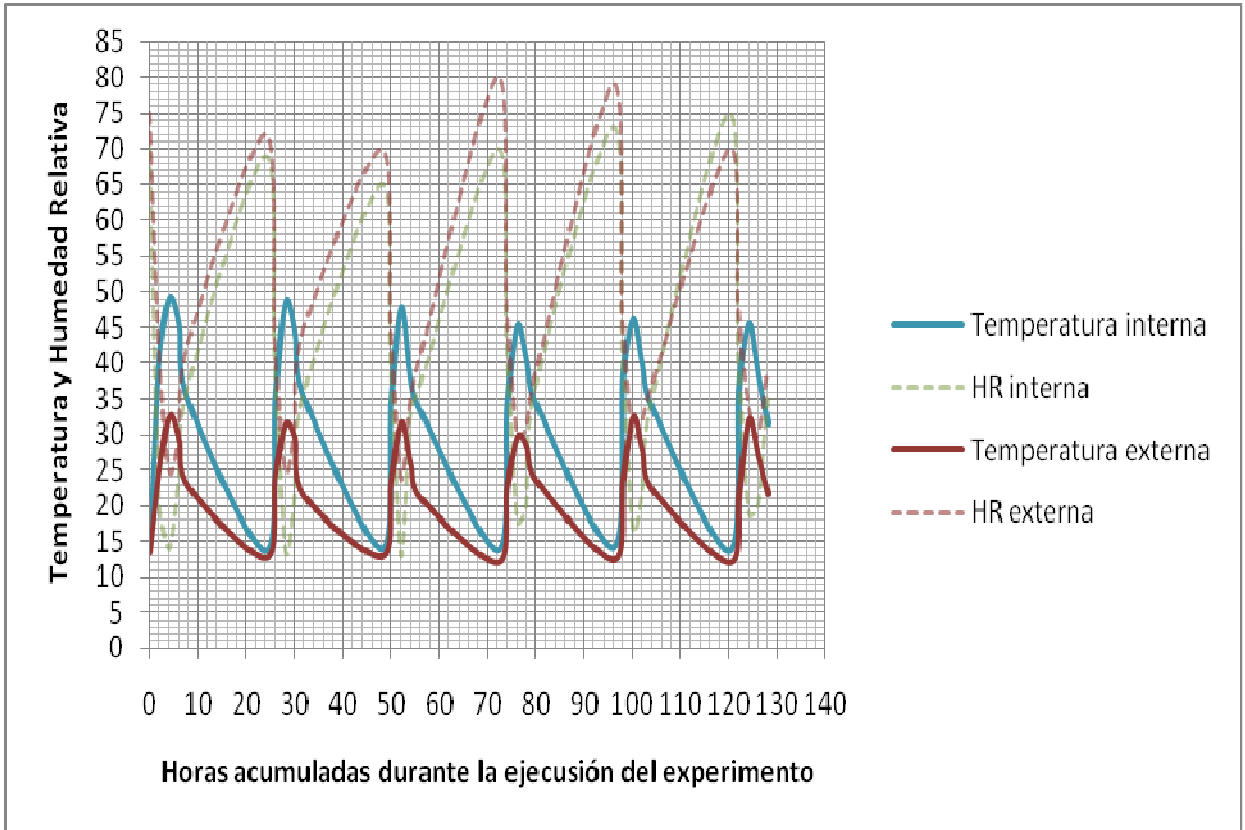


Figura 38A: Dinámica de las variables ambientales externas e internas.

CAPITULO 3

**SEVICIOS REALIZADOS EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO NECTA,
DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.**

3.1. PRESENTACIÓN

Los sellos y programas de certificación además de abrir ventanas comerciales para los exportadores también son herramientas que permiten promover buenas prácticas administrativas en fincas de café, incluyendo las prácticas que afectan el medio ambiente, la salud y el bienestar de productores y empleados de fincas, la producción y la calidad del producto.

Las asociaciones productoras de café a través de vincular buenas prácticas de administración de fincas con la calidad de café, logran alcanzar oportunidades comerciales únicas y exclusivas para productos certificados.

La certificación Rainforest Alliance y el programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program por medio de sus asociados intenta ampliar la definición de calidad como un concepto que incluye la rentabilidad, protección de medio ambiente, equidad en toda la cadena, y responsabilidad social.

Más allá de un objetivo comercial las certificaciones y programas buscan acompañar al productor en sus cambios hacia la sostenibilidad, verificar los planes de acción y la mejora continua de los involucrados, determinar las prácticas deficientes comunes, entre otros.

Nestlé Nespresso S.A., es una de las unidades con mayor crecimiento del grupo Nestlé, líder mundial en alimentos, bebidas, nutrición y salud. Nestlé Nespresso, es una unidad estratégica con responsabilidad propia para la investigación y el desarrollo, el abastecimiento de materias primas, la producción y el mercadeo de sus productos premios de café.

Durante su crecimiento, Nespresso nunca ha dejado su enfoque dirigido a proveer la calidad máxima en todo lo que hace desde la selección de los mejores cafés de países exóticos hasta la comercialización y diferenciales otorgados a productores incorporados al programa.

Rainforest Alliance es la secretaría de la Red de Agricultura Sostenible, y es la encargada de administrar los sistemas de verificación y certificación de la RAS en asociaciones productoras de café con enfoque sostenible.

Durante la ejecución de los servicios la labor realizada constó en brindar asesoría técnica y capacitaciones a asociaciones para cumplir con las normas y requerimientos de Rainforest Alliance y del programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program que proveen de cafés especiales a la empresa EXPORT CAFÉ S.A. y de tal modo lograr las metas y objetivos comerciales de dicha entidad.

3.2. SERVICIO 1

Asesoría técnica brindada a la ADESCH (Asociación de Desarrollo Económico y Social “Los Chujes”)

3.2.1. OBJETIVO

Contribuir a la mejora de prácticas agrícolas y de procesamiento de café para calificar a los estándares de calidad requeridos por el sello Rainforest Alliance en el ciclo 2009 – 2010.

3.2.2. METODOLOGÍA

3.2.2.1. Trabajo de campo

Durante los servicios realizados se efectuaron visitas de campo a los productores asociados a la ADESCH, esta asociación se encuentra en la aldea Vista Hermosa, municipio de Unión Cantinil, Huehuetenango. Actualmente es presidida por el señor Servando Eusebio Del Valle López, la asociación cuenta con 49 asociados y para la cosecha 2009 – 2010 se produjeron 5 mil sacos de 45.36 kg de café pergamino seco. El café producido se exporta en su totalidad a Europa y debido a las exigencias del mercado internacional la asociación cuenta con el respaldo del sello de certificación Rainforest Alliance, el cual promueve la producción de café sostenible.

La certificación Rainforest Alliance contempla básicamente cuatro componentes para determinar la calidad en un sistema productivo y de tal modo aplicar a la certificación, los componentes son:

- Calidad del producto
- Sostenibilidad ambiental
- Aspectos económicos
- Aspectos sociales
- Administrador del grupo

Cada productor que está dentro del sello Rainforest Alliance está obligado a cumplir con cada uno de los aspectos mencionados, de lo contrario dicha asociación quedaría suspendida de la certificación la cual se renueva cada año mediante la visita de auditores calificados y neutros de cualquier interés económico y comercial entre la asociación y la certificación.

Durante la ejecución de los servicios se contemplo fortalecer cada aspecto requerido por el sello de certificación en cada uno de los 49 asociados, con la finalidad de cumplir con los requisitos requeridos y lograr la certificación para el ciclo 2009 – 2010.

Para el cumplimiento de los componentes requeridos se realizaron los siguientes servicios:

3.2.3. Calidad del producto

Se realizó una visita de campo a cada asociado tanto en la parcela como en el beneficio y se le dio asesoría con respecto a la conservación de la calidad e inocuidad del café, entre las recomendaciones principales se considero cortar únicamente frutos maduros, mantener limpio el despulpador, no mezclar partidas de diferentes cortes, monitorear constantemente la fermentación del café y el lavado, mantener a los animales lejos del lugar de secado, etc. Otras recomendaciones brindadas a los asociados fueron sobre el almacenaje, específicamente se recomendó estibar los sacos de café en un lugar seco y fresco sobre tarimas de madera y separado a la pared, esto con la finalidad de facilitar las corrientes de aire fresco a través de las estibas y evitar que se humedezca el café y propiciar defectos que afectan directamente a la calidad.



Figura 39: Recibo de café completamente maduro en sifón seco.

3.2.4. Sostenibilidad ambiental

En la visita realizada se evaluaba el sistema completo de beneficio poniendo especial cuidado al manejo que el asociado daba a los subproductos, pues tanto la pulpa como el agua miel son considerados altamente contaminantes para el medio ambiente y es de los principales factores tomados en consideración por la certificación Rainforest Alliance, debido a que el sello se caracteriza por promover la producción en ambientes sostenibles, para contribuir con la problemática en el manejo de subproductos se le recomendó y asesoro al asociado sobre la fabricación de aboneras con el fin de dar un uso a la pulpa, igualmente se recomendó la fabricación de fosas de oxidación con la finalidad de darle manejo al agua miel proveniente del despulpado y del lavado del café fermentado, y mediante filtración en el suelo lograr la captación de la miel y otros sólidos contaminantes a cuerpos de agua cercanos como ríos, nacimientos, lagunas, etc.

Se tomaron en cuenta los desechos producidos por la finca para lo cual se propuso la fabricación de fosas tanto para basura orgánica e inorgánica y la elaboración de cajas de registro que capten grasas y jabón proveniente de aguas grises.



Figura 40: Depósito para el manejo de pulpa.

3.2.5. Aspectos económicos

La calidad del café para el “consumidor” está establecida por sus características organolépticas y la inocuidad con la que fue elaborado, mientras que para el “productor” la calidad del café está establecida por la rentabilidad del mismo, es decir, para el productor el café es de calidad si tal cultivo es rentable, es por eso que la certificación RA (por sus siglas en inglés) requiere que el asociado tenga conocimientos administrativos en el producto; actualmente este es un conocimiento muy difícil de inculcar a una sociedad cafetalera la cual ha producido café durante años sin preocuparse por las utilidades o por el manejo de registros de producción, pero a su vez es un requisito indispensable para obtener la certificación RA, por lo tanto se trabajó con cada asociado en el tema administrativo específicamente en la planificación y registro de producción.

Para lograr tal objetivo se le proporcionaba a cada asociado de un formato de planificación y registro de producción, en el cual el asociado anotaba por mes las actividades que realizaría según su costumbre de trabajo durante cada mes, de ese modo se lograba que el asociado planificara sus actividades anuales, dicho formato también contenía un calendario indicando todos los días de los doce meses en donde el asociado apuntaba la actividad que realizaba determinado día y el costo de esta, de ese modo se lograba que el asociado llevara un registro de producción y de gastos a lo largo de su ciclo productivo.



Figura 41: Entrega de formatos de planificación y registro de producción.

3.2.6 Aspectos sociales

Al momento en que un sistema se vuelve sumamente productivo se le da mucha importancia a la producción y a otra serie de elementos e insumos, pero se descuida un trato justo a los trabajadores involucrados para lograr tales objetivos dentro del sistema de producción, la idea de productividad radica en producir más con menos insumos, y por lo tanto se ve directamente afectada la mano de obra con respecto al pago salarial, a las horas de trabajo, a la edad de los trabajadores, a la vivienda y alimentación que se les proporciona, etc.

Por lo tanto en las visitas de campo realizadas a los asociados se trato el tema del trato socialmente justo a los trabajadores, en donde se les dio a conocer el monto actual del salario mínimo para trabajadores de campo, las horas de trabajo permitidas por la ley, al igual que se les dio a conocer la normativa con respecto a la edad de los trabajadores establecida por RA en donde se pueden contratar menores de edad comprendidos entre los 14 a 18 años de edad media vez se lleve un registro por escrito de ellos, igualmente se consideraron elementos culturales pues mucha mano de obra es familiar, es decir que participan hijos, padres, etc.

La norma RA considera aceptable el trabajo de menores de edad media vez sean acompañados por sus padres o responsables, otros elementos considerados por la norma RA es proporcionar ambientes sanos a los trabajadores por lo tanto se les recomendó a los productores proveerles a los empleados temporales de viviendas aptas.



Figura 42: Reunión final con miembros de la Junta Directiva ADESCH.

3.2.7. Trabajo de documentación

3.2.7.1. Administrador de grupo

La documentación está a cargo del administrador del grupo y este es un aspecto sumamente importante para la certificación Rainforest Alliance, como servicio enfocado a la documentación se elaboro una base de datos la cual contiene resultados de las ultimas auditorias, producción total, Plan de mejoras, capacitaciones, listado de flora y fauna, cronograma de actividades anual, resultados de análisis de agua y suelo, igualmente se elaboro un Sistema de gestión socio – ambiental y un sistema interno de control para la asociación.



Figura 43: Menú inicio de la base de datos con información de los asociados y la asociación.

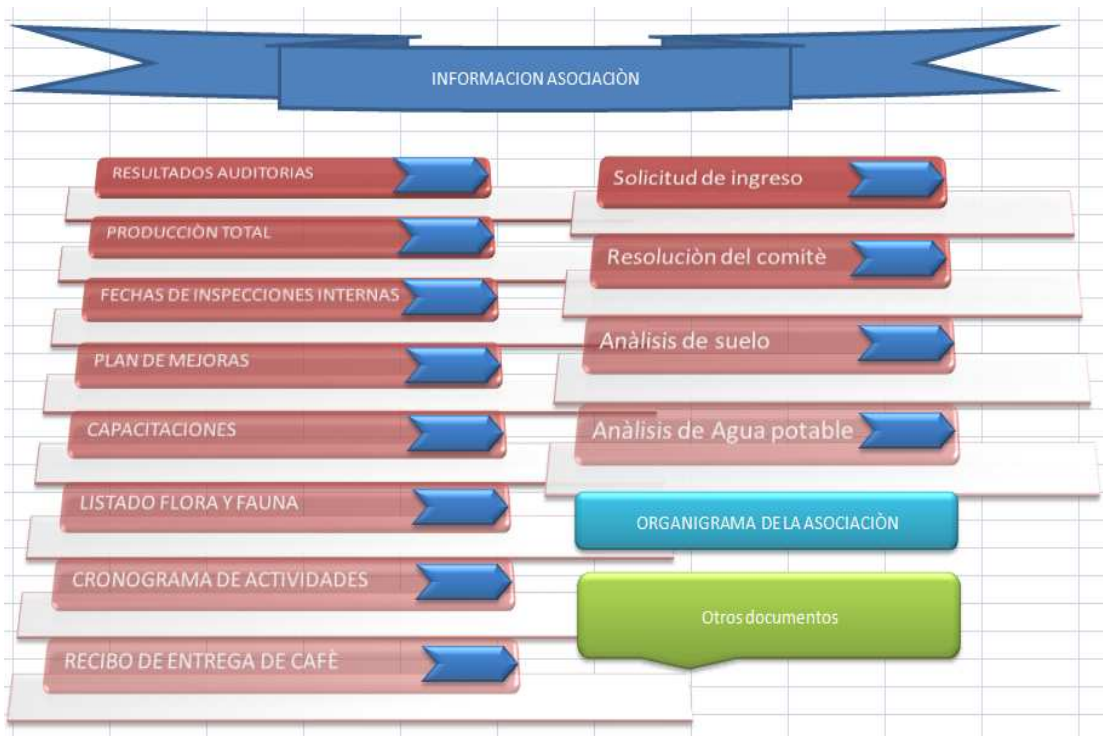


Figura 44: Base de datos con información de la asociación.

3.2.8. RESULTADOS

Se realizó satisfactoriamente la visita a los 49 asociados de la ADESCH, en donde se les pudo dar a conocer la normativa Rainforest Alliance para el cumplimiento de los requisitos de certificación.

La mayoría de socios realizan buenas prácticas agrícolas y de manufactura reduciendo las posibilidades de pérdida de calidad en el producto final, gracias a asesorías técnicas brindadas por EXPORT CAFÉ S.A. y ANACAFÉ.

Se logró distribuir a todos los asociados formatos de planificación y registro de actividades y se les enseñó sobre la importancia de la administración en el sistema de producción de café.

Se logró elaborar una base de datos completa, la cual contiene información de cada asociado como lo es el nombre, área cultivada, producción, mapas de uso actual del suelo, fertilizantes utilizados, etc. Igualmente la base de datos realizada contiene información propia de la asociación como lo es cronograma de actividades, plan de mejoras un sistema de gestión socio – ambiental, un sistema interno de control. Etc.

3.2.9. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

A través de los servicios realizados a la asociación ADESCH, satisfactoriamente se logró obtener la certificación Rainforest Alliance para el ciclo 2009 – 2010, dicha certificación brinda a la asociación de mejores oportunidades comerciales para la venta del café al mercado internacional.

3.3. SERVICIO 2

Capacitaciones impartidas a asociaciones y cooperativas proveedoras de café Nespresso™ a la empresa EXPORT CAFÉ S.A.

3.3.1. OBJETIVO

Contribuir a la mejora de prácticas agrícolas en campo y en beneficiado húmedo de café para el cumplimiento con los estándares de calidad requeridos por el programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program a asociaciones proveedoras de EXPORT CAFÉ S.A.

3.3.2. METODOLOGÍA

3.3.2.1. Caracterización del Cluster Huehuetenango

El clúster Huehuetenango se ubica en el departamento del mismo nombre, en la República de Guatemala y es el primer clúster en haber sido constituido para el programa AAA de Nespresso en el país. El centro urbano del municipio de La Democracia, que puede considerarse como el punto estratégico de acceso al clúster, se ubica aproximadamente a 330 Km de Ciudad de Guatemala. A partir de este punto, hay fincas pertenecientes a diversas cooperativas o asociaciones. El acceso es por medio de caminos de terracería que generalmente son transitables en época seca.

Las fincas se ubican en una región montañosa, en un rango de 1,300 a 1,800 metros sobre el nivel del mar y presentan una topografía escarpada. Se ubican en la vertiente del Golfo de México, principalmente en las cuencas de los ríos Selegua y Nentón. De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de L. Holdridge, las áreas productivas de las fincas

del clúster se ubican en las zonas de vida de bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB).

Debido a las características físico-climáticas del clúster, todo el café producido es estrictamente duro (SHB, por sus siglas en inglés). En promedio, se producen 35 sacos de 45.36 kg de café en pergamino por hectárea cultivada. Los productores de este clúster llevan a cabo el beneficiado húmedo de su café y lo entregan en pergamino a la cooperativa o asociación; ésta lo recibe y lo almacena de manera separada para luego trasladarlo a las bodegas de EXPORT CAFÉ, S. A. en Huehuetenango.

3.3.3. Planificación y logística para la ejecución de las capacitaciones del programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program

A lo largo del mes de agosto del año 2009 se realizó la planificación y logística de las capacitaciones del programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program, se involucraron a siete asociaciones y/o cooperativas, las cuales fueron:

- ADESCH (Asociación de Desarrollo Económico y Social “Los Chujes”).
- Asociación “Flor del Café”, UPC (Unión de Pequeños Caficultores).
- Cooperativa “Hoja Blanca”.
- ASOPERC (Asociación de Permacultores de Cuilco).
- Asociación “AGAPE” y Asociación “ACODIHUE”.

El lugar donde se realizarían las capacitaciones se eligió en función a la ubicación de las asociaciones y/o cooperativas involucradas.

Cuadro 47: Ubicación de capacitaciones programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program

Asociación	Lugar de realización
ADESCH	Bodega de la asociación ADESCH, Unión Cantinil.
Flor del Café	Salón de usos múltiples, aldea Flor del Café, Unión Cantinil.
UPC	Turicentro San Fernando, La Democracia.
Cooperativa Hoja Blanca	Instalaciones de la cooperativa, Aldea Hoja Blanca, Cuilco.
ASOPERC	Salón de usos múltiples, aldea Oaxaqueño, Cuilco.
AGAPE	Turicentro San Fernando, La Democracia.
ACODIHUE	Turicentro San Fernando, La Democracia.

Posteriormente se procedió a establecer el o los días necesarios de capacitación en función a la cantidad de asociados de cada entidad, y a contactarse con cada presidente de asociación y/o cooperativa con el objetivo de informar a sus socios de las capacitaciones y de los días en que estas fueron impartidas.

3.3.4. Ejecución de las capacitaciones del programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program.

Durante el mes de septiembre del año 2009, el administrador del clúster Huehuetenango, EXPORTCAFE, impartió 15 sesiones de capacitaciones, en las cuales se capacitaron a 280 productores de 7 cooperativas y asociaciones en los temas siguientes:

- **Calidad:** medidas de higiene en beneficios húmedos, control de calidad en las bodegas de los grupos de productores.
- **Económico:** renovación de cafetales, uso e importancia de la planificación y registros agrícolas, importancia de las capacitaciones.
- **Social:** reducción de riesgos en la salud humana en las fincas de café.
- **Ambiental:** Impactos ambientales de la producción de café y quema de basura, uso y manejo seguro de plaguicidas, vida silvestre y zonas de amortiguamiento.
- Después de los talleres se realizaron monitoreos, llenado de auto evaluaciones, elaboración de planificaciones anuales y explicación dirigida del llenado del formato de registros, así como asesoría sobre la implementación de los temas tratados en las capacitaciones, esto directamente en las fincas de los productores de asociaciones y cooperativas.



Figura 45: Impartiendo capacitaciones a asociados de ADESCH.

3.3.5. Constancias de las capacitaciones impartidas

- Tomar fotografías de la situación antes y después de las capacitaciones.
- Generar listados de las capacitaciones, firmados por los participantes, explicando que temas se abarcaron en cada capacitación.
- Se pasaron encuestas diseñadas por IFC (International Finance Corporation, World Bank Group) que evalúa la satisfacción que los productores tuvieron de cada capacitación que se realizó y se elaboró un informe con las graficas de los resultados.

3.3.6. RESULTADOS

Se lograron impartir 15 sesiones de capacitaciones a asociaciones pertenecientes al programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program, correspondiendo a un total de 280 asociados capacitados, posterior a las capacitaciones se realizaron visitas de campo con la finalidad de ampliar los temas tratados en las capacitaciones y brindar una asesoría técnica personalizada a cada productor asociado.

3.3.7. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Por medio de las capacitaciones y de las visitas de campo se logró cumplir con las normas y requisitos exigidos por el programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program, tal cumplimiento se logro a través de una auditoría interna realizada por una instancia neutra a los intereses comerciales y económicos entre EXPORT CAFÉ S.A. Y NESPRESSO. La aprobación de las asociaciones y cooperativas a los estándares del programa Nespresso™ AAA Sustainable Quality Program garantiza el cumplimiento de metas y objetivos comerciales a la empresa EXPORT CAFÉ S.A. colocándola entre las principales empresas exportadoras de café de calidad al mercado internacional.

3.3.8. ANEXOS

3.3.8.1. Términos y definiciones

- **Administrador del Cluster**

Es aquella entidad - puede ser la administración de un grupo de productores - un exportador, o hasta representante local de un importador; que tiene a su cargo mantener el sistema interno de control (SIC) y la ejecución del Programa AAA en un cluster.

- **Cluster**

Es la región o zona cafetalera que Nespresso ha identificado para incluir en el Programa AAA a través de procesos de catación y comercialización. Puede haber varios cluster por país.

- **Inspección**

Proceso durante el cual el administrador del cluster realiza la evaluación del mismo mediante la TASQ™, evaluando los criterios de calidad, económico, social y ambiental.

- **Mejora continua**

Actividad recurrente para aumentar la capacidad en cumplimiento de los requisitos.

- **Productor Pequeño**

Productor que no necesita mano de obra contratada para sus labores de cultivo, menor a 5.99 hectáreas en café. Si el productor tiene mano de obra permanente se convierte en mediano. (Para Kenya: $\geq 0.1 - 1.99$ Has).

- **Productor Mediano**

Productor con finca de café entre 6 y 9.99 hectáreas. Si el trabajo de la finca lo realiza con mano de obra familiar, con excepción de épocas de cosecha, se convierte en pequeño. (Para Kenya: $> 2.0 - 9.99$ Has).

- **Productor Grande**

Productor con finca de café mayor a 10 hectáreas. (En Brasil se utiliza una misma TASQ sin importar el tamaño del productor)

- **Productor Muy grande**

Productores proveedores de fincas que por su tamaño sobre salen en el cluster, las cuales son inspeccionadas cada año.

- **Verificación:**

Proceso durante el cual el socio de la RAS realiza la evaluación del cluster por medio de la TASQ™ y valida los resultados presentados por el administrador en las inspecciones.

- **TASQ™**

Tool for the Assessment of Sustainable Quality™ (TASQ™). TASQ™, es un sistema innovador de asesoría de fincas que integra prácticas de administración de la finca que afectan el bienestar de trabajadores, el medio ambiente, la sostenibilidad económica de la finca y la calidad de café; permite a asesores capacitados evaluar las prácticas de fincas de café, incluyendo las prácticas que afectan el medio ambiente, la salud y el bienestar de productores y empleados de fincas, la producción y la calidad del producto.

- **NESPRESSO™**

Nestlé Nespresso S.A., es una de las unidades con mayor crecimiento del grupo Nestlé, líder mundial en alimentos, bebidas, nutrición y salud. Nestlé Nespresso, es una unidad estratégica con responsabilidad propia para la investigación y el desarrollo, el abastecimiento de materias primas, la producción y el mercadeo de sus productos premios de café.

Nespresso es el pionero en el mercado de café en capsulas, con el objetivo de proveer la máxima calidad de cafés para ser disfrutado en el confort de los hogares de los consumidores. También provee café para uso fuera de la casa, por ejemplo a restaurantes, hoteles y oficinas, entre otros.

Con un porcentaje de mercado muy considerable en los últimos años, Nespresso es el líder del mercado europeo en máquinas de espresso. Nespresso opera en más de 40 países alrededor del mundo.

Durante su crecimiento, Nespresso nunca ha dejado su enfoque dirigido a proveer la calidad máxima en todo lo que hace desde la selección de los mejores cafés de países exóticos, hasta el diseño de máquinas que no solo son un placer estético sino también amigable en su uso, hasta un servicio profesional para los miembros del Club en todo el mundo.

- **Los Proveedores de Café AAA**

Estas empresas venden café AAA a Nespresso en Suiza y son socios en este proyecto de cafés especiales, así como los encargados de desarrollar las actividades dentro del Programa AAA.

- **Red de Agricultura Sostenible (RAS)**

La Red de Agricultura Sostenible, es una coalición de organizaciones conservacionistas independientes, sin fines de lucro, que fomenta la sostenibilidad social y ambiental de actividades agrícolas mediante el desarrollo de normas y la certificación de fincas que cumplan con las mismas. Cada organización miembro de la Red de Agricultura Sostenible provee servicios de certificación y verificación a productores y empresas agrícolas en su país. Los socios de la RAS se encargan también de auditorías bajo la “Norma para Agricultura Sostenible”, la cual es la herramienta para certificarse Rainforest Alliance y usar el sello reconocido Rainforest Alliance Certified™. Además, la RAS presta otros servicios, y es cofundador y verificador del Programa AAA de Nespresso.

- **Rainforest Alliance**

Rainforest Alliance, es la secretaría de la Red de Agricultura Sostenible, y administra los sistemas de verificación y certificación de la RAS. En el Programa AAA, Rainforest Alliance (**oficina con sede en Costa Rica**) es la entidad coordinadora de todas las actividades que se desarrollan.

Rainforest Alliance y la Red de Agricultura Sostenible apoyan a Nespresso en el desarrollo del Programa AAA, principalmente por la amplia relación y contenido de los sistemas que se están promoviendo, tanto en la verificación TASQ como en la certificación de normas de la RAS “Norma de Agricultura Sostenible.” A pesar de ello existen ciertas diferencias que son importantes ampliar:

- El Programa AAA es una verificación, mientras Rainforest Alliance Certified es una certificación.
- El Programa AAA requiere un sistema de control interno más flexible que lo aplicado por la RAS, de igual forma, el alcance de los *cluster* de Nespresso es diferente a lo que exige la RAS para una certificación grupal.
- El Programa AAA exige la trazabilidad como requisito de los cluster, similar como en la certificación Rainforest Alliance.
- El programa realiza un seguimiento a las fallas encontradas para obtener la mejora en el desempeño de los *cluster*.
- El programa AAA exige el cumplimiento de indicadores de calidad.

Sin embargo, es importante enfatizar que los dos programas tienen diferentes objetivos aunque poseen las mismas características, entre ellas: el trabajo con pequeños productores, ser un programa de buenas prácticas, buscan mejorar la calidad del café; la diferencia principal entre ambas normas radica en que Nespresso verifica la implementación de las buenas prácticas (no es un sello de certificación), mientras que Rainforest Alliance Certifica la implementación de buenas prácticas según su norma interna de certificación.

Existe un documento que compara las dos normativas (Programa AAA vs Rainforest Alliance). Como es un programa diferente, los *cluster* de Nespresso no están autorizados a usar el Sello de Rainforest Alliance Certified hasta que no obtengan dicha certificación; dado que Nespresso es un programa de buenas prácticas y no de certificación.

3.4. BIBLIOGRAFÍA

1. Alonzo Mazariegos, CE. 1981. Estudio exploratorio de las modalidades de secamiento de café (*Coffea arabica*) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 72 p.
2. ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 2002. Manual de caficultura. 2 ed. Guatemala. 169 p.
3. _____. 2006. Guía técnica de caficultura. Guatemala. 214 p.
4. Anzueto, F. 2007. Criterios de riesgo sobre plaguicidas y contaminantes. El Cafetal (octubre):14–17.
5. Cruz, D; López De León, E; Pascual, LF. 2009. Guía técnica de construcción y funcionamiento de secadoras solares tipo domo. Guatemala, Anacafé. 13 p.
6. Berrios Escorsa, DA. 2008. Guía práctica para el control de calidad en la cosecha y beneficiado húmedo para producir café de especialidad. Guatemala, Proyecto de Café para Centroamérica. 28 p.
7. Castillo Contreras, JE. 2001. Influencia de la abeja doméstica (*Apis mellifera* L.) en la polinización del cafeto (*Coffea arabica* L.) en San Pedro Necta, Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 80 p.
8. López Villatoro, RM. 1990. Monografías del municipio de San Pedro Necta, departamento de Huehuetenango, Guatemala. Guatemala. 120 p.
9. INSIVUMEH (Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 2010. Parámetros meteorológicos estación Santa Ana, San Pedro Necta (en línea). Guatemala. Consultado 25 jun. 2010. Disponible en <http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTACIONES/HUEHUETENANGO/SAN%20PEDRO%20NECTA%20PARAMETROS.htm>
10. Ramírez Genel, M. 1982. Almacenamiento y conservación de granos y semillas: poscosecha de granos a nivel rural. 9 ed. México, CECOSA. 300 p.
11. Sánchez Castillo, JL. 1998. Caficultura moderna. 5 ed. Guatemala. 261 p.
12. Sanchez Rodad, HL. 1995. Evaluación de diferentes dosis de dazomet (Basamid) y cloruro de benzonio (Beloran 500) en el control *in situ* del moko del banano (*Pseudomonas solanacearum*, raza 2) como alternativa al uso del bromuro de metilo en la zona bananera de Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 65 p.
13. SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación, GT). 2002. Caracterización del municipio de San Pedro Necta. Guatemala. 52 p.

14. _____. 2006. Normas para postular y formular proyectos de inversión ejercicio fiscal 2006. Guatemala. 76 p.
15. SIM (InforPress Centroamericana, Servicio de Información Municipal, GT). 2010. Ubicación del municipio Cantinil (en línea). Guatemala. Consultado 11 ene. 2010. Disponible en <http://www.inforpressca.com/unioncantinil/ubicacion.php>
16. Tamez Reina, G. 1992. Secado de café con energía solar, México. Tesis Ing. México, UNAM, Centro de Investigaciones en Energéticos y Desarrollo. 120 p.
17. Valle, S Del. 2009. Producción de café para el ciclo 2009- 2010 de la ADESCH (entrevista). Vista Hermosa, Unión Cantinil, Huehuetenango, Asociación de Desarrollo Económico y Social los Chujes (ADESCH).
18. Zavala, J; Sánchez, A. 2008. Evaluación de una secadora solar tipo invernadero. El Cafetal (octubre):6-7.