

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONÓMICAS**

**“MANUAL GENERAL DEL CULTIVO DEL
HULE *Hevea brasiliensis*”**

DOCUMENTO DE GRADUACIÓN

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

POR:

CARLOS VINICIO PALENCIA JUÁREZ

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, JULIO DE 2,000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Ing. Agr. EFRAÍN MEDINA GUERRA

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

Ing. Agr. EDGAR OSWALDO FRANCO RIVERA

VOCAL PRIMERO

Ing. Agr. WALTER ESTUARDO GARCÍA TELLO

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. WILLIAM ROBERTO ESCOBAR LÓPEZ

VOCAL TERCERO

Ing. Agr. ALEJANDRO ARNOLDO HERNÁNDEZ FIGUEROA

VOCAL CUARTO

Prof. JACOBO BOLVITO RAMOS

VOCAL QUINTO

Br. JOSÉ BALDOMERO SANDOVAL ARRIAZA

SAECRETARIO

Ing. Agr. EDIL RENÉ RODRÍGUEZ QUEZADA

Guatemala, Julio de 2,000

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

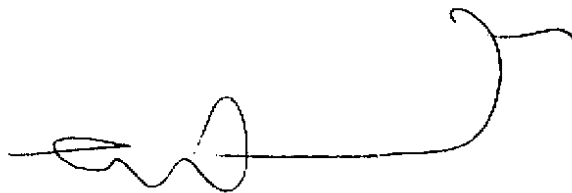
Señores Representantes:

De conformidad por las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el Documento de Graduación titulado:

MANUAL GENERAL DEL CULTIVO DEL HULE *Hevea brasiliensis*

Presentado como un requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado.

De Ustedes Atentamente,

A handwritten signature in black ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke extending to the right.

CARLOS VINICIO PALENCIA JUÁREZ
Carnet 8510331

ACTO QUE DEDICO

- A DIOS Porque "Todo lo puedo en Cristo que me fortalece", Filipenses 4:13
- A MIS PADRES Blanca Rosa Juárez Baldetti de Palencia y Carlos Roque Palencia Quan
- A MI ESPOSA Glendy Margareth Morales López de Palencia
- A MI HIJITA María Edelina Palencia Morales
- A MI HERMANA Diana Palencia de García
- A mis tíos y tías en general y en especial a: Esperanza Juárez de López
Concha Marina Juárez de García
Marta Ester Palencia Quan e
Ing. Agr. M.Sc. Julio Aníbal Palencia Ortiz.
- A mis primos y primas en general y en especial a: Ligia Esperanza López Juárez de Marroquín
Sara Dalila López Juárez y
Lilian García de Díaz
- A MIS SOBRINOS Rodrigo José Marroquín López
Adriana José Marroquín López y
Juan Fernando García Palencia
- A TODA MI FAMILIA Con cariño especial.

DOCUMENTO QUE DEDICO

A:

Mi patria Guatemala

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Agronomía

Gremial de Hueleros de Guatemala

Personal Técnico, Administrativo y de Campo,
Gremial de Hueleros de Guatemala

Ing. Agr. FRANCISCO RAFAEL IBARRA CIFUENTES
(Q.E.P.D.)

AGRADECIMIENTOS

A los Ingenieros Agrónomos Luis Enrique Marroquín Dardón y Tomás Antonio Padilla Cámbara, por su asesoría, colaboración y apoyo para la realización de este documento.

Al Ingeniero Agrónomo Carlos Alfredo Nájera Castillo, por su apoyo para la realización del presente trabajo.

A mis padres Carlos Roque Palencia y Rosa de Palencia, por su amor y apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida.

A mi esposa Margareth de Palencia, por ser mi compañera ideal.

CONTENIDO

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	1
PRIMERA PARTE	
EL <i>Hevea brasiliensis</i>	2
CAPÍTULO I BOTÁNICA DEL <i>Hevea brasiliensis</i>	3
1. ORIGEN	3
2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL <i>Hevea brasiliensis</i>	3
3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	3
CAPÍTULO II MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA	4
1. MORFOLOGÍA	4
1.1. El Sistema Radicular	4
1.2. El Sistema Aéreo	4
1.2.1. El Follaje	4
1.2.2. El Tallo	4
1.3. La Corteza	5
1.4. Epidermis	6
1.5. Peridermis	6
1.6. Parénquima Celular	6
1.7. Colénquima Celular	6
1.8. Esclerénquima Celular	6
1.9. Xilema	6
1.10. Floema	6
1.11. Laticíferos	7
2. FISIOLOGÍA	7
2.1. Germinación y crecimiento temprano de la plántula	7
2.2. Distribución del tejido laticífero en la semilla	8
2.3. Regeneración de la corteza y formación de tejido suberoso	8
2.4. Fotosíntesis	9
2.5. Transpiración	9
2.6. La defoliación-refoliación	9
CAPÍTULO III FISIOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN DE LÁTEX --	10
1. EL LÁTEX	10
2. FISIOLOGÍA	11
SEGUNDA PARTE	
CONDICIONES ECOLÓGICAS Y EDÁFICAS REQUERIDAS POR EL <i>Hevea brasiliensis</i>	13
CAPÍTULO IV REQUERIMIENTOS FÍSICOS Y AGROCLIMÁTICOS	14
1. REQUERIMIENTOS FÍSICOS	14
1.1. Latitud	14
1.2. Altitud	14
1.3. Suelos	14
1.4. Topografía	15

2.	REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS	15
2.1.	Temperatura	15
2.2.	Horas luz	15
2.3.	Vientos	15
2.4.	Precipitación pluvial	15

TERCERA PARTE

	ALMÁCIGOS.....	17
	CAPÍTULO V SEMILLEROS	21
1.	RECOLECCIÓN Y SELECCIÓN DE LAS SEMILLAS	21
2.	HECHURA DE SEMILLEROS	21
	CAPÍTULO VI ALMÁCIGOS	22
1.	SELECCIÓN DEL TERRENO	22
2.	PREPARACIÓN DEL TERRENO	23
2.1.	Almácigo al suelo	23
2.2.	Almácigo en bolsa	23
3.	LLENADO DE BOLSAS	23
3.1.	Almácigo de siembra de tocón de suelo a bolsa	23
3.2.	Almácigos en bolsa	24
4.	DISTANCIAS DE SIEMBRA	24
4.1.	Almácigo al suelo	24
4.2.	Almácigos en bolsa	24
5.	SELECCIÓN Y SIEMBRA	24
5.1.	Almácigo al suelo y en bolsa	24
6.	SIEMBRA Y SELECCIÓN DE TOCÓN A BOLSA	25
6.1.	Arranque, despatronado y selección	25
6.2.	Siembra y orientación de los injertos del tocón	25
7.	FERTILIZACIÓN	26
7.1.	Almácigo de patrones al suelo	26
7.2.	Almácigo de patrones brotados en bolsa	26
7.3.	Almácigo de patrón sembrado directamente a bolsa (injerto en corteza verde y café)	27
8.	RIEGOS	28
8.1.	Sistemas de riego	28
8.2.	Frecuencias de riego	28
9.	INJERTACIÓN	29
9.1.	Almácigo al suelo	29
9.2.	Almácigo en bolsa (injerto en verde)	30
9.3.	Almácigo en bolsa (injerto en café)	30
10.	DESVENDE Y REINJERTACIÓN	30
11.	DESPATRONADO	31
11.1.	Almácigo verde en bolsa	31
11.2.	Almácigo café en bolsa	31
12.	DESHIJES	31
12.1.	Tocón sembrado a bolsa	31
12.2.	Almácigo en bolsa	31
13.	USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO	32

14.	SELECCIÓN DE INJERTOS	31
15.	CUIDADOS PREVIOS A LA SIEMBRA	32
	CAPÍTULO VII JARDINES CLONALES	32
1.	SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL TERRENO	32
2.	DENSIDADES DE SIEMBRA	33
3.	MANTENIMIENTO	33
3.1.	Fertilización	33
3.2.	Control de enfermedades	33
3.3.	Riegos	33
3.4.	Encalado	34
4.	MANEJO	34
4.1.	Deshojado	34
4.2.	Podas	34
4.3.	Deshijes	34
4.4.	Identificación	34

CUARTA PARTE

	PLANTACIÓN EN DESARROLLO	35
	CAPÍTULO VIII PLANIFICACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN	36
1.	SELECCIÓN DE CLONES COMERCIALES	36
2.	PREPARACIÓN DEL TERRENO	36
2.1.	Deshierbe	36
2.2.	Quema	36
2.3.	Apertura de calle y trazo de caminos	36
3.	DISTANCIAS DE SIEMBRA	37
4.	MEDICIÓN DEL TERRENO	38
5.	TRAZO Y ESTAQUILLADO	38
6.	AHOYADO	38
7.	ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN	39
7.1.	Extracción y transporte de las plantas	39
7.2.	Siembra	40
7.3.	Resiembra	41
8.	CUIDADOS CULTURALES	41
8.1.	Control de plagas	41
8.2.	Enfermedades	41
8.3.	Deshijes y podas	41
8.4.	Control de malezas	42
8.5.	Control manual	43
8.6.	Control químico	44
9.	FERTILIZACIÓN	44
10.	MANEJO EN LA ÉPOCA DE VERANO	45
11.	MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS	45
11.1.	Siembra en curvas a nivel	46
12.	CULTIVOS INTERCALADOS	47

QUINTA PARTE		
	EXPLOTACIÓN DE LA PLANTACIÓN	49
	CAPÍTULO IX LA EXPLOTACIÓN O PICA	50
1.	SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN	50
1.1.	Pica descendente	51
1.2.	Pica con baja intensidad y empleo de estimulantes	51
2.	LA FRECUENCIA DE PICA Y EL NÚMERO DE PICAS POR AÑO	51
3.	EL INICIO DE LA EXPLOTACIÓN	53
3.1.	El panel de pica	53
3.2.	Normativas de apertura	53
4.	PREPARACIÓN DE LOS ÁRBOLES PARA EL INICIO DE LA PICA	54
4.1.	Herramienta y equipo	54
5.	INSUMOS	54
5.1.	Anticoagulante	54
5.2.	Coagulante	55
5.3.	Preservantes	55
5.4.	Desinfectante de cuchillas	55
5.5.	Fungicidas	55
6.	DIAMETRACIÓN Y MARCACIÓN DE TALLOS PATOS	55
7.	EQUIPO DEL CAPRAL DE PICADORES	55
8.	EQUPO DEL PICADOR	56
9.	NÚMERO DE ÁRBOLES APTOS	56
10.	TRAZO DE PANELES	56
11.	TRAZO DEL ÁNGULO DE PICA	56
12.	APERTURA DE PANELES	57
13.	LÍNEAS DE TOPE	57
14.	EQUIPAMIENTO	57
15.	ÉPOCA DE INICIO DE LA PICA	57
16.	LA TÉCNICA DE PICA	57
16.1.	Profundidad de la pica	57
16.2.	Longitud del corte	58
16.3.	Inclinación del corte	58
16.4.	Altura del corte	58
16.5.	Consumo de corteza	59
16.6.	Horario de la pica	60
17.	APERTURA DE NUEVOS ÁRBOLES EL SIGUIENTE AÑO	60
18.	EFEECTO DE LA PICA SOBRE EL CRECIMIENTO	60
19.	MANEJO DEL PANEL DE PICA	60
19.1.	Cuidados	61
20.	CAMBIO DE PANEL	61
21.	ORGANIZACIÓN DE LA PICA	62
21.1.	Asignación y división de tareas de pica	62
21.2.	Horario de pica	62
22.	EL TIPO DE PRODUCCIÓN	63
23.	LABOR DE PICA	63
24.	RECOLECCIÓN DEL PRODUCTO	64

25.	HIGIENE DEL PRODUCTO	65
	CAPÍTULO X LA SUPERVISIÓN DE LA PICA	66
1.	METODOLOGÍA	66
2.	PARÁMETROS A EVALUAR	66
2.1.	Horarios	66
2.2.	Disciplina y asistencia al trabajo	66
2.3.	Heridas	66
2.4.	Profundidad	66
2.5.	Ángulo	67
2.6.	Límites del panel	67
2.7.	Consumo de corteza	67
2.8.	Marca de consumo de corteza	67
2.9.	Limpieza	68
2.10.	Casos particulares	68
3.	EVALUACIÓN	68
	CAPÍTULO XI OTROS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN	70
1.	PICA INVERSA	70
1.1.	Paneles deteriorados	70
1.2.	Paneles secos	70
1.3.	Regeneración deficiente del panel	70
2.	PASOS PARA ABRIR PANEL EN PICA INVERSA	71
2.1.	Identificar la zona a picar	71
2.2.	Medir el cuarto de espiral	71
2.3.	Trazo de líneas de tope	71
2.4.	Colocación del equipo	71
3.	NORMATIVA DE CIERRE	72
4.	PICA INTENSIVA	72
4.1.	Pica intensiva moderada	72
4.2.	Pica intensiva fuerte	72
	CAPÍTULO XII CLONES COMERCIALES	73
	CAPÍTULO XIII LA ESTIMULACIÓN	73
1.	METODOLOGÍA	74
1.1.	El clon, el metabolismo de los clones y las reservas de azúcar	74
1.2.	Intensidad de estimulación	75
1.3.	Estimulación y disminución de la frecuencia de pica	75
1.4.	Número de estimulaciones por año	76
1.5.	Época de aplicación	77
1.6.	Materia activa	78
1.7.	Producto comercial	78
1.8.	Concentración de la mezcla estimulante	78
1.9.	Método	78
1.10.	Equipo de aplicación	78
1.11.	Forma de aplicación	78
1.12.	Periodo y horario de aplicación	79
1.13.	Cantidad de mezcla estimulante a aplicar	79
1.13.1.	En media espiral descendente (1/2 s d/3)	79
1.13.2.	En un cuarto de espiral (1/4 s d/3)	79

1.13.3	En pica intensiva	79
1.14.	Preparación de la mezcla estimulante	79
1.14.1.	Reducción del Ethrel Látex 10 % SL del 10 % al 2.5 %	81
1.15.	División de tareas para la aplicación	81
1.16.	Recolección del producto	81
1.17.	Control del índice de Corte Seco	81
2.	NOTACIÓN INTERNACIONAL DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CON ESTIMULANTES	81
	CAPÍTULO XIV OTROS PRODUCTOS DE EXPLOTACIÓN DEL Hevea brasiliensis	82
1.	SEMILLA	82
2.	MADERA	83
3.	LEÑA	83
4.	MIEL	83

SEXTA PARTE

OTROS ASPECTOS IMPORTANTES DEL

	Hevea brasiliensis	84
	CAPÍTULO XV ENFERMEDADES	85
1.	ENFERMEDADES DE LA RAÍZ	85
1.1.	PUDRICIÓN RADICULAR POR Rosellinia sp.	85
1.1.1.	AGENTE CAUSAL	85
1.1.2.	CLASE	85
1.1.3.	Síntomas	85
1.1.4.	Control preventivo	86
1.2.	ENFERMEDAD BLANCA DE LA RAÍZ	86
1.2.1.	AGENTE CAUSAL	86
1.2.2.	CLASE	86
1.2.3.	Síntomas	86
1.2.4.	Control curativo	86
1.3.	ENFERMEDAD MORENA DE LA RAÍZ	87
1.3.1.	AGENTE CAUSAL	87
1.3.2.	CLASE	87
1.3.3.	Síntomas	87
1.3.4.	Control curativo	87
2.	ENFERMEDADES DEL PANEL DE PICA	87
2.1.	MANCHA MOHOSA	87
2.1.1.	AGENTE CAUSAL	87
2.1.2.	CLASE	87
2.1.3.	Síntomas	87
2.1.4.	Control curativo	87
2.2.	RAYA NEGRA	88
2.2.1.	AGENTE CAUSAL	88
2.2.2.	CLASE	88
2.2.3.	Síntomas	88
2.2.4.	Control curativo	88
2.3.	CORTE SECO	88

2.3.1.	Corte Seco Sin necrosis	89
2.3.1.1.	Síntomas	89
2.3.1.2.	Control preventivo	89
2.3.2.	Corte Seco Con Necrosis	89
2.3.2.1.	Síntomas	89
2.3.2.2.	Control preventivo	90
3.	ENFERMEDADES DEL TALLO Y RAMAS	90
3.1.	DESLECHAMIENTO ZONAL DEL TALLO	90
3.1.1.	AGENTE CAUSAL	90
3.1.2.	AGENTE CAUSAL	90
3.1.3.	Síntomas	90
3.1.4.	Control curativo	90
3.2.	MUERTE REGRESIVA	91
3.2.1.	AGENTES CAUSALES	91
3.2.2.	CLASE	91
3.2.3.	Síntomas	91
3.2.4.	Control curativo	91
3.3.	MAL ROSADO	91
3.3.1.	AGENTE CAUSAL	91
3.3.2.	CLASE	91
3.3.3.	Síntomas	91
3.3.4.	Control curativo	92
3.4.	PARCHE GANGRENOSO	92
3.4.1.	AGENTE CAUSAL	92
3.4.2.	CLASE	92
3.4.3.	Síntomas	92
3.4.4.	Control curativo	92
4.	ENFERMEDADES DEL FOLLAJE	92
4.1.	ANTRACNOSIS	92
4.1.1.	AGENTE CAUSAL	92
4.1.2.	CLASE	92
4.1.3.	Síntomas	92
4.1.4.	Control curativo	93
4.2.	MILDIU POLVORIENTO	93
4.2.1.	AGENTE CAUSAL	93
4.2.2.	CLASE	93
4.2.3.	Síntomas	93
4.3.	ENFERMEDAD SURAMERICANA DE LA HOJA	93
4.3.1.	AGENTE CAUSAL	93
4.3.2.	CLASE	93
4.3.3.	Síntomas	93
4.3.4.	Control preventivo	94
4.3.5.	Control curativo	94
5.	DAÑOS POR AGENTES BIÓTICOS	94
5.1.	PUNTA DE LANZA	94
5.1.1.	Síntomas	94
5.1.2.	Control preventivo	94

5.1.3.	Control curativo	95
	CAPÍTULO XVI VERIFICACIÓN CLONAL POR	
	ELECTROFORESIS	95
1.	PRINCIPIO DE LA ELECTROFORESIS	96
2.	METODOLOGÍA	96
2.1.	Preparación de los geles (primer día)	97
2.2.	Recolección de las muestras en el campo	97
2.3.	Extracción de las proteínas	97
2.4.	Introducción de los extractos de las proteínas en los geles	97
2.5.	Migración	97
2.6.	Coloración de los sistemas enzimáticos	97
2.7.	Preservación y secado de los geles	98
2.8.	Lectura y comparación de los geles	98
2.9.	Conclusiones y reporte	99
	BIBLIOGRAFÍA	100

ÍNDICE DE CUADROS

No.	CUADRO	PÁG.
1	PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN PARA ALMÁCIGO DE PATRONES AL SUELO -----	26
2	PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN PARA ALMÁCIGO DE TOCONES BROTADOS EN BOLSA -----	26
3	PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN PARA ALMÁCIGO DE PATRÓN SEMBRADO EN BOLSA -----	27
4	PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN FOLIAR PARA ALMÁCIGOS -----	27
5	COMPARACIÓN DEL NUMERO DE PICAS AL AÑO DEL SISTEMA D2 Y SU INTENSIDAD CON OTRAS FRECUENCIAS -----	52
6	ALTURA APROPIADA PARA APERTURA DE PANELES SEGÚN LA FRECUENCIA DE PICA -----	59
7	RELACION ENTRE EL SISTEMA DE PICA Y EL CONSUMO DE CORTEZA -----	59
8	CONSUMO DE CORTEZA DE ACUERDO AL SISTEMA DE EXPLOTACION UTILIZADO -----	67
9	MARCA DEL CONSUMO DE CORTEZA DE ACUERDO AL SISTEMA DE EXPLOTACION UTILIZADO -----	67
10	BOLETA DE EVALUACION DE LOS PARAMETROS PARA LA SUPERVISIÓN DE LA PICA -----	68
11	VALORES PROPUESTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS PARA LA EVALUACIÓN DE LA PICA -----	69
12	RANGOS DE PICADORES DE ACUERDO A LA EVALUACION DE LA SUPERVISION DE LA PICA -----	69
13	METABOLISMO Y RESERVAS DE AZUCAR DE LOS CLONES MAS CULTIVADOS EN GUATEMALA -----	75
14	NUMERO DE ESTIMULACIONES Y CANTIDAD DE INGREDIENTE ACTIVO POR AÑO SEGÚN EL METABOLISMO DE LOS CLONES, LAS RESERVAS DE AZÚCAR Y LA EDAD DE LOS ÁRBOLES -----	76
15	CALENDARIO DE ESTIMULACIÓN PARA LA COSTA SUR DE GUATEMALA -----	77
16	CALENDARIO DE ESTIMULACIÓN PARA LA COSTA NORTE DE GUATEMALA -----	78
17	ANÁLISIS PROXIMAL DE LA TORTA DE SEMILLA DE HULE -----	82
18	CONTROL QUIMICO PARA LA ENFERMEDAD BLANCA DE LA RAIZ -----	86
19	CONTROL QUIMICO PARA MANCHA MOHOSA -----	88
20	CONTROL QUIMICO PARA RAYA NEGRA -----	88
21	CONTROL QUIMICO PARA USTULINA DE TALLO -----	90
22	CONTROL QUIMICO PARA MUERTE REGRESIVA -----	91
23	CONTROL QUIMICO PARA MAL ROSADO -----	92
24	CONTROL QUIMICO PARA ANTRACNOSIS -----	93
25	CONTROL QUIMICO PARA LA ENFERMEDAD SURAMERICANA DE LA HOJA -----	94

ÍNDICE DE FIGURAS

No. FIGURA	PÁG.
1 ALTURA PARA APERTURA DE PANEL SEGÚN FRECUENCIA DE PICA -----	54
2 INCLINACION DEL CORTE DE PICA (ÁNGULO) -----	58
3 MARCAJE DE CONSUMO MENSUAL DE CORTEZA -----	60
4 CUIDADO E HIGIENE DEL PANEL DE PICA -----	61
5 ALTERNANCIA DE PANELES DE ACUERDO A LA EDAD DE LA PLANTACION (EN AÑOS) -----	62
6 PANEL DE PICA INVERSA -----	72
7 DILUCION DE ETHREL LATEX 10 % SL PARA LLEVAR A CONCENTRACION DE 2.5 % -----	80

INTRODUCCIÓN

Uno de los principales productos de exportación de Guatemala es el Caucho Natural. Éste es extraído de los árboles de hule (*Hevea brasiliensis*). En Guatemala son aproximadamente 500 fincas entre la costa sur y la costa atlántica que cuentan con el cultivo. La tecnificación de dicho cultivo es un factor de suma importancia para la optimización de los recursos con que se cuenta para su explotación, con el objetivo de hacer cada día más rentable su producción, de la cual nuestro país percibe divisas provenientes del mercado internacional, cada día más exigente.

El presente trabajo constituye una recopilación de todas las referencias bibliográficas; experiencias personales y de técnicos guatemaltecos del Departamento Técnico Agrícola de la Gremial de Huleros de Guatemala, de la Asociación de Técnicos Huleros -TECNHULE- y de técnicos particulares que tienen amplia experiencia en el campo. Se está tomando la experiencia de expertos extranjeros que periódicamente visitan nuestro país para desarrollar temas específicos (misiones) como parte de un programa de apoyo que brinda el gobierno de Francia por medio del Centro Internacional de Investigación Agronómica para el Desarrollo -CIRAD-. Se espera que el documento constituya un apoyo para la docencia de las ciencias agrícolas en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

El documento, el cual se ha titulado Manual General del Cultivo del Hule *Hevea brasiliensis*, consta de 6 partes y 16 capítulos que comprenden las tres fases del cultivo, almácigos, crecimiento y producción, así como algunos aspectos importantes del mismo como las enfermedades y su control y la verificación clonal por medio de la técnica de electroforesis, entre otros.

El trabajo fue desarrollado a partir del segundo semestre de 1,999 bajo la asesoría de los Ingenieros Agrónomos Luis Enrique Marroquín Dardón, Técnico Asesor del Departamento de Investigaciones de la Gremial de Huleros de Guatemala y Tomás Antonio Padilla Cámara, Coordinador Técnico Administrativo de la finca Bulbuxyá de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y contó con el apoyo y la colaboración de la Gremial de Huleros de Guatemala, a través del Departamento Agrícola (Departamento Técnico y Departamento de Investigaciones).

PRIMERA PARTE

El Hevea brasiliensis

CAPÍTULO I

BOTÁNICA DEL *Hevea brasiliensis*

1. ORIGEN

El hule *Hevea* es originario de la región amazónica del Brasil y países vecinos. En la selva amazónica se encuentran en forma silvestre las nueve especies del género; siendo éstas las siguientes:

1. *Hevea brasiliensis*
2. *Hevea benthamiana*
3. *Hevea pauciflora*
4. *Hevea spruceana*
5. *Hevea viridis*
6. *Hevea guyanensis*
7. *Hevea rigidifolia*
8. *Hevea microphylla* o *minor*
9. *Hevea camporum*

2. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA DEL *Hevea brasiliensis*

La clasificación taxonómica del *Hevea brasiliensis* es la siguiente:

Reino:	Vegetal
Sub-reino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub-clase:	Rosidae
Orden:	Euphorbiales
Familia:	Euphorbiaceae
Género:	<i>Hevea</i>
Especie:	<i>Hevea brasiliensis</i>

3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

El porte y la altura de los árboles de *Hevea* son variables. En el cultivo comercial se ha dado importancia especial a la forma de la copa, que depende del espaciamiento de las ramas en el tronco central y el ángulo a que salen de éste. Son plantas monoicas, de hojas alternas o subopuestas al final de los retoños, largamente pecioladas, de 3 folíolos, enteros pinatinervados, el peciolo con glándulas en el ápice, folíolos elípticos o elíptico-lanceolados de 5 a 60 centímetros de largo, acuminados, angostándose o cuneando a la base, glabros, reticulados, las flores son blancas, tomentosas, apetaladas en pequeñas panículas piramidales más cortas que las hojas, ramas finamente pubescentes, flores masculinas con 10 estambres en 2 series, las flores femeninas con cáliz de 5 dientes o lóbulos, disco de 5 glándulas libres o unidas, ovario de 3 celdas con un óvulo en cada celda, el estigma bilobado, casi sésil; fruto, una cápsula grande, dehiscente, con 2 valvas por cada celda (7).

CAPÍTULO II

MORFOLOGÍA Y FISIOLOGÍA

1. MORFOLOGÍA

1.1. El Sistema Radicular:

La raíz pivotante se desarrolla a varios metros de profundidad; atravesando los diferentes estratos que el suelo presenta.

En almácigos, el sistema es reseñado o cortado, seccionando la pivotante a una profundidad de 40 centímetros abajo del cuello de la planta. Esta raíz se subdivide en una serie de pivotantes secundarias, que tienen una tendencia a buscar cierta profundidad.

El sistema radicular secundario, inicia con 10 a 15 raicillas, formadas a partir del cuello de la raíz pivotante. Desde estas raíces laterales, la pivotante obtiene una profundidad de 10 metros o más. Existe un abundante desarrollo de raicillas en la superficie del suelo. Del 30 al 60 % de las raíces se desarrollan a una profundidad entre 0 a 7.5 centímetros. Este colchón de raicillas tiene la particularidad de remover los restos vegetales en descomposición que están sobre la superficie del suelo.

1.2. El Sistema Aéreo:

El sistema aéreo, compuesto por el tronco y follaje, está caracterizado por su constante desarrollo.

1.2.1. El Follaje:

Una planta joven de Hevea se desarrolla por emisiones periódicas de estados o pisos foliares, llamados "coronas". Una corona está compuesta por la base de follaje anterior, el tallo central, más arriba una zona de glándulas foliares (nectáridos extraflorales) y sobre éstas un área con un promedio de 15 hojas.

El ciclo de formación de una corona, comprende 4 estados, distribuidos en un promedio de 42 días:

- Estado A (9 días): se inicia la brotación de la nueva corona comenzando a aparecer en la parte terminal de la corona anterior.
- Estado B (11 días): los entrenudos se alargan y el follaje toma una tonalidad rojiza debida a la presencia de pigmentos antocianínicos, la cual desaparece cuando los limbos se desarrollan.
- Estado C (10 días): los limbos restantes crecen, tomándose de color verde claro, de consistencia suave y colgando del peciolo.
- Estado D (12 días): los limbos se endurecen y se toman firmes.

1.2.2. El Tallo:

La parte vegetativa económicamente más importante en el Hevea la constituye el tallo, cuyo desarrollo de las partes internas determina en forma directa el inicio de la explotación. Este desarrollo depende de: el tipo de clon, el ambiente, los nutrientes, el agua y el manejo agronómico que se brinde al cultivo durante la etapa de crecimiento.

En su estado natural, los troncos del Hevea son ligeramente cónicos en la base, con la corteza de un color verde grisáceo. En plantaciones comerciales las plantas son uniformes, los troncos son cilíndricos a cualquier distancia del suelo. En la unión entre el patrón y el injerto, se forma un crecimiento irregular o una malformación llamada "pata de elefante". Esta malformación no está presente en los clones más vigorosos.

El tronco va tomando una forma cilíndrica, simultáneamente, mientras aparecen las distintas coronas. Todo esto, está sincronizado entre el funcionamiento del cámbium, y las células del meristemo apical.

Una característica del Hevea joven no injertado es la formación de semilla. La primera floración aparece entre la novena y décima corona. El árbol tiene 2 años de edad y cerca de 2 metros de altura. En las plantas injertadas del Hevea, por lo regular, las ramificaciones no se dejan desarrollar, sino más arriba de los 2 metros de altura, para tener un buen área para la pica.

Las ramificaciones se desarrollan entre las coronas foliares. Una de las características necesarias, para seleccionar un clon, es una arquitectura equilibrada, o sea con un buen crecimiento promedio por año del eje principal y con ramificaciones secundarias livianas, cortas y homogéneas.

1.3. La corteza:

La raíz, tallo y ramas del árbol de hule están revestidos por una piel natural llamada corteza, la cual consta de corteza exterior, corteza media y cambium.

La corteza exterior sirve para proteger sus tejidos internos; la corteza media contiene los vasos laticíferos que están colocados en forma oblicua por todo

el tallo del árbol conectados entre sí por canales o conductos horizontales a través de los cuales se conduce el látex.

La red de vasos o tubos laticíferos es mayor en la medida que se acerca al cambium. El cambium se encuentra entre la madera y la corteza media y su función principal es aumentar el grosor del tallo, mediante la formación de madera y corteza. Además, actúa como tejido regenerador de nueva corteza cuando se provocan heridas con la cuchilla de pica. El cambium es una capa ligosa de color claro que está cubriendo la madera del árbol, es tan delicada que si se hiere o lastima puede provocar la muerte del árbol por ahorcamiento, por lo que se debe tener especial cuidado de no lastimarla con la labor de pica.

Existen dentro de las células del Hevea varios tejidos como el tejido corchoso, cámbium del tejido corchoso, felodermo, células del parénquima, células rígidas, rayos medurales, vasos laticíferos y conductos de savia.

Las células se derivan del meristemo sin variar sus características; más tarde, luego de la diferenciación y desarrollo, algunas células sufren cambios radicales, y se especializan en varios grados. Varios tipos de células del parénquima son relativamente menos especializadas, y retienen su forma y estructura citológica sin mucha diferencia desde su inicio meristemático. Otras células en cambio desarrollan paredes espesas o rígidas

desprovistas de contenido citoplasmático. Entre estos dos tipos extremos existen varios tipos de células diferentes en forma, función y actividad metabólica.

Los principales tejidos típicos se describen de la siguiente forma:

1.4. Epidermis:

Es una capa continua externa de células que rodea el cuerpo primario de la planta. La masa principal de células de la epidermis tiene forma de ladrillo, con excepciones en la forma de células oclusivas de la célula del estoma y varios tricomas. Las células de la epidermis de la hoja tienen una cutícula característica. En tejidos con crecimiento secundario, la epidermis se reemplaza por la peridermis.

1.5. Peridermis:

El tejido corchoso, cambium del tejido corchoso, y los felodermos son los tres tipos de células de la peridermis. El felógeno se levanta en la superficie de órganos axiales, teniendo crecimiento secundario. Se levanta la epidermis, córtex o floema, y félum de los productos hacia el exterior y el feloderma hacia el interior. La regeneración primaria en el tejido de la corteza, es causada por la actividad del felógeno. Mientras las células del tejido corchoso son suberizadas, y faltan protoplastos maduros, las células de la peridermis son principalmente parenquimatosas.

1.6. Parénquima celular:

El tejido del córtex, del tallo y raíz, y el mesófilo de la hoja, están constituidos de células parenquimatosas. El parénquima celular se desarrolla y es capaz de crecer, diferenciarse y dividirse. Sus paredes a menudo se forman primero.

1.7. Colénquima celular:

Estos tienen forma de células parenquimatosas especializadas, por su función en el desarrollo de tejidos jóvenes. Las paredes gruesas las distingue a veces de las células parenquimatosas.

1.8. Esclerénquima celular:

Las células del esclerénquima a menudo se agrupan, aunque ocasionalmente se encuentran en formas individuales en las fases formativas. Tienen paredes secundarias espesas, lignificadas, y normalmente están desprovistas de protoplasto. Se han reconocido dos formas de esclerénquima, viz esclereidas y fibras.

1.9. Xilema:

El xilema es el tejido de conducción en la madera de la planta. También realiza funciones de almacenamiento. Las traqueidas y los miembros de los vasos, conducen agua y elementos del suelo. Las fibras están presentes para fortalecer el cuerpo de la planta.

1.10. Floema:

Está relacionado con el almacenamiento y conducción de los asimilados. Las células de la savia y los tubos conductores de savia están especializados en dicha función.

1.11. Laticíferos:

El árbol de Hevea en su desarrollo forma laticíferos que contienen látex. Una red de tubos intercalados entre el parénquima del floema, constituye el sistema de laticíferos en la planta. El citoplasma de los laticíferos está especializado, contiene varias sustancias ergásticas, y las células articuladas son multinucleadas.

Los vasos laticíferos se pueden descubrir fácilmente por sus característicos contenidos granulares, y por la ausencia de granos de aleurona. Scott describió las células como elongadas y pequeñas. En la raíz, el sistema hipodérmico es más avanzado en comparación con el sistema vascular de los laticíferos. Observó un desenvolvimiento similar en el hipocotilo. El ritmo de desarrollo de vasos laticíferos en cada tejido está determinado por el ritmo de desarrollo del tejido de las plantas progenitoras.

Bobillioff, investigando el origen de los vasos laticíferos en cotiledones jóvenes, y el tegumento interno de la semilla, observó el crecimiento de los vasos laticíferos de dos maneras:

1. Por la absorción de una fila de células en las paredes
2. Por la extensión o crecimiento de ciertas células

La formación de látex toma lugar en algunas células, al igual que en los vasos originales. Observó además que la propiedad de poder contener el látex no se confinó a los vasos laticíferos. Bajo ciertas condiciones, las células del parénquima y las células de los rayos medulares contienen glóbulos de hule.

2. FISIOLÓGIA

2.1. Germinación y crecimiento temprano de la plántula:

El hipocotilo emerge de la semilla por el agujero izquierdo del opérculo, el cual está formado por una capa circular redonda, que cubre la semilla. Este felodermo se levanta antes de que emerja el hipocotilo, pero los restos se quedan a un lado de éste, usualmente en la parte alta, y algunas veces se mantiene por varias semanas. Las raíces adventicias se desarrollan rápidamente, mientras que la raíz primaria crece lentamente. La plúmula emerge de los restos de los cotiledones en la semilla, formando una giba al principio, que se endereza más tarde. La plúmula tiene cerca de 5 cm de largo cuando se endereza en la parte alta, luego de emerger. Aunque los cotiledones no emergen, a veces se tornan verdes, o parcialmente verdes en el extremo micropilar. La formación del tejido corchoso ocurre en el hipocotilo dentro de los 4 días luego de la germinación. Las plántulas normalmente quedan unidas al cotiledón por 14 a 18 días, pero se puede prolongar la unión hasta por cuatro meses, por el repetido corte de brotes. Aproximadamente el 75% del crecimiento en altura de estas plántulas se produce por la noche.

Muzik, trabajando en el *Hevea brasiliensis*, observó que la forma típica de giba en la plúmula, al emerger, se detuvo cuando se quitó la presión a esta, cortando la mitad del endospermo.

Los cotiledones nunca emergen de la semilla. La semilla es de características hypógeas. El tallo cotiledonal emerge para alargarse y desenrollarse, tornándose verde. La parte alta del

tallo cotiledonal, crece más rápido que la parte baja. Los cotiledones se vuelven amarillentos, y luego verde claro hacia la región micropilar. La plúmula tiene una tonalidad diferente de color, que se torna verde lentamente, al ser expuesta al sol.

Cuando la plántula tiene ocho días de edad, el primer par de hojas empieza a abrirse hacia afuera, para exponer el meristemo apical. Las hojas son pequeñas y rojizas. Las raíces laterales tienen más de 8 cm de longitud, en este estado. Estas tienen suficientes pelos arborvientes, distribuidos aproximadamente a 1 cm de la punta. La parte basal del tallo y de la región del hipocotilo, así como otras superficies de los cotiledones, se cubren con parches pequeños de tejido corchoso, el cual presenta lenticelas.

En el decimocuarto día, las hojas no se han expandido por completo, siendo pequeñas, pero verdes. La ramificación de las raíces detiene su crecimiento muy rápido. Para el decimosexto día luego de la germinación, otras raíces laterales empiezan su ramificación y las raíces terciarias aparecen originalmente a los lados. Las raíces laterales nuevas no se distribuyen regularmente sino toman una forma como de un círculo incompleto, cerca de 4 centímetros abajo del primer círculo de raíces laterales. Las hojas son más largas y opuestas.

La formación de los internudos cerca del primer par de hojas, se da durante la tercer semana de crecimiento, y sobre éste, se desarrollan las primeras tres hojas.

2.2. Distribución del tejido laticífero en la semilla y la plántula:

En la semilla, los laticíferos están presentes sólo en los cotiledones. Los primeros laticíferos en la germinación del embrión aparecen cerca de la unión de los cotiledones con el eje. En esta fase de 24 horas los laticíferos pueden encontrarse en el hipocotilo o bien bajo el punto de atadura de los cotiledones. Cuando la semilla tiene dos días de germinada, los laticíferos están presentes en el hipocótilo arriba de la región de las raíces laterales. Se observan algunos tejidos laticíferos en las raíces laterales, pero no se encuentran en las raíces primarias. En el cuarto día de germinada la semilla no se encuentran laticíferos en la elongación de la raíz primaria. Existe una cantidad innumerable de laticíferos en el hipocotilo y en la plúmula, 3 centímetros abajo del ápice. Los prolaticíferos están distribuidos principalmente en la región plumular, de 2 a 3 centímetros abajo del ápice. Estos aunque se presentan en la unión primaria y lateral de las raíces, están ausentes de la raíz primaria abajo del área de las laterales.

La aparición de laticíferos en el floema se desarrolla basipetalmente en el hipocotilo y en la plúmula se desarrolla de forma acropetal.

2.3. Regeneración de la corteza y formación de tejido suberoso:

La corteza reacciona a la lesión inducida por el corte de pica con la formación de tejido en la herida. El tejido herido consta de tejido corchoso en el exterior y tejido corchoso del parénquima o felodema en el interior. El cámbium vascular es activado también para producir nuevos tejidos rápidamente donde no los hay. Durante seis meses de observación se puede encontrar un incremento significativo en el número de filas de vasos laticíferos; luego de un año el número de filas de vasos laticíferos alcanza el nivel original de la corteza virgen. En la corteza renovada, la proporción de corteza suave es mayor en comparación a la corteza original. Conforme la corteza se torna más vieja, las células rígidas se forman, incrementándose con la edad del córtex.

En estudios, se encontró que la renovación de corteza fue muy rápida al principio, y disminuyó como seis meses después. El crecimiento de la corteza renovada no fue muy rápido, en comparación con el crecimiento normal de la corteza virgen.

2.4. Fotosíntesis:

Las plantas de hule reaccionan al igual que las demás plantas con clorofila, a la energía lumínica, transformando los dos componentes del agua. La combinación del hidrógeno con el anhídrido carbónico atmosférico, forma hidratos de carbono (azúcares), con liberación de oxígeno a la atmósfera. Los azúcares son la materia prima para la elaboración de todos los compuestos químicos vegetales.

2.5. Transpiración:

Es la pérdida de agua que se da en forma de gas a través de las hojas de una planta especialmente por los estomas, que son pequeños poros situados en la cara inferior o envés de las hojas, no apreciables a simple vista. También hay transpiración a través de la epidermis de la hoja, pero en menor proporción. Para que se realice la transpiración no es necesaria la presencia de luz solar, pero sí aumenta considerablemente en las horas de mayor temperatura, luminosidad y viento, así como baja humedad. Este proceso fisiológico tiene especial importancia en la producción de látex, ya que a medida que la transpiración se realiza e intensifica, los vasos laticíferos tienden a cerrarse más rápidamente después de la pica, disminuyendo el flujo de látex. Esta es la razón por la cual la pica debe terminar a más tardar a las 9 de la mañana, hora en que se está intensificando la transpiración.

2.6. La defoliación-refoliación:

Todos los años los árboles de hule adultos renuevan su follaje a través de un proceso denominado defoliación-refoliación, el cual constituye una respuesta fisiológica del árbol a las condiciones adversas del medio en dicha época del año tales como alta o baja temperatura, baja humedad del suelo y viento, las cuales pueden provocar desecamiento o deshidratación por exceso de transpiración a través del follaje y a lo cual el árbol responde con una mayor producción y acumulación de ácido Absísico en los peciolo de las hojas (aunque dichas condiciones no alcanzan valores críticos en nuestro medio).

Con base en dicha característica el árbol de hule se clasifica dentro de un grupo de plantas denominadas caducifolias, lo que significa que las hojas envejecen y caen como parte de un ciclo anual. Inmediatamente da inicio el proceso complementario a la defoliación, es decir, la refoliación, a través del cual los árboles regeneran todo su follaje para dar inicio a un nuevo ciclo productivo. Durante el periodo de refoliación la costa sur occidental de Guatemala es considerada como una zona de escape, debido a que este fenómeno se lleva a cabo cuando las condiciones climáticas son adversas para el desarrollo del hongo que provoca la Enfermedad Suramericana de la Hoja (*Microcyclus ulei*), razón por la cual el brote nuevo se desarrolla sin ningún problema.

En el hemisferio norte la senescencia de las hojas del Hevea se comienza a manifestar a partir del mes de Diciembre, la defoliación puede iniciar a finales del mes de Enero y la refoliación a finales del mes de Febrero. Estos dos procesos pueden distanciarse uno del otro en función del clon y de las condiciones particulares locales. Algunos clones defolian homogéneamente quedando desprovistos de follaje durante cierto periodo de tiempo, otros inicial a formar nuevas hojas antes de perder todas las viejas, lo cual constituye un mayor riesgo para las

hojas nuevas (jóvenes) de contraer enfermedades del follaje en general. El proceso completo se lleva a cabo en uno o dos meses.

Durante ese periodo la humedad en el suelo es muy baja (al menos en la costa sur) y la actividad fotosintética de los árboles disminuye al mínimo debido a la ausencia de follaje, por lo que las producciones también alcanzan sus valores más bajos, tanto que en algunas fincas aprovechan para suspender la pica y dedicarse a otras labores tales como limpieza de equipo, inventario de los árboles nuevos que van a entrar a pica, preparación de la plantación para el verano, etc. Tampoco es recomendable la realización de ciertas tareas como la fertilización o apertura de paneles antes o inmediatamente después de la defoliación-refoliación para no someter a los árboles a *stress*.

CAPÍTULO III

FISIOLOGÍA DE LA PRODUCCIÓN DE LÁTEX

1. EL LÁTEX

El látex es una emulsión de color blanco constituida por los siguientes elementos:

- agua: alrededor de un 60 % en volumen del látex fresco
- minerales:
 - nitrógeno: 0.26 %
 - fósforo: 0.005 %
 - potasio: 0.17 %
 - calcio: 0.003 %
 - magnesio: 0.005 %
 - hierro, manganeso, cobre, zinc y rubidio: en leves cantidades
- elementos orgánicos:
 - carbohidratos
 - ácido cítrico
 - ácido glutámico
 - ácido aspártico, glutatión
 - cisteíán
 - ácido ascórbico
 - compuestos fenólicos y proteínas
 - triglicéridos
 - esteroles
- partículas de caucho: 25 a 45 % en volumen de látex fresco ó 90 % en materia seca
- lutoides: 10 a 20 % en volumen de látex fresco
- partículas de Frey Wissling: 5 % en volumen de látex fresco

Se cree que la función del látex es la de protección al tallo de organismos externos o una fuente de almacenamiento de sustancias útiles al árbol en condiciones adversas. Debido a su composición está perfectamente adaptado a la coagulación, la cual detiene su flujo a partir de una herida, obstruyéndolo.

El látex es el citoplasma de las células laticíferas y su composición organo-mineral es muy similar a la del citoplasma de una célula ordinaria, salvo en que contiene partículas de caucho, partículas de Frey Wissling y lutoides. Estas células se encuentran dispuestas en forma de anillos monocelulares concéntricos dentro de la corteza suave del árbol de hule. Se diferencian a partir del cambium en forma periódica, constituyendo mantos laticíferos independientes unos de otros y su número es una característica genética. Dentro de un mismo manto o anillo las células laticíferas están intercomunicadas formando un verdadero sistema para circulatorio.

El tejido laticífero se encuentra en cualquier parte del árbol desde las hojas hasta la raíz y está orientado metabólicamente en un 90 % a la síntesis de caucho.

2. FISIOLOGÍA

La materia prima del caucho es la sacarosa, producida por la actividad fotosintética de las hojas del Hevea. Esta sustancia penetra en las células del tejido laticífero por medio de fenómenos complejos que requieren energía bioquímica. Al margen del aprovisionamiento en sacarosa, la producción de caucho está limitada por dos factores interdependientes: la duración y la fluidez de la circulación del látex durante y después de la pica, y la regeneración del tejido laticífero a su término. Para incrementar la producción, en consecuencia, hay que alargar y facilitar la circulación de látex y activar los mecanismos de regeneración.

La observación al microscopio electrónico de células de un tejido laticífero muy joven muestra que un gran número de partículas de caucho llenan en pocos días la mayor parte del espacio celular. La envoltura de las partículas de naturaleza muy compleja (formada por fosfoglicolipoproteínas) rodea las largas cadenas de poliisopreno. En dicha envoltura se integran un sistema enzimático y un factor de elongación (alargamiento de la cadena) asociados.

Este complejo molecular es responsable de la formación del caucho por adiciones sucesivas de eslabones formados por un monómero con cinco átomos de carbono: el pirofosfato de isopentenilo. Hay un hecho importante que repercute sobre las propiedades de la molécula; estas adiciones se realizan de tal modo que algunos grupos químicos (CH_3H) de los eslabones siempre estén situados al mismo lado de la molécula del polímero; se habla en tal caso de configuración cis. La envoltura de las partículas está cargada negativamente. De ahí se deriva un efecto de repulsión, que al evitar la coagulación de las partículas, le confiere al látex su estabilidad y fluidez.

Sin embargo la coagulación se produce bastante de prisa bajo la acción de sustancias coagulantes contenidas dentro de otro tipo de partículas: los lutoides y las partículas de Frey Wyssling. Los lutoides son unas vesículas intracelulares de una sola membrana (descubiertas en 1948 por L.N.S. Thomas y C.E. Van Gils, investigadores holandeses que trabajaban en Bogor, Indonesia). Como muchas vacuolas vegetales y como los lisosomas del reino animal, estas vesículas contienen hidrolasas ácidas (fosfatasa, nucleasa, proteasa, etc.), unas enzimas que al ser liberadas, degradan numerosas moléculas del metabolismo del Hevea. Los lutoides también contienen cantidades importantes de una proteína, la heveína, perteneciente a la familia de las lectinas, clásicamente implicadas en los mecanismos de reconocimiento entre los agentes patógenos y sus huéspedes. La heveína en razón de su papel aglutinante interviene en la coagulación de las partículas de caucho, lo cual conduce a un cese más o

menos precoz de la exudación de látex después de la pica. Es la primera demostración de la intervención de las lectinas en la coagulación del látex.

El látex contiene también, aunque en menor cantidad, unos organelos de doble membrana llamados, partículas de Frey-Wyssling (del nombre de su descubridor). Estas partículas intervienen muy probablemente en un mecanismo secundario de coagulación del látex.

Así esta coagulación sigue inevitablemente a la pica. Las fuertes presiones de turgencia del tejido laticífero junto con el reducido tamaño de los orificios por los que fluye el látex, inducen enormes tensiones mecánicas (efectos de laminado) sobre los lutoides y las partículas de Frey-Wyssling. Parte de estos organelos relativamente frágiles, son destruidos y liberan sus agentes coagulantes, que inducen la floculación del látex y el cese de la exudación. Otros agentes coagulantes pueden producir la obturación de la herida luego de la pica. Ciertos iones positivos inorgánicos y proteínas cargadas negativamente tienden a anular las cargas eléctricas negativas de las partículas de caucho y el efecto de repulsión entre ellas; unas enzimas (lipasas o proteasas) atacan las membranas de las partículas, lo que tiende a agregarlas.

Además de la coagulación del látex, los lutoides tienen otras funciones determinantes para la productividad del Hevea. En primer lugar, por medio de las bombas de protones (H^+) de sus membranas, estas vesículas controlan la acidez (pH) de las células. Pero diversas enzimas implicadas en la utilización de la sacarosa son extremadamente dependientes del pH. Así ocurre con la invertasa, que hidroliza la sacarosa en glucosa y fructosa, moléculas básicas de la formación de energía en las moléculas carbonadas (glucólisis). La elevación del pH del látex dentro de sus límites fisiológicos (de pH 6.6 a pH 7.3) activa considerablemente esta enzima y por ello incrementa el suministro de energía y de los esqueletos carbonados necesarios para la síntesis del caucho.

Es muy posible además, que otras enzimas aparte de los lutoides intervengan en la lucha contra los microorganismos patógenos. Se trata de las manosidasas, las quitinasas y las glutanasas, que atacan las paredes de las bacterias y los hongos.

SEGUNDA PARTE

CONDICIONES ECOLÓGICAS Y EDÁFICAS REQUERIDAS POR EL *Hevea brasiliensis*

CAPÍTULO IV

REQUERIMIENTOS FÍSICOS Y AGROCLIMÁTICOS

1. REQUERIMIENTOS FÍSICOS

1.1. Latitud:

El rango latitudinal para el desarrollo del hule Hevea está comprendido entre +10°N y -10°S. El rango latitudinal de Guatemala se sitúa entre +13° y +18°N. Sin embargo nuestro país constituye una zona de escape (ver la defoliación refoliación, página 9, capítulo II, primera parte), que en conjunto con todas las demás características ecológicas y edáficas han permitido al Hevea las condiciones propicias para su adaptabilidad.

1.2. Altitud:

Para la costa del Pacífico el rango de altitud en el que el hule Hevea se desarrolla normalmente es entre los 180 y 760 metros sobre el nivel del mar y para la costa del Atlántico el rango va desde los 0 a los 600 metros sobre el nivel del mar.

En la franja de la costa sur por debajo de los 180 metros sobre el nivel del mar la precipitación pluvial es baja lo que representa condiciones adversas para el desarrollo y la producción del cultivo. Altitudes por sobre los 760 metros presentan condiciones de elevada humedad relativa y menor luminosidad lo que implica mayores problemas con la incidencia de las enfermedades, principalmente del follaje y del panel de pica.

1.3. Suelos:

El cultivo del Hevea se adapta mejor a suelos profundos de 1.5 metros como mínimo, de preferencia con una capa de materia orgánica gruesa, fértiles (con un 25 a 40% de contenido de arcilla resisten favorablemente épocas secas fuertes). La textura debe estar dentro del rango franco a franco arcillosa (evitar suelos demasiado arenosos por su baja retención de humedad y deficiente anclaje, los pesados e hidromorfos por deficiente desarrollo radicular y del árbol en general), de buen drenaje, libre de capas impermeables o de rocas cimentadas y con pH entre 4.5 y 5.5.

Omont en su gira a Guatemala en 1,996 (8) recomienda como suelos más aptos para la heveicultura los siguientes:

- con una profundidad homogénea de más de 1 metro, sin horizonte endurecido.
- con buen drenaje (clase D de USDA, 1960).
- con buena estructura y consistencia más bien friable.
- con buena aireación.
- con textura bien equilibrada entre arcilla y arena.
- sin ningún manto o nivel freático a menos de un metro de profundidad.
- con un relieve poco marcado.

Lo más recomendable en este sentido es efectuar calicatas de 1 x 1 x 1.5 metros para conocer el estado físico de los suelos y la toma de muestras para establecer la riqueza mineral de los mismos. Estos 2 parámetros (características físicas y químicas del suelo) son de suma utilidad para definir también la siembra del cultivo.

Como otro criterio, Delabarre y Benigno (1,994) (2) indican que deben evitarse los siguientes suelos:

- con más del 40% de inclinación.
- con mucha arena.
- rocosos o compactos.
- fácilmente inundables.
- pobres en nutrientes.
- con sub-suelos duros y superficiales.

1.4. Topografía:

Se recomiendan pendientes hasta del 30%, ya que una moderada inclinación facilita la futura explotación y adecuada conservación de suelos. Pendientes entre 5 a 25% generalmente representan buenos rendimientos en suelos con buen drenaje. Pendientes mayores pueden presentar rendimientos modestos por efecto de una mayor erosión de los suelos (si no se han realizado prácticas adecuadas de conservación) y cierto grado de dificultad para la explotación o pica si no se ha diseñado correctamente la siembra.

2. REQUERIMIENTOS AGROCLIMÁTICOS

2.1. Temperatura:

La temperatura requerida por el cultivo del *Hevea* está comprendida entre los 22 y 32 grados Centígrados y una media de 27 °C, dato bastante representativo de la mayoría de zonas huleras en las que existen registros. Es interesante anotar que las mejores producciones de una hulera (un 30% arriba del promedio), se obtienen al final de la época seca, cuando las temperaturas matutinas oscilan entre 14 y 18°C.

Finalmente hay que mencionar que temperaturas menores de 20°C reducen el metabolismo de las plantas, lo que incide directamente en la tasa de crecimiento.

2.2. Horas luz:

Aproximadamente se acepta un total de 2,190 horas anuales, lo que en promedio representa 6 horas luz/día, como un buen parámetro para el desarrollo del hule.

2.3. Vientos:

Generalmente ráfagas de viento preceden al inicio de la estación lluviosa, las cuales pueden llegar a alcanzar los 100 kilómetros por hora, por lo que en este hemisferio no se recomienda la siembra del hule en áreas donde el paso de ciclones es frecuente.

2.4. Precipitación pluvial:

Un rango de lluvias entre 1,800 y 3,000 mm anuales es el adecuado para el desarrollo del hule, siendo ideal una buena distribución durante la mayor parte del año, sin periodos secos prolongados. En general lluvias anuales menores de 1,800 mm ya son limitantes. Se sabe que 100 mm/mes es lo mínimo aceptable para un desarrollo normal, mientras que lluvias menores o iguales a 50 mm/mes ya no compensan en absoluto la tasa de evapotranspiración. Bajo condiciones de buenos suelos, una hulera puede soportar normalmente una estación seca de 4 a 5 meses con lluvias mensuales menores o iguales a 100 mm o bien de 2 a 3 meses con lluvias mensuales menores o iguales a 50 mm. La

ocurrencia de una estación seca de corta duración es favorable.

En la costa norte el período lluvioso se extiende a 10 meses, mientras que en la costa sur occidental la época lluviosa tiene una duración aproximada de 7 meses.

TERCERA PARTE

ALMÁCIGOS

La propagación de plantas es una fase en el cultivo del hule de mucha importancia. Las técnicas utilizadas en Guatemala han sido desarrolladas en los países del oriente, como Indonesia, Malasia, Sri Lanka etc. a partir de finales del siglo XIX y adaptadas a nuestro país por técnicos y agricultores para lograr los mejores resultados bajo nuestras condiciones.

En los primeros 35 años del cultivo del Hevea en el oriente, las plantaciones se hicieron empleando plantas de semilla, porque se desconocía la técnica de la injertación en el cultivo. Al observar que dentro de una plantación de éste tipo era tan heterogénea la producción, se comenzó a seleccionar las mejores plantas para propagarlas por semilla. Las primeras selecciones fueron hechas por Cramer en 1,883 pero los resultados obtenidos fueron igualmente heterogéneos. Poco tiempo después se reprodujo el Hevea por injertación, mejorando notablemente la homogeneidad en las características de la plantación.

Desde que se descubrió que las plantaciones provenientes de una reproducción asexual o por injertación eran uniformes en la mayoría de sus características, la propagación del hule injertado se ha vuelto obligatoria. Al igual que en otros cultivos, el mejoramiento genético para la propagación de plantas ha venido por lo tanto evolucionando. Actualmente se cuenta en Guatemala con dos técnicas para elaborar almácigos. El sistema tradicional al suelo (producción de tocones) y la reproducción de plantas en bolsa.

En el capítulo de almácigos se presenta una guía para la elaboración de ambos sistemas sin embargo la elección de la técnica a utilizar es decisión del viverista, al analizar las ventajas y desventajas que cada uno presenta.

A. Producción de tocones injertados al suelo para sembrar directamente a campo definitivo (injerto de corteza café):

Ventajas:

- se obtienen patrones más vigorosos para la injertación
- la técnica es más fácil de realizar, en especial la injertación
- se requiere de menor cantidad de material vegetativo (vareta)
- al momento del transplante a campo definitivo se puede observar el sistema radicular de las plantas como criterio de selección

Desventajas:

- el sistema requiere de 10 meses como mínimo para contar con plantas aptas para ser injertadas, lo cual eleva los costos de producción
- el porcentaje de mortandad en el campo definitivo es bastante alto (30 - 50 %)

Este sistema ha sido implementado principalmente en las zonas norte y Atlántica del país por las condiciones climáticas de estos lugares, pero el problema de bajos porcentajes de pegue en el campo ha sido minimizado por medio de la siembra de injertos brotados en bolsa.

B. Producción de plantas en bolsa:

Este método tiene tres variantes:

1. Producción de plantas a partir de la siembra en bolsa de tocones previamente injertados en el suelo (injerto en corteza café al suelo):

Ventajas:

- se llevan al campo definitivo injertos más vigorosos
- el manejo del sistema es más práctico y sencillo

Desventajas:

- mayores costos de producción en función del tiempo
- existe un desequilibrio entre el desarrollo del follaje y el sistema radicular de las plantas, que provoca problemas durante el transporte y la siembra
- se pierden muchos injertos al momento del transplante de suelo a bolsa a causa del stress que se provoca
- se debe tener cuidado de llevar al campo tocones de similar grosor para lograr una brotación uniforme y homogeneidad en el almácigo

2. Producción de plantas injertadas a partir de la siembra directa del patrón a bolsa en corteza café:

Ventajas:

- se llevan al campo definitivo injertos más vigorosos
- el manejo de la técnica es más práctico y sencillo
- mejor porcentaje de brotación de los injertos

Desventajas:

- algunos injertos no brotan, lo que disminuye el porcentaje de plantas para llevar al campo y provoca desperdicio de bolsas
- mayores costos de producción en función del tiempo
- existe un desequilibrio entre el desarrollo del follaje y el sistema radicular de las plantas, que provoca problemas durante el transporte y la siembra

3. Producción de plantas injertadas a partir de la siembra directa del patrón a bolsa en corteza verde:

Ventajas:

- solamente se requiere de un año para llevar las plantas al campo definitivo
- menores costos de producción en función del tiempo
- producción de plantas vigorosas de 2 y 3 pisos foliares (coronas)
- existe un mejor equilibrio entre el desarrollo del follaje y el sistema radicular de las plantas, lo que evita problemas de manejo y resentimiento de las plantas

Desventajas:

- la técnica requiere de personal calificado, en especial de injertadores

- bajo rendimiento de material vegetativo (menor cantidad de yemas por metro) a causa de la edad del mismo (vareta) que se debe utilizar
- poco vigor de los brotes si la edad del material vegetativo (vareta) no corresponde con la edad fisiológica del patrón
- desembolso más frecuente en función de los costos

CAPÍTULO V

SEMILLEROS

1. RECOLECCIÓN Y SELECCIÓN DE LAS SEMILLAS

La época de recolección de semilla varía un poco dependiendo de la zona y de los clones, sin embargo se puede decir que inicia en la segunda quincena de Julio y se extiende hasta la primera de Septiembre. Se recomienda que la semilla sea fresca pues el hule tiene una viabilidad bastante corta. Almacenada a 4 grados centígrados conservará un poder de germinación del 40 %. Las características de una semilla fresca son: estar limpia de tierra y hongos, sensación cerosa al frotarla entre los dedos, es pesada y al quebrar una tiene un olor fuerte pero agradable, los cotiledones son de color amarillo verdoso y una semilla blanca llena la cáscara interna.

Todas las plantaciones de hule del país producen semillas en cantidad pero se recomiendan algunos clones que han dado plántulas vigorosas, y que dan un porcentaje bajo de plantas albinas (amarillentas sin color verde) en el semillero y son tolerantes a enfermedades del follaje, entre los mejores clones con que se cuenta en Guatemala están los de las series MDF, FX, IAN, GU, PB-86, TJIR-1.

2. HECHURA DE SEMILLEROS

Los semilleros o camas de germinación son indispensables para lograr una buena germinación. La cama de germinación debe permitir un excelente desarrollo de las raíces y área foliar para no perder plantas por malformaciones.

El suelo de los tablonés debe ser bien mullido, profundo y de consistencia arenosa; se sugieren dos pasos de barbechado a una profundidad de 30 cm para dejarlo suelto. Para permitir fácilmente los trabajos de colocación de la semilla y arranque de las plantas, el tablón no debe tener más de 1 metro de ancho y se deben colocar varas de bambú como bordos con una altura de 20 cm para evitar que el tablón formado se erosione por las lluvias. El largo dependerá de la cantidad de semilla a sembrar. Para calcular la cantidad de semilla a sembrar y las dimensiones del tablón, debe tomarse en cuenta que un quintal de semilla fresca (depende del clon) contiene aproximadamente de 6,000 a 8,000 semillas y se sugiere sembrar de 3 a 4 semillas por cada planta que se desea llevar a campo definitivo debido a las pérdidas y selección que se tienen. En términos generales se calcula 1 quintal de semilla por cada 5 metros lineales de semillero.

Existen dos métodos de siembra, el primero de ellos y más recomendable está referido al ordenamiento de la semilla y el otro colocándola sobre el tablón distribuida al voleo. El primero de ellos es más funcional que el segundo porque al germinar la semilla su sistema radicular y foliar no se entrelaza con las semillas vecinas. Se debe tener cuidado de dejar la semilla con la parte ventral hacia abajo de lado a lado para evitar apareamiento de plántulas con malformaciones. El distanciamiento entre cada surco será de 5 cm y entre cada semilla no mayor de 1 centímetro.

Las plántulas de hule al germinar pueden ser atacadas por hongos y plagas por lo que es necesario que los tabloncillos se desinfecten con Banrot a razón de 4 onzas por tonel de agua de 54 galones o con la mezcla de Derosal 500 (Carbendazim) a razón de 200 cc por tonel de agua de 54 galones mas Previcur N (Metil tiofanato) 300 cc por tonel de agua de 54 galones; aplicando 2 litros del desinfectante por metro lineal de semillero. En los lugares donde la incidencia de gallina ciega sea alta, se puede agregar a la mezcla del desinfectante Volatón líquido (foxim) a razón de 150 cc por tonel de agua de 54 galones. También es necesario proteger a la semilla de la incidencia directa de los rayos del sol, lo cual se logra por medio de la construcción de estructuras rústicas que generen sombra (tapezcos) o simplemente cubriendo la semilla con pasto verde para que guarde humedad, calor y la lluvia no la lave fácilmente. Finalmente se debe de efectuar un riego profundo con regadera y en caso de déficit de lluvias, los riegos deberán implementarse hasta dos veces al día.

La semilla de hule comienza a germinar en un promedio de 12 días, cuando se trata de semilla fresca, razón por la cual a partir del décimo día de sembrada se debe observar diariamente la germinación y retirar la cobertura al tener la mayor parte de semillas brotando para evitar que el epicotilo (tallo) se mal forme.

CAPÍTULO VI

ALMÁCIGOS

1. SELECCIÓN DEL TERRENO

De la selección adecuada del terreno depende el éxito y la facilidad del manejo de un almácigo al reducir los costos de producción. Un terreno adecuado para establecer el almácigo debe cumplir con las condiciones siguientes:

- Tener las dimensiones necesarias para albergar la cantidad de plantas requeridas y un 40% más por las pérdidas que se dan en el proceso de producción, lo cual también indica que es necesario calcular un porcentaje mayor de plantas que las necesarias.
- De fácil acceso para la maquinaria y personal que se utiliza en los diferentes trabajos.
- De preferencia debe tener una fuente de agua cercana o dentro del área elegida, que sea fácil de encausar o de bombear.
- El terreno que se adapte mejor a las necesidades de un almácigo también debe tener un buen suelo, rico en nutrientes, materia orgánica, con una profundidad no menor de 75 cm y sin impedimentos físicos o químicos.
- Es preferible que el terreno se ubique lejos de plantaciones establecidas de hule para evitar contagio de enfermedades.
- El terreno debe estar a pleno sol y libre de troncos y piedras.
- Finalmente hay que recordar que si en la finca existe crianza de ganado se deben revisar

y reforzar las cercas para evitar el ingreso de animales a los almácigos.

2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

2.1. Almacigo al suelo:

El terreno a utilizar para la siembra de las plantas que se seleccionen del semillero debe ser un sustrato tal que permita la penetración sin problemas y el desarrollo de un sistema radicular con suficiente área que permita a las plantas absorber el agua y nutrientes necesarios para su subsistencia y desarrollo.

Según las experiencias de los viveristas del país, una buena preparación del suelo debe incluir según las condiciones del caso, el control de las malezas (chapeo), si los terrenos de la finca presentan alto desarrollo de las mismas. Posteriormente se recomienda un barbechado para picar el suelo a una profundidad de 30 a 40 cm, tomando en cuenta las siguientes consideraciones: si el terreno es plano y no presenta riesgos de erosión es mejor barbechar todo el terreno, pero si por el contrario la topografía es quebrada, se debe sembrar en contra de la pendiente y barbechar solamente el surco para proteger al mismo contra la erosión.

Debido al tamaño de algunos almacigos y a la disponibilidad de mano de obra algunas de estas labores se realizan en forma mecanizada, con lo que se pueden reducir costos al efectuar un paso de arado y dos de rastra en cruz.

2.2. Almacigo en bolsa:

Las labores de preparación del terreno para un almacigo en bolsa son similares a las de la preparación para un almacigo al suelo, con la variante de que sobre el mismo se colocan las bolsas que mantienen a los patrones o porta injertos, por lo que las labores son más sencillas pues solamente se requiere del control de las malezas y la hechura de una zanja para colocar las bolsas.

El zanjado se debe hacer de 30 centímetros de ancho por 20 de profundidad y de largo según las dimensiones de terreno, de preferencia los surcos deben de orientarse de este a oeste para que cuando las plantas tengan más de tres coronas (pisos foliares) no se generen sombra unas con otras y no exista competencia entre las mismas.

3. LLENADO DE BOLSAS

3.1. Almacigo de siembra de tocón de suelo a bolsa:

Las bolsas de polietileno de preferencia deberán tener las siguientes medidas 10 x 20 pulgadas x 6 milésimas de pulgada de grosor, con perforaciones a los lados y al fondo y deben estar llenas antes de arrancar y despatronar las plantas del almacigo al suelo. Se llenan con suelo (tierra) rico en nutrientes con un porcentaje aproximado del 25 % de arcilla y compactándolo frecuentemente. Generalmente se llenan en los meses de Agosto a Octubre para que los tocones puedan brotar e ir con un buen número de coronas al campo el siguiente año de siembra. La orientación de los surcos se debe realizar de este a oeste para aprovechar al máximo las horas luz y dejando las yemas sobre las calles, si se trata de surcos dobles de siembra.

3.2. Almácigos en bolsa:

La única variante de este sistema es que usan bolsas de 9 x 18 pulgadas por 6 milésimas de pulgada de grosor y se deben llenar en los meses de Junio a Julio para que estén ordenadas antes de que las semillas broten en la cama germinativa, ya que el transplante en este sistema es del semillero a la bolsa directamente. El suelo (tierra) utilizado deberá ser fértil y de textura arcillosa para que tenga consistencia y buena retención de humedad. Una buena práctica consiste en aprovechar la tierra del surco donde irán colocadas las bolsas ya que éstas van enterradas aproximadamente 1/3 de su altura para evitar por una parte que se caigan y por otra para evitar la excesiva evaporación de la humedad contenida dentro de ellas.

4. DISTANCIAS DE SIEMBRA

4.1. Almacigo al suelo:

Se sugiere realizar la siembra en surcos dobles, sistema en el que se puede colocar mayor cantidad de plantas por unidad de área. Los distanciamientos sugeridos para este caso son de 0.30 x 0.30 metros entre plantas y 0.70 metros entre calles, con los que se obtiene una densidad de 66,600 plantas por hectárea. El distanciamiento entre calles debe permitir las labores culturales y la práctica de la injertación sin problemas. También se sugiere como alternativa la siembra en surcos simples, aunque ello aumente los costos por la mayor utilización de terreno, para lo cual se recomiendan los siguientes distanciamientos: 0.25 x 0.75 metros para una densidad de siembra de 53,200 plantas por hectárea ó 0.25 x 0.90 metros para una densidad de siembra de 44,400 plantas por hectárea.

Un mes después de la siembra se debe realizar una selección de las plantas para eliminar aquellas de color amarillento, mal formadas, poco desarrolladas y poco vigorosas. Un mes después se puede efectuar una última selección, procurando no eliminar más de un 30 % de la población.

4.2. Almácigos en bolsa:

Al igual que en el sistema anterior, se recomienda la implementación de surcos dobles con las bolsas para aprovechar al máximo el terreno y reducir con ello los costos en función de mantenimiento del almacigo. Se debe dejar entre los surcos dobles una calle de 0.75 metros que permita una densidad aproximada de 45,000 a 50,000 plantas por hectárea. La orientación de los surcos debe realizarse en dirección este-oeste para aprovechar al máximo las horas de radiación solar.

5. SELECCIÓN Y SIEMBRA

5.1. Almacigo al suelo y en bolsa:

La selección de plantas se lleva a cabo en la cama germinativa cuando éstas tienen aproximadamente entre 20 y 25 cm. de altura y aún se encuentran adheridas a la semilla para reducir lo más posible los efectos traumáticos del transplante, por lo que esta práctica se debe realizar cuando exista un buen aprovisionamiento de humedad. Se toman en cuenta aquellas plantas que tengan una raíz pivotante recta, gruesa y con suficientes raicillas laterales. Las plantas pequeñas, cloróticas y con malformaciones de la raíz, se deben desechar.

Después de la selección se procede a la siembra. Para ella es necesario hacer un hoyo (con la ayuda de una estaca) en el suelo, con una profundidad similar a la que tenga el sistema radicular de la planta que se va a sembrar. Posteriormente se debe realizar un apelmazado del suelo para eliminar bolsas de aire, procurando no dañar raicillas superficiales. Para el caso de siembra de patrones directamente a la bolsa, éstos se colocan en el centro de la misma para favorecer el desarrollo radicular uniforme.

Otra técnica consiste en la siembra en bolsa de 2 semillas recién germinadas (estado de pata de araña), para luego seleccionar la planta más vigorosa. Esto puede ser funcional siempre y cuando se cuente con semilla de buena calidad.

6. SIEMBRA Y SELECCIÓN DE TOCÓN A BOLSA

6.1. Arranque, despatronado y selección:

Esta actividad consiste en arrancar las plantas injertadas del almácigo establecido previamente al suelo, sin dañar la yema, podándoles la raíz a 40 centímetros (16 pulgadas) de largo (5 cm menos que el largo de la bolsa) y cortando el patrón 7.5 centímetros (3 pulgadas) por arriba del parche del injerto, procurando realizar el corte sin astillas y a bisel para que el agua de lluvia o riego no penetre y pudra el patrón; además es recomendable sellar este corte con parafina o pintura de aceite. Los tocones con yemas dañadas, raíces mal formadas, raquítics y desuniformes deben ser desechados para evitar heterogeneidad en la plantación.

6.2. Siembra y orientación de los injertos del tocón:

La época más apropiada para embolsar tocones en la costa sur es entre el mes de agosto y el mes de octubre para aprovechar aún las últimas lluvias del invierno. Lo anterior permite obtener plantas de tres o más pisos foliares o coronas de desarrollo en el mes de mayo del siguiente año, época en la cual se siembran en campo definitivo. La siembra se desarrolla de la siguiente manera: después de arrancado el tocón se podan su raíces principal y laterales, dejándolas de un largo promedio de 40 centímetros (16 pulgadas) desde la punta de la pivotante hasta el cuello que queda al ras del suelo. De similar longitud y grosor que los tocones se corta una estaca, para perforar un agujero de 35 centímetros (14 pulgadas) de profundidad. Se coloca el tocón en el agujero y se empuja hacia abajo procurando que éste quede en el centro. Con la estaca colocada a un lado del tocón se aprieta lo suficiente para eliminar bolsas de aire que puedan reducir el porcentaje de brotación de los tocones.

Para evitar deshidratación de los tocones recién sembrados es necesario encalarlos con una solución de cal hidratada a razón de 1 libra por galón de agua, lo cual incide en una mejor brotación de las yemas.

Es importante considerar que si la siembra de tocones a bolsa se realiza antes del mes de Agosto, el desarrollo foliar del injerto es desproporcionado con respecto al del sistema radicular del patrón, por lo que el tamaño de la planta puede dar problemas durante el transporte y la siembra en el campo definitivo. También es importante tomar en cuenta que para la siembra de tocones a bolsa la orientación de los injertos se debe realizar hacia el surco, (ya sea surco doble o sencillo) para que al brotar no se hagan competencia unos con otros.

7. FERTILIZACIÓN

Se considera que el sistema radicular de las plantas de hule comienza a ser funcional a partir de la maduración del primer piso foliar o corona, momento en el que se recomienda iniciar con un programa de fertilización, el cual debe basarse en un análisis químico (y físico) del suelo.

7.1. Almacigo de patrones al suelo

En la mayoría de casos los almacigos son establecidos en terrenos que ya han sido cultivados por lo que su contenido de nutrientes es bajo y se hace necesaria la aplicación de fertilizantes, tanto al suelo como al follaje. Según experiencias de campo un plan de fertilización adecuado se presenta en el cuadro 1.

Cuadro 1. Programa de fertilización para almacigo de patrones al suelo.

ELEMENTO	FUENTE	DOSIS	FORMA DE APLICACIÓN	ÉPOCA DE APLICACIÓN
Nitrógeno	Urea (46-0-0)	12 g / planta	al suelo	30, 60, 90, 120, 150 ddt
Fósforo	(10-50-00)	10 g / planta	Incorporado al suelo	30, 90 y 120 ddt
Potasio	(15-15-15)	10 g / planta	Incorporado al suelo	30, 90 y 120 ddt
Micro-elementos	Complezal(9-7-7) Trecel (20-20-20)	100 cc / 20 L 4 Lb / 54 Gal	Aspersiones aspersiones	a cada 21 días a cada 11 días

ddt: días después del transplante.

7.2. Almacigo de tocones brotados en bolsa:

Un programa que puede servir como ejemplo se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Programa de fertilización para almacigo de tocones brotados en bolsa.

ELEMENTO	FUENTE	DOSIS	FORMA DE APLICACIÓN	EPOCA DE APLICACIÓN
N	Urea (46-0-0)	8 g / bolsa	incorporado al suelo	60 dds
N-P-K	(15-15-15)	10 g / bolsa	incorporado al suelo	90 dds
N	Urea (46-0-0)	10 g / bolsa	incorporado al suelo	120 dds
N-P-K	(15-15-15)	10 g / bolsa	incorporado al suelo	150 dds
Micro-elementos			Aspersiones	a cada 21 días

dds: días después de la siembra

Los tocones que alcanzan un desarrollo apropiado uno o dos meses antes de la siembra a campo definitivo (más de tres pisos foliares o coronas), no vale la pena que se fertilicen

(salvo casos especiales) debido a que puede crearse una desproporción entre el desarrollo de su sistema radicular y el de su sistema foliar, lo que genera problemas de manejo en el transporte y la siembra.

7.3. Almacigo de patrón sembrado directamente a bolsa (injerto en corteza verde y café):

El sistema de almacigo de patrón sembrado directamente a bolsa para injerto en corteza verde requiere de un período de crecimiento vegetativo (5 a 6 meses) para que los patrones alcancen un diámetro de injertación (15 mm), a diferencia del sistema de almacigo al suelo o en bolsa para injerto en corteza café, el cual requiere de un periodo de 10 meses.

Para lograr un máximo desarrollo en grosor de tallo en el menor tiempo posible, las aplicaciones de fertilizantes deben ser constantes, combinando las foliares y al suelo con el uso de reguladores del crecimiento. Un buen programa de fertilización para este sistema de almacigo depende tanto de los requerimientos de nutrientes de las plantas, como de la disponibilidad de éstos en el suelo. En el Cuadro 3 se incluye un ejemplo.

Cuadro 3. Programa de fertilización para almacigo de patrón sembrado en bolsa.

ELEMENTO	FUENTE	DOSIS	FORMA DE APLICACIÓN	EPOCA DE APLICACIÓN
N	Urea (diluida) 10 lb / 200 L	50 cc sol / bolsa 1.13 g / planta	regado a la bolsa	35 ddt
P	10-50-00	3 g / bolsa	En 2 posturas en la bolsa	55 ddt
N-P-K	15-15-15 20 LB / 200 L	50 cc sol / bolsa 2.25 g / planta	regado a la bolsa	100 ddt
N	Urea (diluida) 10 lb / 200 L	50 cc sol / bolsa 1.13 g / planta	regado a la bolsa	en forma alterna con N- P-K

ddt: días después del transplante

Las aplicaciones de fertilizantes foliares son importantes para el aporte de microelementos a las plantas, ya que de esta forma los nutrientes son absorbidos más rápidamente, así como para corregir algunas deficiencias de éstos; por lo que se recomienda realizarlas a cada 3 semanas entre cada aplicación de fertilizantes al suelo y en forma conjunta con la aplicación de fungicidas al follaje. Las fuentes y dosis que se pueden utilizar se describen en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Programa de fertilización foliar para almacigo.

ELEMENTO	FUENTE	DOSIS
N-P-K	Complezal Fluid (9-7-7)	2 l / 200 l de agua
N-P-K	Bayfolan Forte (11-8-6)	1.5 l / 200 l de agua
Microelementos	Fertrilon Combi	200 g / l de agua
N-P	Trecel (20-20-00)	4 -6 lb / 200 l de agua

Para el sistema de patrones injertados en bolsa con corteza café, la fertilización se debe suspender cuando se alcance el grosor necesario para injertar y se prosigue con el programa después del despatronado de manera similar al que se menciona en el apartado de almácigo de patrón sembrado directamente a bolsa.

8. RIEGOS

8.1. Sistemas de riego:

Es importante considerar, desde el principio, el diseño del sistema de riego a utilizar en el verano, el cual depende básicamente de la disponibilidad de agua. Con base en ello se han diseñado y utilizado diferentes sistemas entre los que se pueden mencionar los siguientes:

- El riego por aspersión presenta la desventaja de que requiere de algún mecanismo generador de presión para el sistema además de que las aspersiones generan un microclima propicio para el desarrollo de las enfermedades del follaje, lo cual eleva los costos al tener que considerar programas de control de enfermedades más intensivos.
- El riego por inundación es un sistema muy efectivo, pero para implementarlo es necesaria la construcción de diques o piscinas para la retención del agua en donde quedan inmersas las plantas a irrigar.
- El riego por gravedad o por surcos resulta ser el sistema más económico y efectivo de implementar y consiste en la derivación del agua desde un canal principal por los surcos o las calles del almácigo y su único requerimiento es la ubicación del almácigo en un terreno con un diferencial de pendiente y su orientación de manera que el agua irrigue a todas las plantas sembradas.

8.2. Frecuencias de riego:

La frecuencia de riego varía en función de la textura del suelo y de su capacidad de retención de humedad, sin embargo los rangos de frecuencia varían entre 4 y 7 días. Un exceso de agua debido a riegos muy frecuentes puede provocar en las plantas de hule un amarillamiento del follaje, el cual en algunos casos ha sido confundido con deficiencias de nitrógeno. El mejor parámetro para determinar la lámina de agua a suministrar a las plantas y la frecuencia de las mismas son los datos de un análisis hídrico, la determinación de la capacidad de campo del terreno y el punto de marchitez permanente de las plantas, pero en términos generales se considera que un aporte de 120 mm al mes en condiciones de pleno verano puede ser apropiado.

En almácigos de patrones desarrollados en bolsa generalmente se recomienda que los riegos se lleven a cabo con una frecuencia de cada 3 días, dependiendo de factores como el tipo de suelo contenido en las bolsas, la disponibilidad de agua y la radiación solar.

El riego en este tipo de almácigo (patrones desarrollados en bolsa) es bastante importante ya que tiene una relación directa con lo que corresponde al desarrollo de las plantas, a la aplicación de fertilizantes y al porcentaje de pegue en el proceso de injertación. Cuando la injertación se va a implementar en los meses de verano (enero-abril) se hace necesario que se implementen los riegos de manera diaria, como mínimo 4 días antes de que se sometan las plantas a ésta práctica. Lo anterior favorece el desprendimiento de la corteza del patrón para

una adecuada colocación de la yema que se desea reproducir.

9. INJERTACIÓN

El objetivo primordial en el almácigo es el de alcanzar el diámetro de injertación con la mayor cantidad de plantas en el menor tiempo posible, lo cual depende tanto del clon seleccionado como portainjerto como del manejo agronómico. Para el momento de la injertación las plantas deben presentar, además del diámetro, un follaje sano y bien desarrollado, de lo cual también depende que la corteza se desprenda adecuadamente del patrón para lograr un buen prendimiento del parche, lo que se conoce como "pegue". Las aplicaciones de fertilizantes deben ser suspendidas con 60 días de anticipación a la injertación y en general el área de almácigo debe permanecer libre de malezas que puedan interferir con el crecimiento y desarrollo de los patrones y con la actividad del injertador.

9.1. Almácigo al suelo:

Para esta práctica las plantas deben tener un diámetro mínimo de 1.8 - 2.5 cm ($\frac{3}{4}$ a 1") en la base de su tallo y una altura aproximada de 1.25 metros. Es necesario que exista suficiente humedad en el suelo para facilitar el desprendimiento de la corteza. La Injertación se efectúa durante los meses de Mayo a Agosto. Durante el proceso se debe tener el cuidado de desinfectar (ya sea en éste sistema o en bolsa), tanto las varetas porta yemas como los tallos de los patrones para evitar infecciones por hongos, para lo cual se recomienda el uso de FERBAM (Ditiocarbamato de hierro, 7 gms/litro de agua) o CAPTAN 50% (10 gms/litro de agua) aplicado con wippe o un pedazo de tela antes de hacer los cortes de las ventanas donde se introducen las yemas. El equipo a utilizar es el siguiente: wippe, navaja, piedra de afilar, cinta plástica, fungicida, recipiente plástico.

El tipo de injerto que se emplea en la reproducción del hule es el de parche, el cual consiste básicamente en hacer incisiones (ventanas) en el portainjerto en forma de "U", normal o invertida, a una altura de 5 cm del suelo y en dimensiones de 2 cm de ancho y 7 cm de largo. Estas incisiones se llevan a cabo como mínimo 15 minutos antes de colocar la yema o parche para que el látex no afecte de manera negativa el pegue de los injertos en al menos 10 patrones. A esta práctica se le conoce como "deslechado" y se implementa de manera similar en la vareta rayando en los espacios entre las yemas que se van utilizar. 8 cortes por metro de vareta son más que suficientes. A continuación se corta de la vareta portayemas una sección o parche que contenga cuando menos una yema. Al cortar el parche, la navaja debe correrse profunda, calculando que una porción de madera salga adherida a la corteza que contiene la yema. Si el parche no resulta del tamaño adecuado para ser colocado en el corte hecho en el patrón, se debe recortar antes de ser retirada de la astilla, evitando hacerlo después de haberse insertado. Con todo cuidado se remueve la astilla de madera del parche. Para esto se debe tomar éste entre ambas manos y presionarlo con la punta de los dedos medios. Se sujeta la astilla con los dedos pulgar e índice de la mano izquierda y con los mismos de la mano derecha la cascarilla. Con todo cuidado se despega la cascarilla y se desecha. Se pasa la cascarilla o yema a la mano izquierda y se corta la parte superior de ésta donde los dedos han tocado la parte interna. Con la mano derecha se abre la incisión hecha en el patrón (ventana) desgajando la corteza por la esquina abierta con anterioridad. Se debe procurar no desprender la corteza por completo en la parte inferior pues ésta sirve para sostener al parche una vez colocado en su lugar. Después de desgajada la corteza se coloca la yema en la hendidura con la mano izquierda y se principia a vendar de abajo hacia arriba.

Cuando las primeras dos vueltas de vendaje sostienen a la yema se procede a eliminar la corteza de la incisión. Para el caso de la costa sur de Guatemala ésta es una práctica normal. Para la costa norte, es una costumbre dejar la corteza sobre la yema y vendar sobre ésta, aunque su eliminación se lleva a cabo después del desvende. Estadísticamente no existe una diferencia significativa en el porcentaje de pegue cuando se deja o se elimina la corteza del patrón durante la injertación. El vendaje se sostiene con el pulgar de la mano izquierda y se envuelve en forma de espiral con la mano derecha procurando que ésta quede traslapada. El remate se lleva a cabo 2 cm arriba de la yema, con la suficiente presión para lograr adherir el parche al cambium y para que no penetre agua o tierra que pueda afectar el éxito de la injertación.

Las dimensiones de la cinta para el vendaje por lo general son de 30 cm de largo por 2.5 cm de ancho y un grosor de 2 milésimas.

9.2. Almacigo en bolsa (injerto en verde):

A diferencia de la injertación en café, al suelo, el sistema en bolsa solamente requiere que las plantas tengan como mínimo 1.5 centímetros (0.6") de diámetro, por lo que no todas presentan el tallo color café ni la corteza tan gruesa, lo que hace más difícil el trabajo. La corteza de la ventana del patrón se elimina para verificar el estado físico de los injertos por lo que el empleo de cinta de injertar transparente es necesario. Es indispensable que el injertador tenga experiencia para que se obtenga un porcentaje de pegue elevado. Los principales factores que afectan el éxito o fracaso de la injertación en verde son:

- a) la calidad de la vareta, la cual debe tener aproximadamente el mismo grosor del patrón, debe ser de color verde y no se deben utilizar las puntas (las últimas dos coronas), cuyos brotes son raquíticos
- b) la ventana, que no debe ser muy grande para que la yema y el patrón cicatricen más rápidamente.
- c) el material vegetativo o vareta, que es muy joven y delicado, no soporta que sea expuesto al sol ni que se toque, y se debe colocar en el patrón lo más rápido posible.

9.3. Almacigo en bolsa (injerto en café):

La práctica consiste en sembrar el patrón directamente en la bolsa (agosto - septiembre) e injertarlo después de 10 meses (mayo - julio), época en la cual se cuenta con un diámetro mínimo de 1.8 a 2.5 cm ($\frac{3}{4}$ a 1") en la base del tallo. La injertación bajo este sistema es similar al del almacigo que se implementa al suelo con la diferencia de que el patrón ha sido sembrado directamente en la bolsa. En esta modalidad de injertación al igual que en el caso anterior se elimina la corteza de la ventana del patrón.

10. DESVENDE Y REINJERTACION

De 18 a 21 días después de injertada la planta, cualquiera que sea el sistema, se procede a cortar la cinta de plástico en la parte posterior del patrón, teniendo el cuidado de no lastimar la yema, una semana después de desvendada la planta, se procede a efectuar un conteo de los injertos pegados haciendo una pequeña incisión sobre la yema del injerto, ya sea con navaja o con la uña y se marcan los que estén muertos. 10 días después se injertan nuevamente en la parte contraria a donde se ha realizado la primera injertación.

11. DESPATRONADO

El "despatronado" consiste en eliminar, por medio de un corte, la parte aérea de la planta que ha servido como porta injerto, con el objeto de estimular la brotación de la yema del parche colocado mediante la injertación y de la cual brota la nueva planta o injerto.

11.1. Almacigo verde en bolsa:

La altura del despatronado sobre la yema varía en cada vivero. Lo más importante es que se logre encontrar el punto en el cual la misma no sea tan larga para que existan muchas yemas del patrón que puedan brotar y restarle vigor al injerto al utilizar la planta sus reservas, de aquí la importancia de deshijar continuamente el almacigo; ni tan cerca del parche como para que el secamiento descendente del patrón (Die back) llegue al injerto. Una distancia apropiada es de 10 a 15 cm (4-6 pulgadas) arriba de la yema. En este caso la raíz de la planta no ha sido cortada como en el tocón que después se siembra a bolsa y la planta sólo utiliza una parte de sus reservas en la brotación de las yemas, sino que tiene un sistema radicular bien desarrollado que le provee de agua y nutrientes la misma. El despatronado se lleva a cabo durante los meses de febrero a abril en todas aquellas plantas que amerite hacerlo porque haya pegado el injerto. Aquellos patrones en los que se hace necesaria la reinjertación o que aún no han alcanzado el diámetro adecuado se los continúa dando el manejo del almacigo café en bolsa para despatronarlo hasta el mes de septiembre u octubre con la finalidad de llevarlo a campo en el año siguiente.

11.2. Almacigo café en bolsa:

La práctica del despatronado en éste sistema es similar al anterior, solamente cambia la época en la que se lleva a cabo. Como la injertación se ha llevado a cabo de mayo a julio el despatronado se implementa entre los meses de septiembre y noviembre para lograr un buen desarrollo del injerto en la temporada siguiente de siembra a campo definitivo.

12. DESHIJES

12.1. Tocón sembrado en bolsa:

Cuando se procede al arranque de las plantas del suelo o a la poda de la parte aérea y radicular del patrón previamente injertado, éste tiende a hacer brotar de manera natural las yemas dormidas para formar nuevo follaje, este proceso ocurre a partir de la acumulación de hormonas (giberelinas) que la planta sintetiza para incitar a sus yemas a brotar. El patrón hace brotar primero sus yemas y no las del injerto, por lo que el deshije es importante pues los brotes en sus primeros días serán alimentados por las reservas del tocón hasta que sean capaces de sintetizar su propio alimento a partir de la energía de sol (fotosíntesis). Si se deja que muchos brotes desarrollen del patrón, se evita la brotación y el desarrollo del injerto, por lo que se sugiere realizar la práctica del deshije a cada 7 días durante las primeras 6 semanas posteriores al despatronado y dos veces más en forma mensual.

12.2. Almacigo en bolsa:

En los almacigos en bolsa, tanto los patrones antes de ser injertados como los injertos después de su brotación requieren de la mínima competencia posible para desarrollarse rápidamente, unos para alcanzar el diámetro de injertación y otros para alcanzar buen desarrollo para el trasplante a campo definitivo. Por dichas razones la práctica del deshije debe ser continua y se sugiere para este caso realizar una revisión cada semana para

eliminar todos aquellos brotes indeseables tanto en patrones como en injertos ya brotados.

13. USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO

El uso de reguladores de crecimiento se da principalmente en el sistema de producción de almácigos en verde debido a que con él se pretende una reducción en el tiempo de producción de plantas injertadas. Para ello, el empleo de hormonas que propicien una mayor formación de masa radicular y foliar puede ser útil aunque no imprescindible cuando el portainjerto es transplantado directamente a la bolsa para su posterior injertación y brotación en la misma. En el mercado se pueden encontrar algunos productos como el Activol Super, Krece, Gibrel, todos ellos a base de giberelinas y auxinas y cada uno con sus propias especificaciones.

14. SELECCIÓN DE INJERTOS

Dentro de los almácigos algunos injertos desarrollan o brotan más rápidamente que otros y la sombra que éstos generan retarda el crecimiento de los demás, por ello es recomendable que se haga una selección de plantas y se coloquen por un lado las de tamaño mayor y por otro, las de crecimiento lento, en un lugar donde también reciban suficiente aireación y luz solar. Esto permitirá obtener almácigos más uniformes.

15. CUIDADOS PREVIOS A LA SIEMBRA

Con el transplante a campo definitivo (siembra) las plantas experimentan un trauma fisiológico o stress que se manifiesta en un marchitamiento general de las mismas, el cual es superado paulatinamente en tanto que las plantas se adaptan a las nuevas condiciones. Con el objeto de reducir al mínimo dicho stress se recomienda realizar una poda de raíz aún en condiciones de almácigo, alrededor de 3 semanas antes de la siembra, cuando las lluvias se hayan establecido plenamente o bajo riegos constantes. Dicha práctica consiste en mover las bolsas para detectar aquellas plantas cuyas raíces han salido de las mismas, las cuales deben ser cortadas y se debe realizar solamente a aquellas plantas cuyo último piso foliar o corona haya alcanzado la madurez.

CAPÍTULO VII

JARDINES CLONALES

1. SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL TERRENO

Un jardín clonal es una colección de materiales provenientes de una planta madre que han sido propagados en forma asexual, es decir, una colección de plantas genéticamente idénticas o clones. La finalidad del jardín es producir las yemas para injertar en el almácigo, por ello se requiere que el lugar donde se establezca presente las siguientes características:

- de preferencia debe estar próximo al almácigo

- el material con que se cuenta debe corresponder a un material genéticamente puro, (aspecto que se puede corroborar por medio de la técnica de electroforesis).
- debe de estar además a pleno sol, en un lugar plano, cerca de una fuente de agua y lejos de cualquier plantación de *Hevea* en crecimiento o en producción.

Previo a la siembra, el terreno debe ser barbechado a una profundidad de 0.50 metros con maquinaria agrícola si sus dimensiones son grandes o en forma manual (con azadón) si el área es pequeña.

2. DENSIDADES DE SIEMBRA

Las distancias de siembra del jardín son generalmente del 1.25 metros al cuadro, para lograr el mayor vigor de las plantas y fácil acceso a las mismas. Un jardín clonal de 250 plantas utiliza un área de aproximadamente 430 metros cuadrados (1 cuerda de 25 varas cuadradas) y proporciona 250 metros de vareta al primer año. Cada metro de vareta proporciona entre 10 y 15 yemas para injertación en café y de 8 a 10 para el almácigo verde en bolsa. A partir del segundo año las plantas proporcionan el doble o más de varetas de acuerdo a las podas que se efectúen cada año. Un jardín clonal generalmente tiene una vida útil de 8 años a partir de su establecimiento.

3. MANTENIMIENTO

El jardín se maneja de manera similar y paralela al almácigo en cuanto a control fitosanitario, control de plagas, control de malezas y riegos en el verano.

3.1. Fertilización:

La aplicación de fertilizantes al jardín clonal difiere del almácigo debido a que se trata de plantas perennes con un mayor sistema radicular. La aplicación de ½ libra de un fertilizante completo como 15-15-15 en forma fraccionada dos veces por año ayuda notablemente a la obtención de material vegetativo o vareta de mejor calidad. Lo ideal corresponde a un análisis químico del suelo.

3.2. Control de enfermedades:

Al igual que en el almácigo, es preciso mantener en el jardín clonal un programa constante de control de las enfermedades del follaje, las cuales atacan principalmente a las hojas más jóvenes. En términos generales se recomienda realizar una aplicación por semana durante la época lluviosa normal y dos bajo condiciones de mucha lluvia. Durante la época seca, las aplicaciones se pueden espaciar hasta 30 días o más, en función de las condiciones del lugar y del sistema de riego. Los productos que se recomienda utilizar son los mismos que para el almácigo y lo más recomendable es mantener tratamientos preventivos.

3.3. Riegos:

Las plantas de hule se ven altamente afectadas por los cambios de humedad en el suelo y del ambiente. Se ha detectado a nivel de campo que la falta de agua en el suelo puede inducir a las plantas a la brotación de sus yemas, lo cual es un inconveniente si se considera que la finalidad del jardín es producir yemas para la injertación. Se recomienda que durante el verano y las canículas prolongadas se implemente riego en el jardín clonal para evitar la brotación de yemas.

3.4. Encalado:

Al inicio del verano las plantas del jardín clonal deben de ser encaladas en su base con una pasta de cal hidratada (1 libra por galón de agua) para contrarrestar daños por quemaduras de sol o punta de lanza. La altura de ésta práctica está definida por la edad de las plantas y se establece un mínimo de 0.30 metros de altura el primer año de mantenimiento.

4. MANEJO

4.1. Deshojado:

Se le llama así a la poda que se efectúa al follaje del jardín clonal previo a la injertación y que consiste en cortar las hojas de las varetas a emplear en la injertación, sin eliminar el terminal. La práctica del deshojado promueve la acumulación de giberelinas en las yemas para estimular su brotación y debe hacerse de 2 a 3 semanas antes de la injertación.

4.2. Podas:

El primer año las plantas del jardín clonal proporcionan únicamente un metro de vareta cada una. Al momento de la poda del jardín para la injertación se debe tener el cuidado de hacer un corte biselado a 40 centímetros del suelo, lo cual permite dejar suficientes yemas del injerto para que broten en el futuro y sustituyan a la que se ha podado. Al momento de obtener varetas se debe cuidar de no tomar ramas que nazcan del patrón y de aplicar una pasta para cubrir el corte a bisel. Cuando por diversas razones no se injerte y las varetas del jardín clonal no se utilicen, es necesario podarlas de todas maneras, para lograr que las varetas tengan un tamaño adecuado al año siguiente.

Después de la primera poda se dejan 2 nuevos brotes, los cuales deben ser podados 20 centímetros arriba del último corte cuando se desea obtener nuevas varetas para injertación en café. Para el caso de la injertación en verde es necesario dejar un mayor número de brotes por planta, generalmente 3 a 4, para obtener nuevas varetas. Un mayor número de brotes por planta representa obtener varetas raquílicas, deficientes para la injertación.

4.3. Deshijes:

Al igual que el almácigo el jardín clonal se debe deshijar de tal forma que todos los brotes del patrón sean eliminados para evitar contaminación en la injertación. Los brotes que se dejan (3 a 4) son solamente del injerto y de preferencia opuestos en el tallo. En algunos casos se hace necesario dejar hasta 4 brotes por falta de material para injertar, lo cual requiere de un régimen más fuerte de fertilización para que las varetas desarrollen vigorosas. También es necesario aumentar la frecuencia en las aplicaciones de fungicidas, pues el exceso de follaje crea un microclima favorable para el desarrollo de los hongos. Un desarrollo mínimo de 6 meses por vareta permite obtener buenas yemas para la injertación en el sistema en bolsa de color verde y de 8 meses para la injertación en café.

4.4. Identificación:

Por constituir una fuente de material genético, es importante que los jardines clones sean debidamente identificados por medio de marcas permanentes como rótulos o placas de cemento, para evitar confusiones, especialmente cuando existe más de un clon establecido. Una medida complementaria de seguridad consiste en la elaboración de un mapa del jardín.

CUARTA PARTE

PLANTACIÓN EN DESARROLLO

En una plantación de Hule, la etapa de desarrollo llamada también fase inmadura, es fundamental para definir el tiempo necesario para iniciar la explotación del cultivo. La fase inmadura oscila entre 5 y 6 años, dependiendo del manejo y cuidados que se le brinden, tema que se trata fundamentalmente en el presente capítulo.

CAPÍTULO VIII

PLANIFICACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

Es conveniente planificar adecuadamente la forma de adquisición de las plantas de hule y su establecimiento en el campo definitivo. Esto queda a criterio del agricultor interesado, quien deberá tomar en cuenta lo siguiente: extensión a cultivar, época del año en que se encuentra, cercanía de almácigos comerciales y jardines clonales de hule, disponibilidad de mano de obra especializada y financiamiento.

Se recomienda al agricultor adquirir almácigo de tocones brotados en bolsa, en el mes de Mayo.

Si lo desea puede elaborar su propio almácigo, iniciando las labores en el mes de Julio, época en que se produce la caída de la semilla de los árboles de Hevea.

1. SELECCIÓN DE CLONES COMERCIALES

Por la importancia del tema, se ha desarrollado un capítulo específico sobre "*CLONES*", el cual se incluye en el presente manual.

2. PREPARACIÓN DEL TERRENO

En el establecimiento de plantaciones de hule es necesario efectuar las siguientes actividades:

2.1. Deshierbe:

Es necesario eliminar toda planta que se encuentre en el campo, ya que el crecimiento del hule *Hevea* requiere condiciones de campo a plena luz solar. El desmonte se inicia a finales de la época lluviosa, con lo que la vegetación cortada tiene el tiempo suficiente para su descomposición y aprovechamiento como materia orgánica, incorporada al suelo.

En caso de renovación de plantaciones, se debe programar convenientemente la tala para hacer los contactos de venta del producto (madera o leña). Debido a que la madera de *Hevea* es muy susceptible al ataque de patógenos e insectos, se recomienda no dejarla en el campo por más de tres días después de la tala.

2.2. Quema:

Esta práctica se debe realizar antes de que se establezcan las primeras lluvias, teniendo el cuidado de delimitar los bordes para que el fuego no consuma más allá de los límites del terreno (rondas).

Al finalizar las dos etapas anteriores, no debe quedar mayor cantidad de rastrojos en el campo, ni mucho menos ramas o troncos de árboles derribados sobre el suelo, ya que ello dificulta en gran medida las labores siguientes.

2.3. Apertura de calle y trazo de caminos:

En terrenos planos, es conveniente el uso (si es posible) de un tractor de oruga con cuchilla para destroncar, lo que facilita posteriormente el empleo de maquinaria agrícola para limpieas y habilitación de caminos de acceso.

En terrenos ondulados, se elimina hasta el nivel del suelo todo tipo de tronco que se encuentre en el campo, luego se realiza el trazo para establecer la plantación, haciendo un destroncando completo únicamente sobre la línea de los surcos.

En el caso de terrenos de uso agrícola anterior tal como cafetales, potreros y cultivos anuales, las labores de preparación del terreno se facilitan, puesto que la cubierta vegetal a eliminar es menor y se debe proteger las cuencas hidrológicas (nacimientos, vegas de ríos, riachuelos y zanjones).

En aquellos lugares donde se va a sustituir el cultivo del Café puede implementarse o no la resepa de los cafetos dejando el *Hevea* con una calle libre de 1.50 metros como mínimo, para favorecer la entrada de luz solar y el desarrollo de ambos cultivos. Lo anterior permite obtener 2 a 3 cosechas de Café hasta que la sombra del *Hevea* lo permita. Posterior a estas cosechas es indispensable la eliminación total (desde la raíz) de la plantación de Café, ya que de lo contrario se tienen problemas posteriores con enfermedades radiculares en la plantación huleña.

3. DISTANCIAS DE SIEMBRA

Existen dos criterios para determinar los distanciamientos en una plantación: el fisiológico y el económico. El fisiológico implica que el diseño de siembra distribuya homogéneamente las plantas en el suelo. Esto induce a un diseño en triángulo equilátero o en cuadro, sin embargo implica una mayor cantidad de surcos en el campo, que dan como consecuencia mayores costos de mantenimiento y de explotación, por lo que el criterio económico debe prevalecer en las plantaciones de tipo industrial.

Por aparte, el distanciamiento de siembra depende también de las características topográficas del terreno y de las características fenotípicas del clon elegido para sembrar. Lo importante es guardar al momento de la siembra una densidad no menor de 500 árboles por hectárea (Delabarre 1997) (2), si se considera que a lo largo de 35 años existen pérdidas por factores bióticos y abióticos en la plantación.

El área recomendada a ocupar por árbol de hule es de 19 a 20 metros cuadrados (por planta) con lo cual se obtiene una densidad de 500 a 525 árboles por hectárea, sin olvidar que el distanciamiento entre plantas no debe ser menor a 2.5 m. Este distanciamiento es apropiado para implementar cultivos intercalados y/o plantas cobertoras del suelo como *Pueraria phaseoloides*.

Los siguientes distanciamientos son útiles:

- 6.5 x 3.00 m (512 plantas por hectárea)
- 6.0 x 3.25 m (512 plantas por hectárea)
- 6.6 x 3.30 m (459 plantas por hectárea)
- 6.8 x 2.80 m (525 plantas por hectárea)
- 7.0 x 2.80 m (más utilizado en plantaciones industriales)

Lo importante en este sistema es guardar lo que corresponde a las calles y avenidas para una mejor aireación entre los árboles.

En terrenos con pendientes importantes, los distanciamientos pueden ser los mismos que para áreas planas si se toma en consideración que el surco debe orientarse en sentido contrario a la pendiente del terreno y trazado en curvas de nivel o en curvas al contorno, lo que ayuda al control de la erosión y facilita posteriormente la explotación del cultivo. Después de ello las terrazas continuas o individuales son una buena alternativa.

Dependiendo de la cantidad de surcos a nivel o curvas al contorno que se tengan, se tienen que construir acequias con barreras vivas. Es posible que las curvas se abran o se cierran por lo que quedan algunos espacios vacíos que se tienen que sembrar con plantas empleando para ello terrazas individuales.

4. MEDICIÓN DEL TERRENO

Para contar con un dato aproximado de la población a establecer, según el distanciamiento apropiado, es necesario obtener el área que ocupa el terreno, lo cual puede efectuarse por medio de mediciones topográficas en el caso de extensiones grandes o bien con cinta métrica para extensiones medianas o pequeñas.

Se debe tomar en cuenta el área que ocupan dentro del terreno los riachuelos, ríos, anegamientos, caminos y todas aquellas partes donde no es factible la siembra, para descontarla al total del área cultivable, y así tener un cálculo exacto de la cantidad de plantas a sembrar.

5. TRAZO Y ESTAQUILLADO

En el caso de haber calculado el área del terreno con mediciones topográficas, el trazo de la plantación se facilita puesto que se cuenta con planos topográficos que orientan el establecimiento del estaquillado.

Una buena práctica que facilita el estaquillado consiste en formar cuadros o rectángulos con estacas guías de 2 metros de altura, colocadas en los extremos de cada surco, según la distancia a trazar y con las dimensiones que el terreno permita. Luego se procede a limpiar, formando calles de 2 metros de ancho a lo largo de los surcos señalados por las estacas guías. Estas estacas deben estar unidas por una cinta o pita de 50 metros de largo (según sean las dimensiones del terreno) la que debe estar marcada con los distanciamientos que se van a dejar entre plantas, debiendo dejarse una estaca pequeña (0.5 m) en cada marca, para su posterior ahoyado.

Cuando el terreno presenta pendiente, el trazo de curvas a nivel o al contorno debe hacerse con teodolitos, clinómetros o caballetes. Se da inicio en la parte media de la pendiente para construir la curva a nivel madre o maestra (línea guía) y continuar según sea la conveniencia del operador para arriba o para abajo de la pendiente. Se deben seguir las recomendaciones mencionadas en el capítulo de manejo y conservación de suelos.

6. AHOYADO

Se efectúa en el sitio indicado por cada estaca. Se cavan hoyos con dimensiones de 35 por 35 centímetros de ancho por 50 centímetros de profundidad, dimensiones mucho mayores que las

bolsas donde se tiene las plantas injertadas. Con este ahoyado se permite que el trabajador al momento de la siembra desarrolle un apisonado apropiado alrededor de la planta a sembrar, sin presionar el pilón (sistema radicular). Esta labor se facilita cuando se hace en forma manual empleando una pala. En extensiones grandes y planas es preferible usar barreno de 12 pulgadas operada con tractor.

7. ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN

7.1. Extracción y transporte de las plantas:

Al momento de extraer las plantas se debe de hacer agarrando la bolsa y no el injerto y cuando la pivotante está muy desarrollada se debe cortar con ayuda de machete o pala.

En los almácigos muchas veces el crecimiento radicular de los injertos brotados en bolsa tiende a ser mayor que el tamaño de las bolsas que los contiene, ello ocasiona que la pivotante (raíz principal) se enraíce fuera de las mismas y que al momento del arranque tenga que cortarse. La operación de extracción de plantas del almácigo es por lo tanto una operación delicada en la que de acuerdo a la madurez fisiológica del follaje se debe tomar la decisión de implementarla.

Cuando se corta la pivotante se limita en gran proporción el suministro de agua y nutrientes a los injertos, y lo anterior se ve reflejado inmediatamente en un marchitamiento las hojas terminales, después del arranque. Si las mismas son muy jóvenes con menos de 15 días de brotadas pueden llegar inclusive a morir si son sembradas a campo definitivo. Por lo tanto es muy importante tomar en cuenta los siguientes aspectos a la hora del arranque de las plantas del almácigo :

- a) Que el follaje se encuentre maduro, es decir con no menos de 15 días de haber brotado.
- b) Que dentro de la bolsa se cuente con suficiente humedad (por lluvia o riego) para disminuir con ello el stress al que se ven sometidas las plantas.

Otro factor que también puede influir en muerte de los injertos es la manipulación durante el transporte. El follaje por acción del viento puede romperse y el movimiento asimismo puede aflojar el sistema radicular dentro de las bolsas por lo tanto hay que tener el mayor cuidado posible para evitar daños o pérdidas de esta naturaleza.

Las plantas después de la extracción deben ser colocadas en la plataforma del vehículo que las va a transportar ajustadas una a la par de la otra para soportar movimientos bruscos.

En el trayecto se deben evitar las velocidades altas y de ser posible utilizar una lona para proteger las plantas del viento. La descarga (al igual que la carga) se lleva a cabo sosteniendo las bolsas del asiento y no del patrón y/o injerto debido a que se pueden provocar por el peso de la tierra problemas a las raíces. Igualmente deben manipularse con mucho cuidado para no romper el pilón.

Si el tiempo aún no es muy lluvioso el acondicionamiento de los injertos previo al trasplante se hace en un lugar sombreado en el que después de colocados se implementa un riego profundo en todas las bolsas.

Para evitar transpiración excesiva del follaje durante el transporte, previo al mismo, se puede asperjar con una solución azucarada mas adherente para cerrar los estomas de las hojas.

Si se van a transportar plantas de más de un clon es conveniente identificarlos para evitar confusiones al momento de la descarga y del transplante.

7.2. Siembra:

De preferencia el transplante debe implementarse con injertos brotados en bolsa ya sea proveniente de un tocón o de un patrón sembrado directamente en la misma y posteriormente allí injertado.

La época de transplante la define la presencia de lluvias, lo que asegura un mayor porcentaje de éxito. Para la costa sur se puede principiar a partir del mes de mayo y extenderse hasta el mes de julio. Para la costa norte se extiende al mes de septiembre por contarse en ésta zona con un rango de lluvias más amplio. Inclusive si se inicia en junio, la siembra se puede llevar a cabo con tocones a raíz desnuda.

La siembra consiste en eliminar el fondo plástico de la bolsa, cortando con machete o tijera aquellas raíces consideradas como defectuosas. Se coloca de esta manera verticalmente en el fondo del hoyo y se llena el mismo con tierra a 1/3 de su capacidad, seguidamente se corta verticalmente la bolsa, y se extrae la parte que quedó enterrada teniendo el cuidado de que el pilón no pierda su estructura.

También es importante mencionar la técnica de transplante de yema dormida que consiste en injertar el patrón que ha sido sembrado directamente en la bolsa y cuando llega el momento del despatronado, se procede también a la poda de raíces que han salido de la bolsa y se traslada a campo para su siembra una semana después. La yema por lo tanto brota después de su siembra definitiva. Esta práctica se evalúa a la fecha en nuestro medio y puede ser bastante funcional para el área norte y Atlántica del país, no así para la costa suroccidental por el largo período sin lluvias en el verano.

A continuación se aprieta fuertemente la tierra, con la que se ha llenado el hoyo, con las manos o los pies y se llena con tierra otra tercera parte del agujero para nuevamente repetir la operación del apelmazado. Finalmente se termina de agregar el resto del suelo y se aprieta con los pies girando al rededor de la planta fuera del área del pilón.

El injerto debe quedar a nivel o a 2.5 cm (una pulgada) bajo la tierra; ya que fuera de ésta ocasiona un desarrollo excesivo de la unión del injerto-patrón (pata de elefante) y a una profundidad mayor si el injerto en su base es tierno, puede exponerlo a ataques de insectos o de hongos.

La práctica de fertilización al momento del transplante puede implementarse siempre y cuando la disponibilidad de fósforo en el suelo sea baja, a razón de 14 gramos (4 onzas) de roca fosfórica revuelta con la tierra con que se llena el hoyo o 35 gramos (1.25 onzas) de TSP (0-46-0) al fondo del mismo y otros 35 gramos (1.25 onzas) cuando se ha llenado con tierra la mitad de éste. Lo anterior promueve el desarrollo radicular de las plantas recién sembradas.

7.3. Resiembra:

Cuando una planta por una u otra razón muere se hace necesario sustituirla por otra para mantener la densidad de siembra apropiada por unidad de área. 15 días después de la primera siembra se puede desarrollar el recuento para la resiembra respectiva y se acepta esta práctica solamente hasta el segundo año después de establecida la plantación, siempre y cuando se lleve a cabo con injertos brotados en bolsa de la misma edad.

Del tercer año en adelante las resiembras no son recomendadas debido a que el mayor desarrollo de las primeras plantadas limita el crecimiento de las demás.

8. CUIDADOS CULTURALES

8.1. Control de plagas:

Un insecto muy dañino durante la etapa de desarrollo del Hevea es el zompopo (*Atta sp*) el que para su subsistencia corta y se alimenta de follaje tierno. Defoliaciones repetitivas pueden ocasionar la muerte de las plantas. Las troneras o nidos deben ser ubicadas de preferencia antes de la siembra (época seca) durante las primeras horas del día o la noche.

Entre otras plagas se tienen: a la taltuza (*Geomys hispidus*) que provoca daños al sistema radicular, la escama nieve que afecta los tallos tiernos y otros problemas más, cuyo control se menciona en el capítulo respectivo.

8.2. Enfermedades:

En nuestro medio los problemas de tipo fungoso son variados aunque su severidad está definida por las condiciones agroclimáticas, siendo para la etapa de desarrollo de especial importancia las enfermedades del follaje (*Microcyclus ulei*), del tallo (*Corticium salmonicolor*) y de las ramas (*Colletotrichum gloeosporioides*) las que causan los mayores problemas. Una selección apropiada del clon tomando como referencia las características de susceptibilidad a las enfermedades y región donde será plantado, ayuda a limitar los daños patológicos. Lo referente a este punto se cita en el capítulo de enfermedades.

8.3. Deshijes y podas:

En la etapa inicial del desarrollo de un injerto hay que tener especial cuidado con los hijos o brotes del patrón, esto es de suma importancia en el cuidado de los injertos de hule Hevea. Los hijos que brotan del patrón pueden desarrollarse sobre o bajo de injerto provocando de esta manera competencia al mismo, dándose en algunos casos la muerte o retraso en su crecimiento.

Inmediatamente después de que las plantas injertadas han sido sembradas en el campo, las yemas secundarias que en ellas se encuentran tienen una fuerte tendencia a desarrollar. Así al examinar dichas plantas 3 ó 4 semanas después de haberse plantado, se encuentran brotes que se han desarrollado en el mismo injerto, estos brotes deben cortarse con una tijera de podar con filo, a manera de que no vuelvan a brotar; debe evitarse utilizar navajas para no correr el riesgo de ocasionar daño al eje central de la planta. Esta forma de deshije sirve para estimular el desarrollo del brote central del injerto, que es el único que debe cuidarse en los primeros 2 años de desarrollo del cultivo. Durante el primer período de desarrollo de la plantación, los deshijes deben efectuarse por lo menos a cada tres semanas, hasta que el injerto esté bien desarrollado.

Los deshijes implementados oportunamente limitan más adelante los trabajos de podas en el tallo del injerto, de no ser así se deben cortar todas las ramas laterales tan pronto como aparecen. Esta operación se practica hasta una altura no menor de 2.80 metros sobre el nivel del suelo.

Los deshijes frecuentes en los primeros años significan mejor crecimiento. Cuando estos se atrasan se recurre a las podas de ramas gruesas y grandes en las cuales el árbol ha estado desperdiciando actividad y vigor que podría haber utilizado el tallo en su desarrollo.

Cuesta más podar ramas grandes que brotes pequeños y la cicatriz dejada por estas son más difíciles de cerrar por la planta. Después que los árboles llegan a los 3 años de edad requieren muy pocas o ninguna poda, para entonces están formando su corona de ramas o copa a la altura propia y muy rara vez desarrolla algún brote en el tallo salvo que hubiera una defoliación total en la planta. Ocasionalmente los árboles forman una corona de ramas disparejas, lo cual hace que deban quitarse una o dos ramas para balancear y distribuir el peso apropiadamente según sea el clon que se trate. A veces los vientos quiebran el tallo central o algunas ramas las cuales hay que cortar usando una sierra y desinfectando el corte con un fungicida; de los nuevos brotes se seleccionan 3 ó 4 de acuerdo a su disposición y vigor.

El objetivo de la poda para el hule *Hevea*, consiste en obtener árboles que por lo menos tengan tres metros de tallo liso y recto sobre el nivel del suelo, para facilitar la explotación en los primeros años en pica descendente y 10 años después por el sistema de pica ascendente o inversa.

En el campo algunas veces se observan plantas de hasta tres años de edad que no forman copa, sino que su crecimiento es solamente vertical. Para corregir lo anterior se pueden implementar algunas prácticas con el fin de promover la brotación de yemas axilares, las que más adelante dan origen a una nueva copa. La práctica conocida como deshojado, consiste en eliminar todas las hojas (a excepción del brote terminal) sin los pecíolos a una altura del suelo entre 2 y 3 metros; otra práctica conocida como chongo consiste en amarrar todas las hojas de un piso foliar o corona que se encuentre entre 2.80 y 3.0 metros de altura para formar un chongo; y una tercera práctica conocida como ciza, consiste en hacer un pequeño corte transversal con navaja sobre el tallo arriba y/o abajo de una yema que se encuentre entre 2.25 y 2.50 metros de altura. En caso de no obtener respuesta positiva y como último recurso, las plantas así afectadas deben ser podadas de su brote terminal a una altura de 2.50 metros. De las yemas que broten se seleccionan después de un período de 6 meses las ramas que correspondan a la formación equilibrada de una copa normal.

Existe otra clase de poda aparte de las de balance y selección, son las podas de saneamiento que consisten en eliminar todas aquellas ramas que se encuentran dañadas por cualquier enfermedad de tipo fungoso como por ejemplo muerte descendente (*Colletotrichum* sp.) y mal rosado (*Corticium salmonicolor*).

8.4. Control de malezas:

Las malezas compiten con las plantas de hule por agua, luz, espacio y nutrientes por lo que es necesario controlarlas, lo cual se puede lograr de diferentes maneras dependiendo de la forma en que se haga:

8.5. Control manual:

Siempre que se traza una plantación de hule se abren brechas que se limpian a ras del suelo antes de verificar el ahoyado.

Después de efectuada la siembra de la plantación, las limpias se reducen a plateos o callejones (control de malezas en el surco). Los árboles jóvenes deben mantenerse limpios de toda clase de yerbas y en especial de las de hábito trepador, hasta que tengan por lo menos tres años de edad. Los platos o callejones deben tener dos metros de diámetro o ancho, colocando al pie de las plantas la yerba cortada, evitando la acción directa de los rayos del sol y por consiguiente, la pérdida de humedad principalmente cuando se acerca la época de verano. Debe tenerse especial cuidado al momento del chapeo (control manual de malezas), ya que se pueden ocasionar heridas al tronco de la planta o lo que es peor, se puede cortar completamente.

En siembras de hule *Hevea* donde se usan plantas cobertoras naturales o espontáneas, es también necesario limpiar los surcos, dando un ancho de un metro a lado y lado de la hilera. Al verificar este trabajo la yerba se debe cortar a una altura no menor de 10 cm del suelo (chapeo bajo), pues su eliminación total permite que las gramíneas que son más exigentes en nutrientes sustituyan a las plantas de hoja ancha. Además cuando la topografía es inclinada un chapeo muy bajo puede provocar problemas de erosión.

También es necesario cuando se usan como cubierta plantas silvestres, chapear los espacios entre los surcos de la plantación. Por lo general estos chapeos o limpias se efectúan dos, tres y hasta cuatro veces por año, según sea el desarrollo de la maleza.

Cuando estos chapeos se ejecutan debe procurarse cortar sólo aquellas plantas de naturaleza dura y leñosa, dejando las suaves, de hojas anchas y jugosas, que ayudan a formar una cubierta natural bastante aceptable.

Cuando la plantación llega a los tres años de edad, los árboles han alcanzado una altura apropiada. Se suprimen entonces los plateos, y la cobertura del suelo (*Pueraria phaseoloides*) puede dejarse llegar hasta la base de los árboles. Sin embargo, es muy importante hacer inspecciones regulares, con el fin de cortar los bejucos de algunas enredadoras que tratan de subir por el tallo de los árboles. Estas limpias deben continuarse con el fin de destruir o cortar las plantas dañinas o indeseables.

En plantaciones en las cuales haya sido necesario excavar zanjas de drenaje o acequias de laderas, se puede permitir que la vegetación espontánea cubra los costados de la zanja, cortando únicamente la vegetación del fondo, con el objeto de permitir el libre paso del agua.

El costo de las limpias es naturalmente más alto durante los tres primeros años de la plantación, debido a que los árboles no han crecido lo suficiente como para dar sombra que ayude a evitar el desarrollo de la vegetación espontánea.

Las plantas cobertoras naturales tienen casi todas las ventajas de las leguminosas, excepto que no fijan nitrógeno al suelo, pero sí protegen contra la erosión del mismo, provocada por lluvias o vientos fuertes aunque su porte puede ser a veces más alto.

8.6. Control químico:

Por medio del uso de herbicidas y dependiendo de la topografía del terreno se pueden reducir los costos en función del control de malezas. En áreas con poca o ninguna pendiente puede trabajarse de esta manera previo control manual.

En los primeros años de crecimiento del Hevea las malezas que prevalecen son las que corresponden a las de hojas angostas o gramíneas, plantas con un desarrollo más rápido y agresivo que el hevea, razón por la cual se hace necesario contrarrestarlas. Para estos casos el glifosato representa una muy buena alternativa siempre y cuando se acompañe con otros químicos específicos contra malezas de hoja ancha.

Lo más importante en este sentido consiste en hacer un estudio previo de las diferentes especies con las que se tienen problemas para encontrar la mejor alternativa entre los herbicidas.

Conforme el Hevea crece del tercer año en adelante después de establecido, la sombra que los árboles proyectan sobre el terreno va controlando de manera natural, por lo que las malezas de hoja ancha empiezan a proliferar en un mayor número. En estos casos corresponde también el buscar entre los químicos la mejor opción. En términos generales se recomienda (dependiendo de las condiciones edafoclimáticas) un control manual y dos de tipo químico durante un año; con la salvedad de que las aplicaciones se lleven a cabo durante las primeras horas de la mañana (cuando no hay mucho viento) para evitar deriva del producto que pueda ocasionar fitotoxicidad en el Hevea. Se deben seguir las recomendaciones de la etiqueta de cada producto a utilizar.

9. FERTILIZACIÓN

Se ha comprobado el valor de las aplicaciones apropiadas de fertilizantes, las que aseguran un rápido crecimiento de las plantas jóvenes de hule, particularmente durante los primeros años después de transplantarlas. Los requerimientos nutricionales de la planta de hule son especialmente en cuanto a nitrógeno (N) y fósforo (P), por lo que un plan de fertilización debe contemplar estos elementos y otros complementarios que arroje el resultado del análisis químico del suelo.

Durante el primer año es conveniente, especialmente en terrenos con uso agrícola anterior (potreros y cultivos anuales y semi permanentes), la aplicación de abono químico a la plantación de Hule, que contribuya a la fertilidad del suelo.

Las fórmulas comerciales de fertilizantes a usar se dan de acuerdo al resultado del análisis del laboratorio de suelos.

Las fertilizaciones se recomiendan durante la época lluviosa, colocadas alrededor de las plantas, en círculos o medias lunas, que aumentan su extensión (se alejan del tronco) cada año hasta cubrir toda el área plantada, de tal manera que quede disponible para el mayor número posible de raíces. Este debe ser incorporado al suelo para evitar arrastre por lluvias o deterioro por la luz solar.

10. MANEJO EN LA ÉPOCA SECA

La temporada seca en la costa sur del país, que comprende del mes de noviembre al mes de abril, es una etapa crítica en el desarrollo de las plantaciones de hule en crecimiento. Esto es válido tanto para plantas recién establecidas, como en las que alcanzan ya los tres años de edad. Cuando las condiciones de evapotranspiración alcanzan sus niveles más altos en los meses de enero a abril, las plantas empiezan a sufrir los efectos de la sequedad del suelo como son: deshidratación de sus hojas y tejidos, disminución del ritmo de crecimiento, susceptibilidad de la corteza de los tallos al daño ocasionado por los rayos solares (punta de lanza) y hasta problemas de muerte regresiva por deshidratación.

De aquí la necesidad de implementar ciertos cuidados culturales para superar el stress de esta temporada. Entre las medidas iniciales se encuentran la colocación temprana de rastrojos al pie de la planta para que la humedad se conserve aún por más tiempo. Como las copas de los árboles aún no son densas permiten aún la penetración de los rayos solares que inciden sobre los troncos. Esta situación puede provocar un daño físico que posteriormente se constituye en puerta de entrada para la enfermedad conocida como punta de lanza. Para contrarrestar esto se sugiere efectuar el encalado de los tallos a más tardar en el mes de diciembre.

Donde se corra mucho riesgo de perder la planta durante esta época se recomienda proporcionar riego por lo menos de 3 galones de agua por planta y en ciclos de 15-20 días. Se ha comprobado la buena respuesta a la adición de nitrógeno en forma de urea al agua de riego, lo que a su vez mantiene el tejido en crecimiento durante esta temporada. El agregar de 43 a 57 gramos (1.5 a 2 onzas) por planta en forma diluida, en frecuencia mensual, es suficiente para mantener la lozanía y verdor de las plantas.

También se deben establecer barreras contra fuegos, tanto alrededor de la plantación como en el interior de la misma, para evitar el avance del fuego en el caso de un incendio en terrenos vecinos. La supervisión constante de todos los campos de siembra es necesaria para detectar a tiempo cualquier problema de plagas o enfermedades. Tomando en consideración cada uno de los aspectos señalados, se ayuda a la superación de los efectos negativos de la temporada seca en el desarrollo de las plantaciones de hule en crecimiento.

Elemento muy importante en esta época lo constituye la demarcación de áreas críticas y la constante supervisión para la detección de cualquier problemática que pueda surgir durante esta temporada. Los campos deben ser revisados por lo menos a cada 2 días (dependiendo de la extensión plantada) por una persona encargada directamente de ello.

11. MANEJO Y CONSERVACION DE SUELOS

Se entiende por erosión a la pérdida de suelo por la acción del viento o del agua. Siendo este un recurso natural no renovable, vale al pena protegerlo por la importancia imprescindible dentro de la explotación agrícola.

La erosión indistintamente puede darse en terrenos con topografía plana o de topografía inclinada pero sus efectos son mayores en el segundo de los casos.

Para el caso de Guatemala los problemas más serios para la costa sur se dan en aquellas

fincas por sobre los 400 msnm, área ubicada en la zona del declive del Pacífico. En la costa Atlántica no se da la excepción del caso y en lugares con terrenos ondulados la erosión también se hace presente.

El Hevea es un cultivo en el que los distanciamientos de siembra favorecen en gran medida este fenómeno natural y puede presentarse también en terrenos en los que se siembra o no con cultivos intercalados. Existe una serie de prácticas que más que útiles son necesarias de implementar para que la lluvia no arrastre las partículas de tierra y que como consecuencia empobrezca los suelos.

11.1. Siembra en curvas a nivel:

Para la siembra en curvas a nivel se deben seguir los siguientes lineamientos que a la vez que protegen el suelo, favorecen al desarrollo de las prácticas agrícolas y el trabajo propio de los picadores:

1. Colocar las estacas guías de arriba para abajo según sea el distanciamiento a dejar entre los surcos del Hevea.
2. Se trazan las curvas a nivel partiendo de la primera estaca guía colocada en la parte más alta del terreno y luego se suavizan o corrigen.

Para el trazo de las curvas a nivel, según se tenga disponible se puede utilizar un teodolito, un nivel en A, un nivel de banco o un nivel de manguera.

3. A cada 3 surcos de hule se construye una acequia de un ancho de 0.3 m y una profundidad similar siguiendo la curva a nivel y sembrando en la parte alta de estas barreras vivas para contrarrestar la velocidad del agua. La acequia requiere así mismo de un mantenimiento constante debiéndose limpiar por lo menos dos veces en el transcurso de un año.
4. Trazadas las curvas a nivel, definidas las acequias e implementadas las barreras vivas se procede a la hechura de las terrazas continuas o individuales con un ancho promedio de 1.5 metros en cuyo espacio (a la mitad, 0.75 m) se procederá a la siembra del Hevea.
5. Conforme las curvas a nivel se abren o cierran en la pendiente quedan espacios vacíos que deben plantarse, procurando que al menos entre cada una de estas no exista un distanciamiento menor de 2.5 m.

Para un mejor aprovechamiento del agua de lluvia se le da a la terraza una inclinación hacia adentro del 5% favoreciendo lo anterior también a la disminución de la velocidad del agua causante de la erosión.

Cuando el cultivo ya se encuentra establecido y no se hayan tomado las prácticas de conservación de suelos es un poco más difícil implementarlas por el daño que se ocasiona al sistema radicular de las plantas debiéndose por lo tanto construir las acequias y construir las terrazas siguiendo el surco correspondiente y trabajar con el cuidado necesario al pie de las plantas.

En áreas donde ya se han formado cárcavas o zanjas por la lluvia, la implementación de barreras vivas (izote, gigante, etc) o de barreras muertas (palos, piedras, costales con arena) es un buen auxilio para evitar mayores consecuencias en los terrenos .

12. CULTIVOS INTERCALADOS

El tiempo mínimo para someter a explotación un árbol de hule, está directamente relacionado con el manejo técnico del cultivo y el clon. Generalmente se consideran 6 años, tiempo durante el cual el terreno puede ser aprovechando para explotarlo con otro cultivo.

En nuestro medio muchas veces se utiliza como cultivo intercalado del hule y sin la técnica adecuada, la siembra de maíz *Zea mays* que por el hecho de ser una gramínea ocasiona ciertos problemas al *Hevea*, tales como competencia por nutrientes, agua, luz solar y aire. La situación de este grano básico, que por ser un cultivo que debe mantenerse bastante limpio, provoca en terrenos quebrados problemas de erosión y en otros casos cuando no se encala el tallo de las plantas de *Hevea*, ocasiona quemaduras de sol.

A cambio de ello también ofrece ciertas ventajas como favorecer un ingreso monetario extra y reducción en los costos de mantenimiento, cuando el terreno se cede a arrendantes para su siembra.

Es lógico pensar que mientras el hule no genere dinero la utilización de un cultivo intercalado se hace necesaria, pero con un manejo que permita salvaguardar el interés primordial de llevar los árboles en el menor tiempo posible a producción.

El maíz puede ser utilizado en áreas que sean planas siempre y cuando se realice la fertilización del caso para compensar lo extraído del suelo y que pudiera ser útil al Hule. En este caso si se acompaña de un efectivo control de malezas el beneficio puede ser mayor, siempre y cuando no se siembre a menos de 1.25 metros del *Hevea* y no se implemente esta práctica después de tres años.

En áreas inclinadas o planas cuando el cultivo del Café ya se encuentra establecido y el hule lo va a sustituir, como explotación agrícola puede dar muy buenos resultados debido a que el primero (el Café) protege muy bien el suelo de la erosión y el ingreso monetario por unidad de área es mayor que en el caso del asocio con el maíz y aporta al suelo muy buena cantidad de materia orgánica. El café debe desaparecer después de 4 años cuando las copas de los árboles de *Hevea* cierran las calles. Debe respetarse en éste caso también que el hule no tenga competencia a no menos de 1.5 metros de distancia en cada planta establecida para favorecer un mejor desarrollo.

Existen otros cultivos que pueden intercalarse con el hule con el objetivo de controlar a las malezas y aportar materia orgánica y nitrógeno al suelo. Tal es el caso de plantas de la familia de las fabáceas (antes denominadas leguminosas) como la *Pueraria phaseloides*, frijol *Phaseolus vulgaris* y el maní (*Arachis sp.*), cultivos con muy buena rentabilidad. Debe tomarse en cuenta que cuando desaparece el cultivo secundario, es muy importante eliminar aquellos restos de plantas que pudieran constituirse en focos de infección de enfermedades de tipo fungoso. El asocio con plantas ornamentales es una alternativa más.

En todo caso el agricultor debe escoger entre las múltiples opciones con que cuenta, la que mejor se adecue a los intereses perseguidos asegurando con ello en buen porcentaje el éxito de su empresa, además de tener claros los Siguietes aspectos:

- a) Tipo de topografía. Para prever los efectos de la erosión.
- b) Tipo de suelo. Para prever la competencia por los nutrientes, entre el cultivo principal y el secundario.
- c) Tipo de cultivo secundario. Para sopesar las ventajas del sistema.
- d) El impacto económico. Para sopesar las ventajas del sistema.
- e) El factor social. Para sopesar las ventajas del sistema; desde el punto de vista de la utilización de mano de obra.

V PARTE
EXPLOTACIÓN DE LA PLANTACIÓN

CAPÍTULO IX

LA EXPLOTACIÓN O PICA

La pica es la técnica que el hombre emplea para obtener el producto del árbol de hule, denominado látex. La explotación de modo general está determinada por factores constantes y variables.

Factores constantes: clon, suelo y hasta cierto punto las condiciones ecológicas, los cuales no pueden ser manejados, y

Factores variables: técnica de pica, estimulación, y estado del panel, los cuales si son susceptibles de ser manejados.

Jacob (1997) (6) refiere que la corteza del Hevea es una fábrica de látex extraordinariamente eficiente. Está formada por una red de vasos, "el tejido laticífero" situada en el líber, la corteza blanda del árbol (bajo la corteza externa dura). Allí se efectúa también, en los tubos cribosos, el transporte de la savia elaborada que alimenta los distintos tejidos con sacarosa, producto de la fotosíntesis.

La pica, que se lleva a cabo de una a tres veces por semana durante todo el año y a lo largo de unos treinta años, consiste en seccionar el tejido laticífero mediante una incisión en la corteza blanda utilizando una cuchilla o gubia. Esta incisión suele ser de forma semiespiralada y siempre inclinada de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo. Bajo fuerte presión de turgencia (de 10-15 atmósferas) dentro de la corteza del hevea, no tardan en salir unas gotas de látex del corte de pica, que caen a lo largo de la incisión. Para evitar el riesgo de causar un grave descontrol fisiológico, la pica no ha de lesionar en ningún caso la zona de la corteza subyacente al líber o cambium, que producen los tejidos conductores de savia.

Como ya se indicó en el capítulo de fisiología, la materia prima del caucho es la sacarosa producida por la actividad fotosintética de las hojas del árbol de hevea. Esta sustancia penetra en las células por medio de fenómenos complejos que requieren energía bioquímica.

Al margen del aprovisionamiento en sacarosa, la producción de caucho está limitada por dos factores independientes: 1. la duración y la fluidez de la circulación del látex durante la pica y, 2 la regeneración del tejido laticífero a su término.

1. SISTEMAS EXPLOTACIÓN

La labor de pica es la más importante de una plantación de hule Hevea, ya que a través de la misma se extrae el producto que se comercializa. Además, de la labor de pica depende el rendimiento y la vida económica de una plantación.

La extracción del látex producido por el Hevea, se realiza a través de un conjunto de técnicas debidamente armonizadas que caracterizan a un sistema de explotación determinado.

El objetivo de un sistema de explotación es obtener una buena y duradera rentabilidad del cultivo, alcanzando un equilibrio entre las exigencias de los árboles y los factores económicos y

sociales del mismo.

1.1. Pica descendente:

El sistema convencional de pica descendente en S/2 d/2 (1/2 espiral a cada 2 días) consiste en la extracción racional del látex a cada dos días de una media espiral trazada en los árboles y su adecuado manejo, hasta obtener el producto que se envía al beneficio para su procesamiento.

1.2. Pica con baja intensidad y empleo de estimulante:

El sistema tradicional de explotación del hule en nuestro medio, se caracterizaba por su frecuencia de pica cada dos días, que posibilitaba la utilización de la plena capacidad productiva de los árboles, siendo muy consumidora de mano de obra, de insumos vinculados a la explotación y de corteza, acortando el período de vida económica de los árboles. Con la introducción de nuevos clones de alta producción, muchos de los cuales están ya en sus primeros años de pica, se ha hecho necesaria la adopción de nuevos sistemas de explotación adaptados para cada clon y según las edades de los mismos. Además, hay que tomar en cuenta que la evolución de los diferentes componentes de nuestra economía hacen que para el futuro, la disponibilidad de mano de obra y el nivel de los salarios hagan virtualmente antieconómica la pica en frecuencia tan intensa como d/2 (a cada 2 días).

Ante tal situación, la elección de nuevas alternativas en sistemas de explotación, acordes tanto a los avances tecnológicos operados en otros países líderes en el cultivo del hule, como a nuestra cambiante situación socioeconómica es imperativa, lo que conlleva a la adopción de sistemas que incluyen el uso de estimulantes de la producción, con el objeto de compensar (eventualmente mejorar) la producción haciendo menos picas en un período de tiempo (cada 3, 4 ó 5 días). Estos sistemas de pica de baja intensidad tienen la ventaja de disminuir la utilización de mano de obra, reducir el consumo de corteza y de insumos implicados en la producción, mejorando la rentabilidad del cultivo.

2. LA FRECUENCIA DE PICA Y EL NÚMERO DE PICAS POR AÑO

Generalmente la frecuencia de pica en el inicio de la explotación está de acuerdo a los clones y a la disponibilidad de mano de obra. Con suficiente mano de obra todos los clones pueden ser abiertos y picados a una frecuencia d/2 (a cada 2 días) excepto para clones de alta producción y susceptibles al Liber Moreno (Brown Bast), los cuales son picados en d/3 (a cada 3 días) desde el principio. En caso de escasez o alto costo de mano de obra, cualquier clon se iniciará a una frecuencia de pica d/3 compensada con estimulación. El número de días de pica en un año es un factor determinante de la producción, y no debe ser muy elevado para evitar el agotamiento de los árboles y la caída de la producción a largo plazo, sino debe ser suficiente para que la producción tienda hacia el potencial máximo de los árboles.

De acuerdo con Compagnón, en 1983 (4) "El factor número de pica en un año y la frecuencia de pica están en función del material vegetal, de la edad del árbol, de las condiciones ecológicas locales que impongan paros en la pica y de la estimulación, como medio de intensificación de todo el sistema de pica".

Se considera que con el sistema de pica $\frac{1}{2}$ s d2 sin estimulación se obtiene el 100% de la capacidad productiva de los árboles bajo un manejo óptimo.

En la práctica, sin estimulación, no picando los días domingos, ni con periodos de detención de la pica, es admisible que un árbol en buen estado fisiológico y vegetativo pueda picarse 150 veces en un año.

Cuando se pican los días domingos el número de picas por año aumenta un 20% más para todos los sistemas. La frecuencia y el número de picas al año tendrá que variar también cuando durante la refoliación natural del hevea se suspenda la pica por producciones poco rentables y/o para permitir su recuperación fisiológica.

En el Cuadro 5 se compara el número de picas al año del sistema d2 y su intensidad en comparación con otras frecuencias.

Cuadro 5. Comparación del número de picas al año del sistema d2 y su intensidad con otras frecuencias (sin picar los días domingos).

SISTEMA	PICAS POR AÑO	% DE INTENSIDAD
½ s d2	156	100
½ s d3	104	67
½ s d4	78	50

El número de estimulaciones que se recomienda hacer está en función de muchos factores, los cuales se tratan en el capítulo específico sobre estimulación.

Para determinar el sistema de explotación a implementar hay que tener en cuenta los factores siguientes:

Factores Técnicos:

- Clon:
 - de metabolismo bajo o poco sensible a la estimulación
 - de metabolismo medio o sensible
 - de metabolismo rápido o muy sensible
- Edad del árbol.

Factores Económicos:

- Costo de mano de obra
- Costo de estimulante
- Costo de insumos
- Precio del Hule
- Transporte

La tecnología francesa en sistemas de explotación recomienda para plantaciones nuevas o jóvenes en producción el sistema de pica descendente con frecuencia baja (a cada 3 ó 4 días), haciendo uso de estimulación con ETHREL en un número de aplicaciones sujeto a factores técnicos (metabolismo del clon y edad de los árboles) en tableros en media espiral, abiertos de 1.2 - 1.3 m de altura; con inclinación convencional de 30° y con alternancia anual de paneles (A y B) del tercero al décimo año de producción, empleando cuchilla tradicional. A partir del undécimo año de pica, en ¼ de espiral y con ángulo de 45° en pica inversa o ascendente, se realiza la apertura con cambio anual de paneles y empleando gubia o cuchilla de pica inversa

(tipo Comparini) para el efecto.

La estimulación cumple la función de alargar durante unas horas más el escurrimiento (goteo) de látex de una pica para compensar su baja frecuencia. Además reduce el riesgo de enfermedades del panel al aumentar el tiempo entre una pica y otra. No permite extraer más producción sino bajar los costos de explotación al disminuir el número de picas. El efecto fisiológico de la estimulación se da al modificar el pH del látex y la permeabilidad celular de los vasos laticíferos, los que tienen un retardo en su obturación, al inhibirse la acción coagulante de ciertos compuestos presentes en el látex (lútoides y partículas Frey-Wyssling).

Para todos los clones cualquiera que sea su metabolismo, el nivel de estimulación debe aumentar a lo largo de los años, para alcanzar su nivel máximo en pica normal (descendente), después de aproximadamente 10 años de pica.

3. EL INICIO DE LA EXPLOTACIÓN

3.1. El panel de pica:

El panel de pica limita o define la zona de la corteza del tallo a explotar. Esta corteza puede estar virgen (no explotada), regenerada por primera vez (con una sola explotación) o regenerada por segunda vez.

3.2. Normativas de apertura:

La apertura de paneles está determinada por factores económicos y fisiológicos.

En el aspecto económico se toma como norma iniciar la apertura de paneles cuando una plantación tiene 200 árboles por hectárea o el 50 % de los mismos con circunferencia de tallo apropiado para la pica.

Desde el punto de vista fisiológico, un árbol está en condiciones de ser explotado cuando su tallo tiene 50 centímetros de circunferencia (6 pulgadas de diámetro) a 1 metro de altura del suelo y un grosor de corteza mínimo de 6 milímetros. Solamente árboles que han alcanzado grosor de pica deben ser explotados.

Técnicamente este número de árboles con grueso apropiado de pica debe corresponder a un mismo clon de igual edad de siembra, para que aproximadamente a los 6 años de edad se inicie su explotación.

La altura apropiada para abrir los paneles depende de la frecuencia de pica a emplear; así para pica a cada 2 días la altura es 1.50 metros; en pica a cada 3 días 1.30 metros y en pica a cada 4 días 1.2 metros en la parte baja del panel (Figura 1).

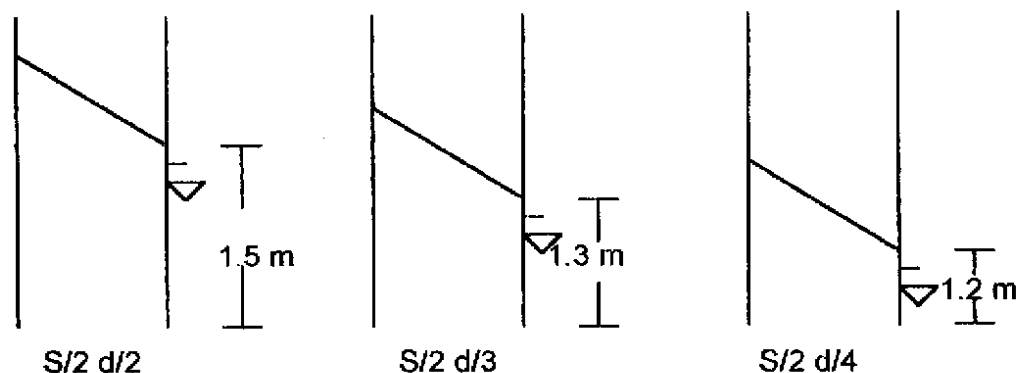


Figura 1. Altura para apertura de panel, según frecuencia de pica.

4. PREPARACIÓN DE LOS ÁRBOLES PARA EL INICIO DE LA EXPLOTACIÓN

4.1. Herramienta y Equipo:

En la preparación de los árboles al inicio de la explotación es necesario contar con el siguiente equipo:

- **Diametrador:** Pieza de madera en forma de horqueta con una abertura de 15 cm (6") o en defecto se puede utilizar una cinta métrica para medir la circunferencia.
- **Pintura y brochas:** para señalar los árboles aptos para explotar.
- **Cuchillas de pica:** No. 1 o de ángulo cerrado para explotar corteza virgen.
- **Piedras para afilar cuchillas:** de forma angular para desgastar y asentar las cuchillas.
- **Banderola:** lienzo de lámina galvanizada con una inclinación de 30 grados y con asta de madera con una longitud de acuerdo al sistema de pica a implementar.
- **Rayador:** que puede ser un clavo o punzón.
- **Cinta o cordel:** de 1.5 metros de largo con nudos en los extremos y en el centro.
- **Regla de madera:** de 1.5 metros de largo.
- **Marcador de consumo de corteza:** elaborado con lámina dura.
- **Calibrador de espesor de corteza:** de acero inoxidable y graduado en milímetros.
- **Tazas o guacales:** de ½ litro de capacidad.
- **Espitas:** pequeños canales de lámina galvanizada de 3 x 6 centímetros.
- **Ganchos:** de alambre galvanizado calibre 10 ó 12 (para sostén de las tazas).
- **Recipientes plásticos:** cubetas.

5. INSUMOS

Los insumos necesarios para la buena pica se enumeran a continuación, los tres primeros dependen del tipo de producto a obtener:

5.1. Anticoagulante:

Puede ser amoniaco o sulfito de sodio. Las concentraciones de estos químicos serán recomendados por las plantas procesadoras a las cuales se les haga entrega del producto (en este caso látex o coágulo). En general se usa amoniaco del 6 al 10% de concentración para hacer látex centrifugado o cremado.

5.2. Coagulante:

Como coagulante se usa el ácido fórmico, que de igual forma su concentración es recomendada por la planta procesadora; generalmente viene a un 85% y se diluye con agua, para formar una solución del 5 al 8% de concentración, sirve para obtener chipa en el campo o coágulo en la finca.

5.3. Preservantes:

Se utiliza como protector de la oxidación, generalmente es el metabisulfito de sodio a una concentración del 3% para fabricar láminas ahumadas.

5.4. Desinfectante de cuchillas:

Se usa el formaldehído o formalina al 1%, de preferencia debe desinfectarse la cuchilla luego de picar cada árbol, para prevenir el contagio de enfermedades fungosas.

5.5. Fungicidas:

Son productos químicos que se usan para el control de enfermedades fungosas en el panel de pica o para curar y proteger otras partes de los árboles.

6. DIAMETRACIÓN Y MARCACIÓN DE TALLOS APTOS

Esta operación se recomienda hacerla al inicio del año, en el mes de enero, en época seca.

Con el diametrador se procede a tomar el grosor de los tallos a una altura de 1 metro del suelo, todos los que entran ajustados o no entran en la apertura (que corresponde a un diámetro de 15 cm) están en condiciones de ser explotados. Luego se procede a señalarlos en la parte superior del tallo con pintura, a fin de que sean identificados para poder obtener el recuento de la población por hectárea en condiciones de pica. El porcentaje no debe ser menor de 50 para poder iniciar la explotación.

7. EQUIPO DEL CAPORAL DE PICADORES

Un buen caporal de picadores debe estar preparado para resolver problemas imprevistos que se presenten en la plantación o verificar que se ha hecho una buena pica, por lo que se recomienda que lleve consigo:

- 2 cuchillas de pica
- tazas o guacales de repuesto
- calibrador de espesor de corteza
- morral de pita
- cinta métrica
- balanza de machete o de resortes
- piedra de afilar
- espitas de repuesto
- libreta de campo
- machete con vaina
- lápiz o lapicero

- ganchos de repuesto

8. EQUIPO DEL PICADOR

El picador, ejecutante de la labor de pica, debe contar con el equipo siguiente:

- cuchilla de pica
- piedra de afilar cuchillas
- recipiente para guardar hilacha
- cubeta de 5 galones para recolectar látex
- tambo de 17 galones para guardar látex
- marcador para control de consumo de corteza
- 2 botellas con ácidos anticoagulantes o coagulantes
- bote para desinfectante de cuchillas

9. NÚMERO DE ÁRBOLES APTOS

La pica puede principiar cuando por lo menos la mitad de la población de los árboles tienen un diámetro de 15 cm (6 pulgadas) a una altura de 1 metro sobre el nivel del suelo. Si se ha obtenido la población de árboles con tallos aptos para pica se procede al trazo de los paneles.

10. TRAZO DE PANELES

Con el rayador se traza una línea recta a lo largo del tallo o fuste del árbol, desde la unión del injerto hasta 1.50 metros de altura, para lo cual se usa la regla de madera, esta línea debe remarcarse con la cuchilla de pica y debe orientarse según sea el diseño de siembra.

Luego se usa el cordel. Colocando el nudo del centro sobre la línea marcada, se abraza el tronco con los extremos del cordel en el lado opuesto, haciendo coincidir los nudos de los extremos del cordel, se corre la mano sobre ambos extremos hasta juntarlos al tallo, sosteniendo con la otra mano ambos nudos de los extremos del cordel, allí se marca un punto con el rayador. Se repite esta operación un metro arriba del suelo y con la regla se unen los dos puntos, logrando así una línea recta que divide el tallo en dos mitades iguales, buscando orientar el panel hacia el surco en siembra en líneas en contorno o hacia el este en trazo en líneas rectas.

11. TRAZO DEL ÁNGULO DE PICA

Se utiliza la banderola de 30° colocando la regla contra el árbol, sobre una de las líneas marcadas verticalmente (la de la derecha), apoyando con el pie el extremo inferior de ésta sobre el suelo, con la lámina se rodea el tallo hacia la izquierda y se procede a trazar las líneas del panel con el rayador.

Con el marcador o el rayador se terminan de unir las líneas de control de consumo mensual de corteza, las cuales deben estar separadas a 2.5 centímetros (1 pulgada) para picas a cada 2 días ó 1.9 centímetros (3/4 pulgada) para picas a cada 3 días.

12. APERTURA DE PANELES

Luego del trazo de paneles se procede a realizar la apertura respectiva, operación que se realiza con la cuchilla de pica, consistiendo en desgastar la corteza 1.5 centímetros por encima de la línea que limita la altura del panel; para lograrlo se debe pasar varias veces la cuchilla para atravesar la corteza exterior y llegar a los tejidos internos, que son los que contienen el látex. En las picas subsiguientes (3-4) se llegará hasta el nivel de profundidad adecuado de 1 a 1.5 milímetros del cambium.

13. LÍNEAS DE TOPE

Previo al equipamiento del árbol, se hace un corte de poca profundidad en las dos líneas marcadas verticalmente, de un largo aproximado al consumo de un poco más de un año de pica, lo que indica donde comienza la pica en el extremo superior izquierdo y donde termina en el extremo inferior derecho, debiendo abrir el canal por donde corra el látex hacia la espita (canal de escurrimiento). Es importante insistir sobre la poca profundidad de las líneas de tope, ya que líneas muy profundas tienden a reducir el flujo de látex al aislarlo de los aportes laterales de los mantos laticíferos vecinos.

Las líneas de tope deberán revisarse al menos una vez al año para verificar que efectivamente se esté explotando la mitad exacta de los árboles.

14. EQUIPAMIENTO

A continuación de la apertura de paneles se procede a equipar el árbol. Consiste en colocar la espita a 8 centímetros abajo del corte en el extremo inferior derecho, al final del canal de escurrimiento, ésta no debe penetrar a demasiada profundidad, evitando así dañar el cambium. El gancho de alambre se coloca a una distancia de 10 centímetros abajo de la espita situando la taza sobre el aro. De esta manera queda el árbol preparado para iniciar su explotación.

15. ÉPOCA DE INICIO DE LA PICA

Una vez los árboles son debidamente equipados, se puede iniciar la labor de pica. Se recomienda iniciar la pica generalmente en el mes de abril, o sea a finales del verano, para que el árbol en el inicio de la producción no tenga que soportar el ataque severo de enfermedades en el panel, las que por lo general encuentran condiciones favorables para su desarrollo en la época lluviosa (a partir del mes de Abril).

No se recomienda nunca abrir paneles durante la época lluviosa o a principios de la época seca, pues en este último caso está próxima la fase de defoliación y refoliación de los árboles.

16. LA TÉCNICA DE PICA

16.1. Profundidad de la pica:

La pica es una operación práctica (técnica) que requiere una considerable destreza por parte del picador. Para obtener una buena producción la cuchilla a de cortar a una distancia de 1 a 1.5 milímetros del cambium, donde el mayor número de vasos laticíferos están situados.

La incisión de la corteza no debe llegar al cambium, tejido generatriz que promueve la regeneración de los tejidos liberianos después de la pica. Si ocurren heridas al tejido en el curso de la pica, hay una reacción de cicatrización, provocando malformaciones más o menos acentuadas en la corteza regenerada que redundarán en irregularidades difíciles de picar en el curso de los ciclos siguientes. También la pica demasiado profunda y sobre todo las heridas favorecen a las enfermedades del panel con las consecuencias graves que ellas implican.

16.2. Longitud del corte:

La longitud del corte está determinada no en valor absoluto, sino en relación a la circunferencia del tallo. La longitud máxima (100%) de un corte, es la espiral completa utilizada anteriormente en la intensificación de la pica para plantaciones viejas por renovar (pica a muerte) y no practicada en la actualidad.

Los sistemas usuales se refieren a fracciones simples: $1/2S$, $1/4S$. La media espiral ($1/2S$) es la longitud más usada en el mundo y consiste en dividir el tallo en dos lados iguales, picando uno solo de ellos en forma continua y luego proseguir con el otro; o bien alternar ambos lados en forma sistemática.

16.3. Inclinación del corte:

Cierto grado de inclinación del corte es necesaria para que el látex fluya a lo largo del canal hacia la taza recolectora.

El látex en los vasos laticíferos dentro de la corteza de los árboles corre en espiral desde la base hasta la parte alta del tallo en un ángulo hacia la derecha que varía de 3 a 5 grados desde la vertical. Por ello, un corte descendente desde el lado izquierdo al lado derecho debe seccionar un mayor número de vasos laticíferos.

La práctica considera las mayores condiciones de escurrimiento del látex sin derramarse en el corte de pica lo que conduce a fijar el ángulo de inclinación del corte en 30 grados en pica descendente y 45 grados en pica ascendente (pica inversa) (Figura 2).

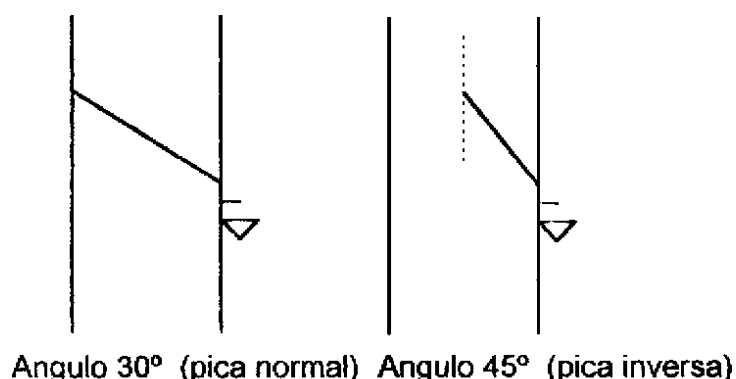


Figura 2. Inclinación del corte de pica (ángulo).

16.4. Altura del corte:

Cuando se inicia la explotación en una plantación en el sistema tradicional ($1/2 s d2$) se

recomienda trazar el panel (en lado A) a una altura apropiada (1.50 m del nivel del suelo) para que los picadores puedan tener a la vista el corte de pica que se encuentren realizando, ello permitirá que puedan controlar mejor su trabajo. Cuando se traslade la pica para la cara B se recomienda marcar el panel desde el vértice superior del panel A e iniciar la pica en éste (Cuadro 6).

Al regresar a la cara C, se debe iniciar el consumo a la altura de la marca de la cara A, a 1.5 metros.

Cuadro 6. Altura apropiada para apertura de paneles según la frecuencia de pica.

SISTEMA DE PICA	ALTURA DE APERTURA (M)
$\frac{1}{2}$ s d2	1.50
$\frac{1}{2}$ s d3	1.30
$\frac{1}{2}$ s d4	1.20

16.5. Consumo de corteza:

En cada pica, una tira de corteza de un grosor uniforme debe ser recortado a lo largo del corte, ésta debe ser suficiente para permitir una abertura completa de todos los vasos laticíferos obstruidos por el látex coagulado de la pica anterior. Este grosor varía según la frecuencia de pica, la condiciones climáticas y el clon.

El grueso de corteza consumida es usualmente determinado por la frecuencia de pica. El Cuadro 7 muestra el consumo de corteza y su relación con el sistema de pica.

Cuadro 7. Relación entre el sistema de pica y el consumo de corteza.

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN	CONSUMO DE CORTEZA POR PICA (mm)
$\frac{1}{2}$ s d2	1.0 – 1.2
$\frac{1}{2}$ s d3	1.2 – 1.5
$\frac{1}{2}$ s d4	1.5 – 1.8
$\frac{1}{4}$ s d3	2

Este control es necesario efectuarlo con el fin de proveer suficiente tiempo para una buena regeneración de la corteza.

Una buena guía de consumo es marcar en el tronco del árbol por medio de rayador o marcador el grosor de corteza a gastar por mes y por año (Figura 3).

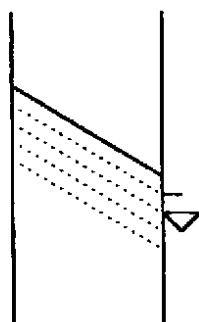


Figura 3. Marcaje de consumo de corteza mensual.

16.6. Horario de pica:

La presión de turgencia de los vasos laticíferos es más alta en las primeras horas de la mañana, cuando las condiciones de poca o nula luminosidad, temperatura fresca y humedad alta favorecen a que el látex fluya más fácilmente y por más tiempo, obteniendo por lo tanto un mejor rendimiento. Por consiguiente la pica debe iniciarse tan temprano del día como sea posible.

17. APERTURA DE NUEVOS ÁRBOLES EL SIGUIENTE AÑO

Técnicamente deben ingresar todos los árboles restantes durante el primer año siguiente a la apertura inicial. Para no tener heterogeneidad en el crecimiento de los árboles hay que evitar resiembras más allá del primer año de plantación.

La altura de paneles en que se ingresan los nuevos árboles debe ser la que corresponde a la altura en que va la pica de los primeros.

18. EFECTO DE LA PICA SOBRE EL CRECIMIENTO

La pica retarda el crecimiento de todos los árboles. Este efecto es más severo sobre árboles jóvenes que en árboles viejos y más marcado cuando la espiral de corte es mayor a la mitad de la circunferencia. Por lo tanto árboles con tallo delgado o inferior a las 6 pulgadas de diámetro no deben iniciarse a pica.

La detención del crecimiento de la corteza hasta de un 10 % en la circunferencia de los tallos, es la consecuencia inmediata de una pica precoz en árboles de tallo delgado y como resultado se puede tener la reducción en el potencial de producción y el apareamiento de problemas fisiológicos como el corte seco.

19. MANEJO DEL PANEL DE PICA

Definimos anteriormente que el panel de pica limita la zona de la corteza del tallo a explotar. Para que el tallo sea explotado lo más racionalmente posible, es necesario, desde la apertura del panel, establecer un sistema de explotación a largo plazo, basado en las condiciones particulares de cada clon y de la finca.

19.1. Cuidados:

El panel de pica debe siempre mantenerse limpio. El corte de pica debe ser hecho uniformemente (sin ondulaciones) y mantener una inclinación correcta del ángulo. Asimismo el canal de escurrimiento y la espita deben mantenerse limpios (sin látex coagulado) y con buena posición para que el látex corra fácilmente. También el gancho sostenedor y la taza deben estar bien colocados para recibir apropiadamente el látex. De lo contrario, el látex fluiría fuera del canal de pica, del canal de escurrimiento de la espita o de la taza, esta es una de las causas principales de pérdida de la producción.

Cualquier coagulación de látex abajo del panel debe ser removida para prevenir derrames y la acción enzimática de bacterias que dan lugar a contaminación del producto.

Bajo el panel de pica durante la época de mayores lluvias se desarrolla musgo, el que aparte de guardar humedad que favorece el desarrollo de hongos, puede causar contaminaciones cuando en la finca se trabaja para producir látex; por tal razón es imprescindible que sea eliminado manualmente con un metal o con pedazos de costal o nylon al menos 2 pulgadas abajo del corte de pica (Figura 4).

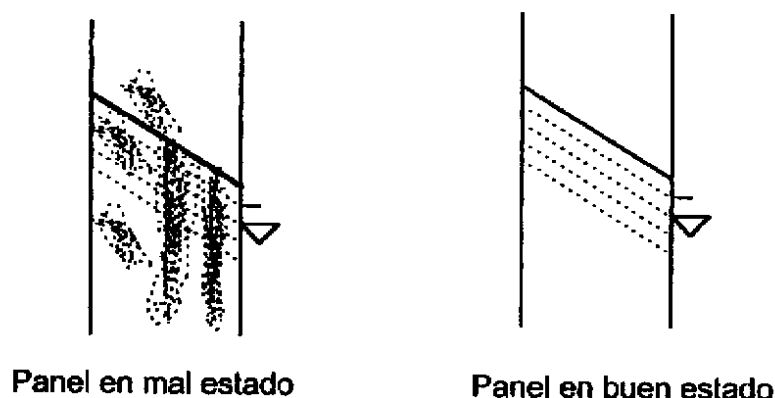


Figura 4. Cuidado e higiene del panel de pica.

20. CAMBIO DE PANEL

En el sistema de pica (1/2 s d2) los cortes en un árbol se hacen sucesivamente sobre el mismo lado (cara A) hasta consumirlo, luego se traslada al lado contrario (cara B) repitiendo la misma operación, en ambos casos en corteza virgen, para regresar al primer lado ya con corteza renovada (cara C) y finalizar en el lado contrario con corteza en iguales condiciones (cara D).

En los sistemas de pica de baja intensidad con uso de estimulantes que se emplean en clones de reciente introducción se debe tomar en cuenta el fenómeno denominado "freno de panel", el cual consiste en una interferencia provocada en un panel por la reducción de corteza, la cual interrumpe el paso de sustancias asimilables contenidas en la savia elaborada proveniente de las hojas de los árboles en el área de drenado hacia el corte de pica. Para evitar este problema los franceses han introducido nuevas técnicas de pica con alternancia de paneles, la cual permite a una zona afectada por la explotación beneficiarse con un periodo de reposo para el retorno al equilibrio fisiológico. La alternancia de paneles y la periodicidad de la misma depende del clon explotado. En GT-1 por ejemplo, la alternancia se realiza anualmente a partir

del tercer año, iniciando la pica en la cara B tomando como base el extremo superior de la cara A para trazar hacia la izquierda el nuevo panel, con el fin de evitar formar un corte en espiral completo.

La Figura 5 representa un esquema de la alternancia de paneles a cada año de pica bajo dicha técnica.

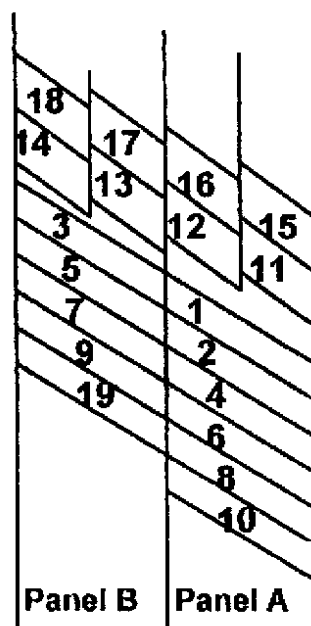


Figura 5. Alternancia de paneles de acuerdo a la edad de la plantación (en años).

21. ORGANIZACIÓN DE LA PICA

21.1. Asignación y división de tareas de pica:

El número de árboles asignados a picar por un picador en un día es llamado una tarea de pica.

Cuando una plantación inicia la fase de producción en el sistema S/2 d/2 se le asigna a un picador 2 tareas de pica, una de las cuales pica un día y la otra al día siguiente en forma alterna. La tarea de pica consta de 400 a 500 árboles dependiendo de la topografía del terreno.

En sistema de pica de baja intensidad S/2 d/3 se asignan 3 tareas de pica a cada picador, picando por lo tanto a cada 3 días cada tarea. Este sistema se debe acompañar con el uso racional de estimulantes.

21.2. Horario de pica:

En general para una buena organización del trabajo y para aprovechar el mayor flujo de látex, Jacob (1997) (6) recomienda implementar la pica en las primeras horas de la mañana (al iniciar el alba), pero en terrenos de topografía plana la pica se puede adelantar 2 a 4 horas proveyendo de luz artificial a los picadores y en terrenos de topografía irregular se puede adelantar la pica durante la época seca, para aprovechar al máximo la presión de turgencia dentro de los vasos laticíferos, factor primordial en el flujo de látex.

El látex fluye desde el corte por cerca de 5 horas a partir de la pica, disminuyendo progresivamente conforme la mañana transcurre ya que a esas horas la luz solar y la temperatura aumenta, lo que provoca que la planta transpire, principalmente por las hojas, y que ocurra el taponamiento de la salida de los vasos laticíferos del corte por coagulación del látex, reduciendo su flujo. Por consiguiente las picas no deben hacerse más allá de las 9 de la mañana cuando el tiempo lluvioso así lo permita.

Picas tardías son solamente admisibles cuando el inicio de la pica es retrasado debido a árboles húmedos en la época lluviosa no debiendo iniciar más allá de las 8 de la mañana, con ello se rescata aproximadamente de un 60 a 70 % de la producción de ese día (dependiendo de la zona y el clon).

22. EL TIPO DE PRODUCCIÓN

El tipo de producción de chipa o coágulo de taza es el más sencillo y consiste en la coagulación del látex con ácido fórmico directamente en la taza. Para la elaboración de coágulo se requiere de la conservación del látex de campo con una solución de sulfito de sodio y su posterior coagulación con ácido fórmico en el casco de la finca. La producción de látex requiere de la preservación del látex con amoníaco y otros químicos bactericidas, que posteriormente se almacena o envía al beneficio.

Tanto la producción de coágulo como la de látex dan origen a pequeñas chipas, que se producen posterior a la recolecta de látex en el campo, a estas se les denomina chipa de segunda, la cual es aproximadamente un 10% de la producción total. Como un subproducto generalizado se encuentra el coágulo de látex que se forma sobre el canal de corte y espita, al cual se le denomina hilacha o cinta.

Debido a la complejidad del manejo, al látex se le considera como el tipo de producción más delicada por los grados de contaminación permitidos, seguido por el coágulo que requiere un manejo similar; a éste se le considera un producto de dificultad intermedia y por último la chipa de primera cuyo manejo a nivel de campo es más sencillo que los anteriores.

23. LABOR DE PICA

La labor de pica es la más importante de una plantación de hule Hevea, ya que a través de la misma se extrae el producto que se comercializa. Además, de la labor de pica depende el rendimiento y la vida económica de una plantación. El procedimiento normal que un picador sigue para realizar su labor es el que se describe a continuación:

- a) Quita la chipa de la taza o guacal y la deposita en la cubeta que trae consigo.
- b) Quita la hilacha que está pegada sobre el corte de pica y el canal de escurrimiento y procede a guardarla por separado.
- c) En el extremo superior del canal o zona de incisión realiza con la cuchilla el corte hacia atrás hasta el canal de tope con el fin de picar exactamente la mitad del árbol y calcular la cantidad de corteza a consumir.
- d) Inmediatamente coloca la cuchilla en posición de realizar la pica, haciendo cortes de unos 4 a 5 centímetros de largo, sin volver la cuchilla, halándola siempre hacia atrás. Conforme el picador realiza la pica debe desplazarse hacia atrás para finalizar en el extremo inferior

del canal, con la cuchilla bien posicionada. Al final la porción de corteza consumida en el corte debe tener un espesor uniforme de aproximadamente 1 a 1.5 milímetros, según el sistema de pica que se maneje.

- e) Antes de que el látex llegue a la espita y a la taza, el picador debe quitar cualquier resto de hule coagulado, material extraño o pedazo de corteza que se encuentre depositado en las mismas. Tal precaución es necesaria para evitar derrames en el canal de escurrimiento inmediato a la espita, así como reducir el riesgo de contaminación del látex.
- f) Si se trata de manejo de coágulo coloca en la taza 6 a 8 gotas de sulfito de sodio al 5% que sirve de anticoagulante para el látex. Si se trata de manejo de látex, coloca en la taza una solución de amoníaco al 2% que actúa como preservante del mismo. Las concentraciones del amoníaco como de sulfito dependerán principalmente de la planta procesadora a donde se entregue el producto. Estas soluciones, según el caso, el picador las lleva en un recipiente cuya tapadera tiene un pequeño agujero, por donde vierte su contenido hacia la taza.
- g) Inmediatamente se procede de la misma forma con el árbol siguiente y así sucesivamente, hasta finalizar lo más temprano posible para lograr un buen escurrimiento de látex en toda la tarea de pica.
- h) Si se trata de manejo de chipa, el procedimiento consiste en la recolección de la chipa producto de la pica anterior, sin colocar en la taza ningún químico, sino hasta después de terminada la labor de pica habiendo transcurrido un tiempo prudencial de 2 a 3 horas, para que fluya el látex, agregando una solución de ácido fórmico del 5 al 8% (2.8 cc de solución/taza de 1 litro de capacidad) para coagular el látex directamente en la taza.

24. RECOLECCIÓN DEL PRODUCTO

La recolección del látex ya sea para coágulo o para entrega de látex se realiza cuando la mayoría de árboles de una plantación han dejado de gotear, lo que depende principalmente de factores como:

- El clon: existen clones con mayor tiempo de goteo, que otros.
- Época del año: durante la época seca el periodo de goteo y el rendimiento del látex son menores, reduciéndose hasta en un 60 % con relación a lo que se produce en época de lluvia, cuando el látex es menos concentrado.
- Uso de estimulantes: cuando una plantación es estimulada con productos como Ethrel, ésta presenta un mayor tiempo de goteo en cada pica, por lo que la producción por cada pica aumenta.

En nuestro medio, sin estimulación el horario de recolección de látex durante la época lluviosa se realiza de 11:00 a 12:30 a.m.; y en época seca se hace de las 10:00 a 11:00 a.m. En lugares donde tiende a llover en las primeras horas de la tarde, la recolección se debe hacer antes de las lluvias.

Cuando se aplica estimulante, la recolección se debe realizar después de las 12:00 horas para aprovechar el máximo tiempo de goteo e incluso se puede hacer una recolección extraordinaria en horas de la tarde. Lo anterior está sujeto al límite de tiempo que imponga la hora de inicio de las lluvias. Es importante considerar que este aumento de producción representa del 15 al 25% de la misma.

La recolección de hilacha, chipa y látex la realiza el picador en su respectiva tarea. La chipa la deposita en recipientes generalmente plásticos. No se recomienda colocar la chipa sobre el suelo pues se contamina con tierra, piedras u otros objetos, reduciendo la calidad del producto y lógicamente su precio. Tampoco se debe colocar la chipa en sacos de polipropileno (sacos de fertilizantes) ya que los hilos o residuos de caco que se pegan a la misma reducen su calidad y precio.

El caporal de picadores ubica de uno a dos lugares a donde se dirigen los picadores a entregar el producto. Para el efecto el caporal usa una balanza de resorte o de machete para pesar el producto, el que se pesa separadamente por sectores o tareas, que en el mejor de los casos, corresponden a lotes monoclonales, de manera de ir generando datos que muestren la evolución de la producción y rendimiento en las diferentes secciones de la finca. La hilacha, chipa y látex se pesan en kilogramos y por separado, y se anota el peso de cada uno de esos productos en la libreta o cuaderno que el caporal tiene para el efecto. Una vez que finaliza la jornada, los picadores deben entregar la herramienta y equipo utilizado, limpio.

25. HIGIENE DEL PRODUCTO

El manejo del látex exige el cumplimiento de ciertas normas de higiene para evitar una contaminación bacteriana del producto. Para eso el heveicultor cuenta con tres herramientas: limpieza, desinfección y aplicación de químicos bactericidas.

De los tres la más importante es la limpieza que debe de ser debidamente controlada para que se realice en los guacales, espitas, cubetas, tambos y recipientes de todo tipo que entren en contacto con el látex de campo. No basta con limpiar una o dos veces al año el equipo. En cambio la limpieza debe de ser una labor de supervisión diaria. La vigilancia de este aspecto debe de constituir una labor rutinaria en las fincas productoras de látex.

Con respecto a la desinfección, ésta debe de hacerse con formaldehído o formol en concentraciones del 2% hasta el 5% dependiendo del grado de contaminación. Si se realiza en forma consecutiva se hace con dosis bajas. Generalmente se desinfectan las cubetas y tambos una vez al año o más; los tanques o pilas de acopio una vez por semana; los guacales sólo bajo condiciones de extrema contaminación y bajo una fuerte supervisión para evitar complicaciones posteriores.

Los beneficios cuentan con sus propios productos para evitar el desarrollo de bacterias dentro del látex por medio de químicos bactericidas. Son ellos los que los brindan e informan de las dosis necesarias que las empresas recomienden. Su aplicación es fácil y consiste en una gran ayuda para el mantenimiento de una buena calidad del producto.

Una vez finalizada la jornada los picadores deben entregar la herramienta y los equipos de pica y de recolección utilizados, limpios y en buen estado, se colocan boca abajo dentro de la bodega, la que de preferencia debe tener un piso de cemento para que escurra toda el agua con la que fueron lavados. En similar estado de limpieza también se les debe de entregar en la mañana siguiente para la nueva pica.

Para concluir se debe decir que la chipa, hilacha, coágulo, y látex no deben estar expuestos a la luz, al agua, a la tierra ni a otros contaminantes que degraden su calidad de materia prima de campo ya que esto redundaría en el precio que pueda alcanzar el producto.

También es muy importante tomar en cuenta que el agua usada como solvente de productos químicos empleados en el manejo de la producción, según el tipo de la misma, y en la higiene del producto, debe estar libre de impurezas, limo y arcilla que puedan provocar interferencia en la efectividad de las soluciones empleadas.

CAPÍTULO X

LA SUPERVISIÓN DE LA PICA

La pica es la labor cultural que se realiza para extraer el látex de los árboles de Hevea y requiere de cierta técnica para realizarla, por lo que debe estar sujeta a supervisiones constantes. Los principales indicadores de una mala técnica de pica son el rendimiento (producción) de los árboles, la calidad del producto y el estado físico del panel de pica, aspectos hacia los cuales está enfocada la supervisión, a través de la observación y evaluación de los parámetros que intervienen en la pica. La supervisión de la pica se debe realizar a cada 30 días (al final del mes) y en lo posible debe ajustarse a las condiciones de trabajo de cada finca en particular.

1. METODOLOGÍA

La supervisión de la pica se realiza en los paneles de 25 árboles de cada sector de pica de las tareas asignadas a cada picador, es decir, A y B para un sistema d2 (50 árboles en total) o A, B y C para un sistema d3 (75 árboles en total), elegidos al azar por el caporal de pica, quien es la persona encargada de realizarla. La evaluación se realiza con la ayuda de una boleta en la que están registrados y enumerados todos los parámetros, los cuales se detallan a continuación.

2. PARÁMETROS A EVALUAR

2.1. Horarios:

Se refiere al cumplimiento en el horario establecido para la realización de la pica, tomando en cuenta el horario de inicio y de terminación de la misma. Estos horarios dependen de la época del año, del sistema de explotación utilizado y de la utilización o no de estimulantes. En términos generales la pica debe iniciar lo más temprano posible en la mañana (madrugada) para terminar 1 ó 2 horas más tarde (en promedio).

2.2. Disciplina y asistencia al trabajo:

Se refiere a la disciplina y constancia que demuestre el picador en la realización de la pica.

2.3. Heridas:

Se consideran como heridas las lesiones o toques de madera provocados al panel como consecuencia de una pica muy profunda, las cuales además pueden provocar como consecuencia un cese parcial de látex a lo largo del corte de pica y la regeneración anormal de la corteza, además de constituir una entrada a agentes patógenos.

2.4. Profundidad:

Estudios histológicos han demostrado que la profundidad adecuada de pica es hasta 1 milímetro antes de llegar a la zona de regeneración de la corteza o cámbium, pues es en esta

zona en donde se encuentra la mayor cantidad de vasos laticíferos. La profundidad debe evaluarse en la parte alta, media y baja del corte de pica con la ayuda de un punzón aplanado en la punta y graduado en milímetros. Si la profundidad es menor de 0.5 milímetros o mayor de 1 milímetro antes de alcanzar el cámbium ésta se considera como mala en la evaluación.

2.5. Ángulo:

Se refiere a la inclinación con que se realiza el corte de pica, el cual está en función del sistema de explotación utilizado, es decir, en pica descendente el ángulo debe ser de 30 grados y en pica ascendente, de 45. El ángulo se mide con la ayuda de una banderola, aunque un hombre con la suficiente experiencia de campo puede hacer una evaluación objetiva a simple vista.

2.6. Límites del panel:

Este parámetro se refiere a la longitud del corte de pica, el cual está delimitado por dos líneas de tope que limitan el inicio y el final del mismo. Estas líneas de tope también limitan la porción del tronco del árbol a ser explotada de acuerdo a cada sistema, por ejemplo, $\frac{1}{2}$ espiral (s2) o $\frac{1}{4}$ espiral (s4). El corte de pica debe extenderse dentro de estos límites.

2.7. Consumo de corteza:

Se refiere al grosor de la tira de corteza cortada durante la pica (consumo), el cual también está en función del sistema de explotación utilizado, como lo muestra el Cuadro 8.

Cuadro 8. Consumo de corteza de acuerdo al sistema de explotación utilizado.

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN	CONSUMO DE CORTEZA (mm)
$\frac{1}{2}$ s d2	1.0 – 1.2 (picando 6 días de 7)
$\frac{1}{2}$ s d3	1.2 – 1.5 (picando 6 días de 7)
$\frac{1}{2}$ s d4	1.5 – 1.8
$\frac{1}{4}$ s d3	1.8 – 2.0

Según Benoit Duval (3), para la evaluación de este parámetro se debe tomar en cuenta el consumo que se hace en la apertura del panel (10 mm) y en la reapertura del mismo (5 m). Un alto consumo de corteza disminuye la vida útil del panel de pica, mientras que lo contrario afecta a la producción porque impide que los vasos laticíferos se abran.

2.8. Marca de consumo de corteza:

Se refiere a las marcas que se hacen sobre la corteza en la parte inferior del panel de pica para indicar el consumo de corteza a realizar en un periodo de tiempo dado, generalmente un mes, las cuales también están determinadas por el sistema de explotación utilizado, tal como lo muestra el Cuadro 9.

Cuadro 9. Marca del consumo de corteza de acuerdo al sistema de explotación utilizado.

SISTEMA DE EXPLOTACIÓN	MARCA DEL CONSUMO (pulgadas)
$\frac{1}{2}$ s s2	$\frac{3}{4}$ - 1 (en corteza virgen) 1 - 1 $\frac{1}{4}$ (en corteza regenerada)
$\frac{1}{2}$ s d3	$\frac{1}{2}$ - $\frac{3}{4}$
$\frac{1}{4}$ s d3	$\frac{1}{2}$

2.9. Limpieza:

Este parámetro se refiere a la higiene que se debe mantener tanto en el equipo del árbol (taza recolectora o guacal, gancho y espita), como en el panel de pica y abajo del mismo, sin importar la clase de producto cosechado.

2.10. Casos particulares:

Los casos particulares se refieren a los árboles que se han quedado sin picar ya sea por falta de equipo o por olvido del picador, árboles a los cuales no se recolectó el producto o árboles que presentan derrames de látex desde el panel de pica.

3. EVALUACIÓN

La evaluación consiste en la verificación y registro, en cada árbol, de cada uno de los parámetros en una boleta, mediante un cheque ($\checkmark$) si el parámetro se considera adecuado o una equis (x) si el parámetro se considera no adecuado, como se muestra en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Boleta de evaluación de los parámetros para la supervisión de la pica.

FINCA: _____ # DE TAREA: _____
NOMBRE: _____ MES: _____
FECHA: _____ CODIGO: _____
SUPERVISOR: _____
DESARROLLO DE LA PICA: _____

	15	20	10	5	5	5	10			5	5
ARBOL #	HERI DAS	PRO FUNDI DAD	ANGU LO	LIMITE DE PA NEL	CON SUMO	MAR CA CION	GUA CAL	ESPI TA	PA NEL	A. OLVI DA DOS	DE RRA MES
1											
hasta											
25											
TOTAL											
Coefficiente											
PUNTEO											

Promedio: _____

Firma Supervisor

CALIFICACION	
1 Promedio técnico (80%)	
2 Responsabilidad:	
Hora entrada (5%):	
Hora salida (5%):	
3 Disciplina y Asistencia (10%):	
PUNTEO TOTAL	

Cada uno de los parámetros tiene un valor asignado, que es proporcional al número total de árboles evaluados en cada boleta (25), cuya sumatoria es igual a 100, es decir la puntuación máxima si todos los árboles evaluados presentan todos los parámetros adecuados. Los valores asignados a cada parámetro para su evaluación se presentan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Valores propuestos para la evaluación de los parámetros para la supervisión de la pica.

PARÁMETRO	VALOR PROPORCIONAL POR ÁRBOL POR PARÁMETRO	VALOR TOTAL POR 25 ÁRBOLES EVALUADOS
Horario de entrada		5
Horario de salida		5
Disciplina y asistencia		10
Heridas	0.60	15
Profundidad	0.60	15
Ángulo	0.40	10
Límites del panel	0.40	10
Consumo		10
Consumo	0.20	
Marca de consumo	0.20	
Limpieza		10
Guacal	0.13	
Espita	0.13	
Panel	0.13	
Casos particulares		10
Árboles olvidados	0.20	
Derrames de látex	0.20	

Al final de la supervisión se procede a totalizar (en la boleta) los árboles que presentan los parámetros adecuados; luego se multiplica dicho valor por el valor porcentual asignado a cada parámetro y finalmente la sumatoria de los valores de todos los parámetros constituye el 80 % de la calificación total. El 20 % restante corresponde a la sumatoria de los valores asignados a los parámetros contenidos en el encabezado de la boleta (horarios y disciplina) para el 100 % de la calificación.

Cada boleta corresponde a un sector de pica evaluado, por lo que es necesario promediar los valores obtenidos en cada una para obtener una calificación global de todos los sectores para cada uno de los picadores. De acuerdo a dicha calificación es posible clasificar a los picadores en rangos, los cuales se detallan en el Cuadro 12.

Cuadro 12. Rangos de picadores de acuerdo a la evaluación de la supervisión de la pica.

RANGO	CALIFICACIÓN
EXCELENTE	95 – 100 puntos
MUY BUENO	90 – 95 puntos
BUENO (con enmiendas a realizar)	85 – 90 puntos
CORREGIR	80 – 85 puntos
MALO	75 – 80 puntos

CAPÍTULO XI

OTROS SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

1. PICA INVERSA

Es importante saber que la pica inversa es especialmente indicada para aquellos árboles que tienen más de 10 años de pica. Por aparte la altura idónea en el tronco va de 1.5 a 2.5 metros de altura, ya que es en esa parte donde existe alta concentración de azúcares precursores de la síntesis del látex.

Existen otras consideraciones técnicas que hacen necesario el uso del dicho sistema, las cuales se describen a continuación:

1.1. Paneles deteriorados:

Este sistema de pica es especialmente indicado para aquellos árboles a los que por razones de un mal trabajo o por afecciones de enfermedades, se les ha destruido el panel bajo, al extremo de no ser posible ya trabajarlos en el sistema tradicional, porque su regeneración de corteza ha sido imposible o se ha dado con excesiva formación de nudos.

1.2. Paneles secos:

Existe el caso de plantaciones en las cuales el porcentaje de Corte Seco (desorden fisiológico que se describe en el capítulo de Enfermedades) en los árboles es muy elevado a la altura en que se pica normalmente y se debe buscar la manera de explotarlos con los mejores resultados posibles en una parte alta del tallo, lo más alejada posible de la zona que presenta este problema.

1.3. Regeneración deficiente del panel:

Este es un caso muy frecuente en nuestro país. Se presenta en aquellas plantaciones en las cuales se han consumido las caras A y B y la regeneración no permite volver a trabajar sobre ellas, por presentar una corteza muy delgada.

En los tres casos mencionados anteriormente, puede aplicarse la utilización del sistema de pica descendente pero en panel alto. El inconveniente es que para realizar este trabajo se hace necesario utilizar escaleras, horquetas o algún accesorio que permita al picador hacer su labor de pica aunque con mucha dificultad. Con el sistema de pica inversa, el picador trabaja desde el suelo, cambiando únicamente la cuchilla o el tipo de ésta.

La pica inversa en estas condiciones viene a contribuir a la explotación de estas plantaciones, evitando el uso de escaleras, haciendo mejor uso de la mano de obra, permitiendo una economía en el consumo de corteza y aprovechando eficazmente aquellos árboles afectados por Corte Seco.

La mayor parte de elementos que alimentan la planta y ayudan a la formación de látex son sintetizados y procesados en las hojas. El desgaste de los paneles bajos crea una zona rica en azúcares a una altura de 1.8 a 2.5 metros del suelo; además la fuerza de gravedad hace que la cantidad de látex que fluye de los vasos laticíferos sea mayor cuando viene hacia

abajo, siendo entonces similar la producción en pica inversa ($S/4$ d/3) respecto a la pica descendente ($S/2$ d/3).

2. PASOS PARA ABRIR PANEL EN PICA INVERSA

2.1. Identificar la zona a picar:

Se decide la altura a la que se puede y conviene picar.

2.2. Medir el cuarto de espiral:

Se toma como guía la mitad que ya se ha delimitado con la línea de tope en el panel bajo original, dividiendo su longitud en dos secciones, obteniendo $\frac{1}{4}$ de panel.

2.3. Trazo de líneas de tope:

Medido y marcado el cuarto de espiral, se mide y marca a 50 centímetros más arriba. Luego en la parte inferior se realiza el corte, abriendo panel con ángulo de 45° .

2.4. Colocación del equipo:

Se efectúa la colocación de la taza, el alambre o gancho y la espita.

La realización práctica de este sistema implica los cambios siguientes:

- La utilización de $\frac{1}{4}$ de espiral en los paneles.
- El aumento del ángulo de pica hasta 45 grados de inclinación en el trazo de los nuevos paneles, para evitar derrames excesivos de látex.
- La utilización de una gubia (cuchilla) especial con mango largo para la pica.
- El mantenimiento de un canal inferior, del canal de escurrimiento y del tablero limpios, para conducir el látex directamente a las tazas.
- El uso de estimulante a una concentración del 5%, durante el invierno.
- El balanceo o cambio anual de los paneles.
- Una intensidad de pica a cada 3 días ($S/4$ d/3).
- Un consumo de corteza de 2 milímetros por pica.

Los paneles se trazan tomando en consideración los aspectos señalados inmediatamente arriba de donde se inició la pica de los paneles bajos.

La pica bajo este sistema se hace en forma ascendente, empujando la cuchilla y efectuando el corte de derecha a izquierda; el látex tiende a correr adherido al corte en su mayor parte y lo que tiende a derramarse es recibido por el canal inferior que lo conduce a la taza.

Al término de un año de pica, se efectúa el cambio de panel, éste se abre al lado izquierdo y se traslada el equipo de pica a su nueva posición y en igual forma los otros años hasta completar 4. Cuando se inicia el quinto año de pica, el panel se abre arriba del primer año de consumo de este sistema dejando unos 2 centímetros de corteza para formar el canal inferior de recolección.

Después de 8 años de pica inversa se puede regresar al panel bajo que tenga corteza renovada con 8 milímetros de espesor.

Las razones para el balanceo anual de paneles en la pica inversa por la altura a la que se trabaja son: mejor utilización del tallo al reducir el ancho del panel a un cuarto de espiral, control en el consumo anual de corteza y evitar un distanciamiento excesivo entre el corte y la espita.

La figura 6 muestra un esquema de un panel para picar con pica inversa:

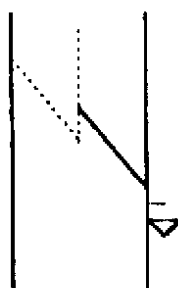


Fig. 6. Panel de pica inversa.

3. NORMATIVA DE CIERRE

El cierre de una plantación en pica depende de parámetros técnicos como bajo rendimiento, baja densidad de población, disponibilidad de clones nuevos mejorados; así como de parámetros económicos, tales como baja rentabilidad, falta de mano de obra y precio del hule.

4. PICA INTENSIVA

Una explotación intensiva se realiza en una plantación adulta en base a factores técnicos, como por ejemplo, cuando se tiene una densidad menor de 200 árboles por hectárea o con una producción menor de 800 kilogramos de hule seco por hectárea por año, así también basado en factores económicos, como precio del hule seco.

Existen dos modalidades de establecer la pica intensiva dependiendo del tiempo que el sistema se vaya a utilizar, los cuales se describen a continuación:

4.1. Pica intensiva moderada:

Cuando se vaya a explotar por 2 a 5 años la plantación, utilizando una doble pica, la cual consiste en la explotación simultánea de 2 paneles, uno en tablero alto en pica inversa y otro en tablero bajo en pica descendente, con una intensidad de pica a cada 3 días y empleo de estimulante al 5% en el panel alto y 2.5% en el panel bajo ($1/2S$ d/3 6d/7 todo el año, y $1/4S$ d/3 6d/7) con 8 estimulaciones por año, únicamente en invierno.

4.2. Pica intensiva fuerte:

La pica intensiva fuerte se emplea por 1 a 2 años haciendo uso de $1/2$ espiral en pica ascendente con estimulación al 5% y $1/2$ espiral en pica descendente, con 10 estimulaciones al 2.5 % por año.

CAPÍTULO XII

CLONES COMERCIALES

Los clones comerciales se clasifican en clones orientales o susceptibles a la Enfermedad Suramericana de la Hoja, incitada por *Microcyclus ulei*, y clones resistentes.

Los clones orientales provienen esencialmente de la especie *Hevea brasiliensis*, por lo que generalmente tienen alto rendimiento en hule seco, pero son susceptibles al *Microcyclus*. Los clones resistentes, resultan de cruces de las especies *H. brasiliensis* y *H. benthamiana*, por cuya razón tienen resistencia a *Microcyclus* pero con menor potencial de rendimiento en relación a los orientales.

Algunos ejemplos de clones orientales que se siembran en la costa sur de Guatemala son los siguientes:

RRIM 600	RRIM 614	RRIM 527	RRIM 703
PB 86	PB 28/59	PB 217	PB 235
PR 255	PR 261	PB 260	GT 1 AVROS 1581

Por otro lado, algunos de los clones resistentes que se siembran en la costa norte de Guatemala son los siguientes:

IAN 710	IAN 717	IAN 873	IAN 713
GU 198	GU 2252	GU 451	FX 3864
FX 2261	FX 4098		

Las condiciones de lluvias más prolongadas y alta humedad relativa del ambiente (que conducen a una estación seca corta o a veces imperceptible) en la costa norte de Guatemala favorecen el desarrollo de *Microcyclus*, por cuya razón se recomienda sembrar sólo clones resistentes.

Debido a que la época seca es en general prolongada (unos 4 a 6 meses) en la costa del Pacífico, el *Microcyclus* no encuentra condiciones favorables para su desarrollo, ya que el proceso de la defoliación-refoliación natural de los árboles se lleva a cabo en época seca, lo cual permite sembrar clones susceptibles a la enfermedad mencionada sin mayores problemas, por lo que se le llama una "zona de escape" de dicha enfermedad.

CAPÍTULO XIII

LA ESTIMULACIÓN

La estimulación del Hevea es un medio por el cual se puede mejorar la productividad del cultivo, mediante la extracción más eficiente de la producción, como efecto de la prolongación y facilitación de la circulación del látex y de la activación de los mecanismos de su regeneración.

Esto se logra mediante la aplicación de sustancias químicas en el área de corte de pica para hacerlas intervenir en los procesos físico químicos de la producción de látex. El etefón (ácido 2

cloro etil fosfónico) es la materia activa que induce la liberación de etileno en el sistema laticífero y que a su vez causa el efecto estimulante en el árbol.

Lo que se pretende con la estimulación es alcanzar la plena capacidad de producción de los árboles de hule, según el clon, la edad y el metabolismo de los mismos, reduciendo la frecuencia de pica con el objetivo de no sobre explotar los árboles. En caso de picas a cada tres días esto conlleva a una reducción del 33% de la mano de obra empleada en la explotación, y en picas a cada cuatro días un 50 %, comparado con el sistema tradicional de pica a cada dos días y por consiguiente a una reducción en el costo de producción.

Otras de las ventajas de la estimulación son: la reducción en el consumo de corteza por el menor número de picas que se practican a cada árbol, la prolongación de la vida útil del árbol, menor número de árboles con Corte Seco, menor incidencia y severidad de enfermedades del panel de pica por mayor tiempo de cicatrización del corte y por lo tanto reducción en los gastos de control fitosanitario, mejor manejo del panel de pica y del aprovechamiento de la pica intensiva.

El presente módulo ha sido actualizado incluyendo las sugerencias del Dr. Eric Gohet realizadas durante la Misión de Fisiología y Explotación en Guatemala, 1,998 (5).

1. METODOLOGÍA

Existe toda una metodología de la estimulación que siguiendo las recomendaciones del CIRAD-CP toma en consideración las variables siguientes: clon, edad y metabolismo de los árboles, disminución de la frecuencia de pica, frecuencia de la estimulación, materia activa, producto comercial, concentración del estimulante, métodos, horario de aplicación, forma de aplicación, cantidad de mezcla estimulante a aplicar, equipo de aplicación, época de aplicación, preparación de la mezcla estimulante, división de tareas en la aplicación y recolección del producto, que se describen a continuación:

1.1. El clon, el metabolismo de los clones y las reservas de azúcar:

En Guatemala se cultivan "clones" de hule. Un clon es una planta reproducida en forma asexual, en el cultivo de hule mediante la injertación. Las características fisiológicas de un clon se determinan genéticamente. Cada clon tiene características propias que determinan su sensibilidad y capacidad de respuesta a la Estimulación; esto es lo que se conoce como "metabolismo" y de él depende mayormente el Sistema de Explotación y Estimulación a adoptar. El metabolismo de los clones puede ser rápido, medio o lento. Otro término que es indispensable conocer de los clones es lo que se refiere a las "Reservas de Azúcares", el cuál nos indica conjuntamente con el metabolismo la intensidad de estimulación que soporta un clon determinado.

En Guatemala el Clon más cultivado es RRIM 600 que tiene un "metabolismo medio" y en nuestro país se considera que posee un nivel medio de "Reservas de azúcar", actualmente se están introduciendo nuevos clones con diferentes tipos de "Metabolismo" y "Reservas de azúcar".

Algunos de los clones más cultivados en las plantaciones de Guatemala son los siguientes:

- RRIM 600

- GT 1
- IAN 873

En el Cuadro 13 se muestra el metabolismo y las reservas de azúcar de los clones más cultivados en Guatemala.

Cuadro 13. Metabolismo y reservas de azúcar de los clones más cultivados en Guatemala.

RESERVA DE AZUCAR		METABOLISMO DE LOS CLONES		
		LENTO	MEDIO	RAPIDO
	BAJA	AV-2037		
	MEDIA	PB-86	RRIM-600, RRIC 100, GT 1, PR 107	PB 235, PB 260, PB 255, PR 255, IRCA 18
	ALTA		PB 217, IRCA 19, IRCA 41.	IRCA 230

1.2. Intensidad de estimulación:

La intensidad de estimulación se basa en el metabolismo de los clones y la Reserva de azúcares que posean. En general:

- A medida que es mas rápido el metabolismo se debe disminuir la estimulación.
- A medida que es menor la Reserva de azúcares se debe disminuir la estimulación.

La intensidad de estimulación debe ser:

- Baja, para clones de metabolismo medio y bajas reservas de azúcares o para clones de metabolismo rápido y reservas medianas de azúcares.
- Media, para clones de metabolismo lento y bajas reservas de azúcares, para clones de metabolismo medio y reservas medias de azúcares, o para clones de metabolismo alto y reservas altas de azúcares.
- Alta, para clones de metabolismo bajo y reservas medias de azúcares o para clones de metabolismo medio y reservas altas de azúcares.

Para clones que no se conoce su metabolismo y reservas de azúcar se deberá aplicar una intensidad media, con el fin de disminuir riesgos en las aplicaciones.

1.3. Estimulación y disminución de la frecuencia de pica:

Para utilizar plenamente las posibilidades de la estimulación sin tener efectos secundarios indeseables debido a la sobre explotación, ni tampoco provocar una baja de la producción, es preciso adoptar para cada clon, el sistema de explotación idóneo, resultado de una buena combinación entre la frecuencia de pica, que es el número de días entre cada pica y el número de estimulaciones por año:

La estimulación implica una reducción de la frecuencia de pica de S/2 D/2 (cada dos días), a una frecuencia mayor de pica a cada 3, 4 y 5 días y combinaciones de las mismas, según sea

el sistema de explotación elegido"

1.4. Número de estimulaciones por año:

El número de estimulaciones por año va íntimamente relacionado con el metabolismo de los clones (clasificados en rápido, medio o lento), las reservas de azúcar y la frecuencia de pica. En función del clon y de la edad de los árboles, está el número de estimulaciones por año que se recomiendan para cada caso particular. Para la costa sur, a modo de ejemplo para una pica en 1/2S d/3 6 d/7 ó d/4 6 d/7 ET 2.5% Pa 0.7 - 1.0, se describe en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Número de estimulaciones y cantidad de Etefon (ingrediente activo) por año según el metabolismo de los clones, las reservas de azúcar y la edad de los árboles.

			No. estimulaciones e ingrediente activo/año según edad de pica			
Metabolismo	Reservas de Azúcar	Intensidad Estimulac.	EDAD 1 a 4 años	Ingrediente activo/año	EDAD 5 años a más	Ingrediente activo/año
Rápido	Bajas	Baja	0 - 2 / AÑO	0 - 35 mg	2 - 4 / AÑO*	40 - 80 mg
Medio	Media	Media	3 - 6 AL AÑO	52 - 104 mg	6 - 8 AL AÑO	120 - 160 mg
Lento	Altas	Fuerte	8 AL AÑO	140 mg	10 AL AÑO *	200 mg

* Referencias de otros países.

Fuente: Dr. E. Gohet. Misión de Explotación y Fisiología, 1,998 (5).

Cuando la frecuencia de pica es cada 4 días (1/2 s d4) se pueden realizar 2 estimulaciones más por año, con el fin de recuperar en cierta forma la producción perdida por un intervalo menor de pica.

Del año 11 de pica en adelante, según el clon, en árboles a implementar pica ascendente (1/4S d/3) se pueden realizar 8 estimulaciones por año con ET 5% Pa 1.0.

En el caso de plantaciones viejas con explotación sobre primera o segunda regeneración de corteza, se pueden hacer de 6 a 8 estimulaciones por año en pica 1/2 S d3 con ET 2.5% Pa 1.0. Si se implementa la pica ascendente en estas plantaciones, se puede hacer igual número de estimulaciones por año aumentando la concentración del estimulante al 5% y aplicando 1 cc de mezcla estimulante por árbol.

En la Costa Norte y del Caribe, siempre en plantaciones adultas, dependiendo del clon probablemente pueda aumentarse el número de estimulaciones a 10 por el régimen de precipitación pluvial más uniforme durante el año, asunto que debe determinarse a través de ensayos experimentales en esta región.

1.5. Época de aplicación:

Debe haber suficiente humedad en el suelo y humedad relativa, por lo que se recomienda estimular sólo durante la estación lluviosa. Las primeras estimulaciones en la época lluviosa pueden iniciarse luego de la primer lluvia intensa (20 mm). En caso de que se suspendan las lluvias debe suspenderse el programa de estimulación y reiniciarse al obtener lluvias constantes.

En la Costa Sur se recomienda aplicar estimulante durante la temporada lluviosa, tiempo durante el cual se cuenta con suficiente humedad en el suelo para estimular. Debido a las diferencias altitudinales que determinan diferentes distribuciones y cantidad de lluvia por año, la época de aplicación se sugiere diferenciarla en tres zonas:

- Zona Baja (menos de 250 msnm): por espacio de 6 meses; comprendidos de Mayo a Octubre.
- Zona Media (de 250 - 500 msnm): por espacio de 7 meses comprendidos de Abril a Octubre.
- Zona Alta (más de 500 msnm): por espacio de 8 meses comprendidos de Abril a Noviembre.

En cualquiera que sea la zona, no se recomienda aplicar mezcla estimulante un mes antes de la refoliación de los árboles, durante ésta y en periodos secos prolongados.

La época de aplicación del estimulante para la Costa Sur del país, según el período de lluvias y en base al número de aplicaciones por año, según el metabolismo de los clones, puede ser presentada en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Calendario de estimulación para la costa sur de Guatemala.

No. Apl.	META-BOLISMO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
2	Rápido					X					X		
4	Rápido a Medio					X	X	X			X		
6	Medio				X	X	X	X			X	X	
8	Medio a Lento				X	X	X	X	X		X	X	X

Para el caso de la costa norte del país, por el régimen pluvial más prolongado, se dispone de un período más largo para estimulaciones durante el año, pudiendo ser la distribución de las estimulaciones de la manera en que aparece en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Calendario de estimulación para la costa norte de Guatemala.

No. Apl.	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
4					X	X		X		X		
6					X	X		X	X	X		X
8	X			X	X	X		X	X	X		X

El intervalo entre dos estimulaciones es muy importante para evitar sobreexplotación de los árboles, lo cual induce un cansancio fisiológico en éstos, disminución del flujo de látex e incluso la sequedad de los mismos.

El intervalo mínimo entre dos aplicaciones de mezcla estimulante depende del metabolismo del clon, las reservas de azúcares y la edad de la plantación. Para clones de metabolismo medio en frecuencia de pica d3 el tiempo mínimo entre dos estimulaciones es de 40 días, durante los primeros 4 años y de 30 días del quinto año en adelante. En general nunca se debe aplicar estimulante en el mismo árbol con un intervalo menor de 20 días.

1.6. Materia activa:

ETEPHON = Acido dicloro etil fosfónico

1.7. Producto comercial:

Ethrel Látex 10 SL (al 10% de i. a.). El cual ha sido evaluado por el Departamento de Investigaciones de GREMHULE

1.8. Concentración de la mezcla estimulante:

En porcentaje de materia activa: 2.5 (%) para pica descendente y 5 (%) para pica ascendente (inversa).

1.9. Método:

El método de aplicación más práctico, menos complicado y más económico está referido a la dilución del Ethrel Látex con agua, cuyos resultados de manejo se han evaluado por parte de GREMHULE.

1.10. Equipo de aplicación:

Un cepillo de dientes de cerda dura es recomendable para la aplicación en el árbol. Se requiere de una varilla para mantener una constante agitación de la mezcla estimulante, además se requiere de un recipiente con capacidad para un litro de la mezcla por aplicador. Es recomendable calibrar la aplicación para que la cantidad de mezcla estimulante sea la correcta según la edad del árbol y evitar con ello ya sea la sobre dosificación o la sub dosificación.

1.11. Forma de aplicación (pa):

Existen diferentes formas de aplicación, pero por su practicidad y economía en tiempo y de jornales se sugiere la aplicación sobre el panel de pica en regeneración sin quitar la hilacha,

de acuerdo a la recomendación del Dr. Gohet en la misión de Fisiología en Guatemala (1,998) (5).

La mezcla estimulante debe cubrir una banda de 0.5 centímetros aproximadamente de ancho sobre el panel en vía de regeneración e iniciar inmediatamente arriba del canal de corte de pica.

1.12. Período y horario de aplicación:

El período de aplicación del estimulante es de 48 horas antes de la siguiente pica para que la penetración y efecto del etefón en la corteza sea más eficiente.

Se recomienda realizar las aplicaciones de la mezcla estimulante como mínimo 4 horas antes de que se presenten las lluvias (6 a 10 a.m.) que puedan lavar el producto del panel de pica.

Los días en los que la precipitación se da muy temprano es mejor retrasar la aplicaciones hasta los días en que las condiciones del clima sean más estables.

1.13. Cantidad de mezcla estimulante a aplicar:

Dependiendo del largo del corte y del tamaño y edad de los árboles se recomienda aplicar de 0.7 a 1.0 cc por árbol de la mezcla estimulante por aplicación de la manera siguiente:

1.13.1. En media espiral descendente (1/2 s d3):

- 0.7 cc. de mezcla estimulante por árbol, durante el primer al cuarto año de pica.
- 0.8 cc. de mezcla estimulante por árbol del quinto al octavo año de pica.
- 0.9 cc. de mezcla estimulante por árbol, del octavo al décimo año de pica.
- 1.0 cc de mezcla estimulante por árbol del undécimo año en adelante.

En general se estima un incremento promedio de 0.025 cc de mezcla por año durante los primeros 8 años de pica.

1.13.2. En un cuarto de espiral (¼ S d/3):

1.0 cc. de mezcla estimulante por árbol cada vez, en pica ascendente.

1.13.3. En pica intensiva:

En ¼ de espiral ascendente y ½ espiral descendente, 1.0 cc de mezcla estimulante por corte a concentraciones del 5 y 2.5% respectivamente por árbol.

1.14. Preparación de la mezcla estimulante:

El producto Ethrel Látex 10 SL viene formulando a una concentración del 10% de materia activa por lo que hay que reducirla al 2.5% para pica descendente.

La dilución se hace en agua. Para preparar una mezcla estimulante al 2.5% de materia activa se necesita diluirla de la siguiente manera:

$$\begin{array}{rcl} 10\% & - & 100\% \\ 2.5\% & - & X \end{array} \qquad \frac{2.5 \times 100}{10} = 25\% \text{ de Ethrel}$$

Para 1 litro de la mezcla estimulante al 2.5% de Etefon con este producto se necesita:

$$\begin{array}{l} 10\% - 1000 \text{ cc. } \} \\ 2.5\% - X \end{array} \quad \frac{25 \times 1000}{10} = 250 \text{ cc. de Ethrel.}$$

De donde: 1000 cc de la mezcla menos 250 cc. de Ethrel Látex 10 SL nos da 750 cc de agua.

Por lo tanto la relación es de 3 partes de agua y una parte de Ethrel látex 10 SL para reducir la concentración del 10 al 2.5 %, como lo muestra la figura 7.

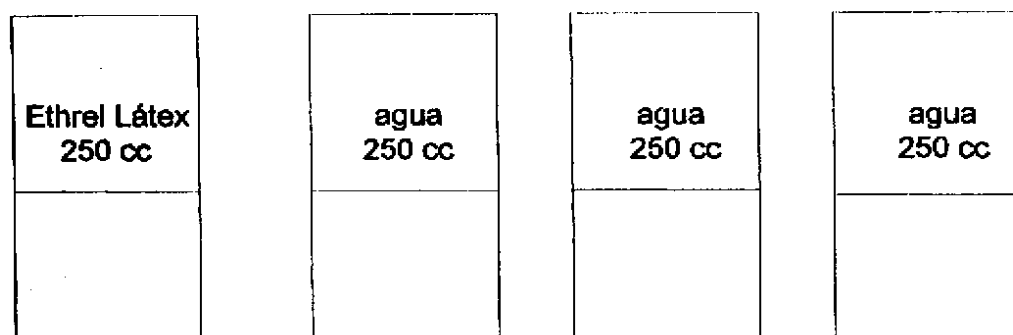


Figura 7. Dilución de Ethrel Látex 10 % para llevar a 2.5 %.

Otra forma de llevar a cabo el cálculo es la siguiente:

Debemos conocer primeramente qué cantidad de mezcla estimulante se debe aplicar por árbol.

Ejemplo:

Necesitamos estimular 4,000 árboles con una edad promedio de 12 años de pica. De acuerdo a las recomendaciones anteriormente descritas se necesita una dosificación de 1 cc de mezcla estimulante por árbol por aplicación. Por lo tanto necesitamos 4,000 cc (4 litros) de mezcla estimulante para el trabajo.

Como el Ethrel Látex 10 SL viene dosificado al 10 % se necesita reducirlo al 2.5 %, es decir a $\frac{1}{4}$ parte de su concentración.

De esos 4,000 cc de mezcla, la cuarta parte corresponderá por lo tanto a Ethrel látex 10 SL. Las otras $\frac{3}{4}$ partes corresponden al agua.

Corresponde entonces definir que de 4,000 cc de mezcla estimulante a utilizar, 1000 cc (1 litro) corresponden al Ethrel Látex 10 SL que al diluirlo con los 3,000 cc (3 litros) de agua se estará reduciendo al 2.5 % de concentración.

Otro ejemplo más práctico viene a ser el siguiente:

Necesitamos estimular 10,000 árboles con 0.8 cc de mezcla estimulante por árbol.

$0.8 \text{ cc} \times 10,000 \text{ árboles} = 8,000 \text{ cc}$ de mezcla estimulante a requerir para una aplicación.

1.14.1. Reducción de Ethrel Látex 10 SL del 10 % al 2.5 %:

8,000 cc / 4 = 2,000 cc Ethrel látex

+ 6,000 cc de agua

8,000 cc de mezcla estimulante al 2.5 % necesarios para una aplicación de mezcla estimulante en 10,000 árboles.

1.15. División de tareas para la aplicación:

El efecto de la estimulación sobre los árboles se manifiesta con un aumento de la producción en las siguientes 3 a 4 picas después de la aplicación, disminuyendo progresivamente su efecto en las picas subsiguientes. Para evitar alzas y descensos muy marcados en la producción, entre aplicaciones de estimulante, se recomienda la división de tareas, es decir dividir cada tarea de pica en 2 secciones y aplicar el estimulante en cada sección a intervalos de 2 semanas si es el caso de frecuencia de estimulaciones a cada mes o bien a intervalos de 3 semanas en caso de frecuencia a cada mes y medio, para que la respuesta de la producción en cada tarea sea uniforme en todo el período entre aplicaciones.

La pica debe iniciar en la media tarea de los árboles recién estimulados y la recolección del producto de éstos debe realizarse por último para aprovechar el mayor tiempo de flujo en ellos y por consiguiente coleccionar mayor producción en cada pica.

1.16. Recolección del producto:

Se debe prolongar por más tiempo la espera para la recolección del látex (2 horas), siempre recolectando de último los primeros árboles que se picaron y hacer una segunda recolección en horas de la tarde, cuando las lluvias lo permitan, ya que esta producción extra puede representar de un 10 a un 15% de la producción total.

1.17. Control del índice de Corte Seco:

Se consideran árboles con Corte Seco aquellos que al momento de la pica presenten más del 60% del recorrido del corte sin emanación de látex. Estos árboles deben ser marcados y suspendidos de la pica y 6 meses después deben ser evaluados para probar si responden nuevamente a la misma. Aquellos que no respondan deben considerarse como árboles con corte seco nuevamente. Es recomendable realizar un recuento anual para conocer el porcentaje de árboles con Corte Seco.

El porcentaje de árboles con corte seco es un indicadores del manejo y explotación de la plantación. Se considera aceptable hasta un 1 % de incremento anual. Si este índice es rebasado, se debe revisar la metodología del sistema de estimulación en general, ya que existe el riesgo de estar sobre estimulando a la plantación.

2. NOTACIÓN INTERNACIONAL DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CON ESTIMULANTES

1 / 2 S = corte de la espiral, en este caso, media espiral.

d/3 = días entre cada pica, en este caso, picas a cada tres días.

6d/7 = días de explotación a la semana, seis días a la semana (sin picar domingo)

ET = etephon (materia activa)

% = concentración de la mezcla estimulante

= dirección de la pica

Forma de aplicación: Pa = sobre el panel en regeneración (panel)

Cantidad de estimulante = en cc de mezcla (por emplearse agua como solvente)

Anchura de aplicación = en centímetros.

Número de aplicaciones = x/y = x veces/año (year)

Frecuencia de aplicación = en meses (m) o semanas (w).

Ejemplo:

1/2S d/3, 6d/7, ET 2.5% , Pa , 0.8, 0.5 cm, 6/y (m) = Pica en media espiral a cada 3 días, estimulación al 2.5% de Etephon, aplicado sobre hilacha, 0.8 cc de mezcla estimulante, en una banda de 0.5 cm de ancho, 6 aplicaciones por año a intervalos mensuales.

CAPÍTULO XIV

OTROS PRODUCTOS DE EXPLOTACIÓN DEL Hevea

1. SEMILLA

De la semilla del árbol de Hevea se obtienen dos beneficios, puede ser empleada (dependiendo de los clones) para producción de plantas portainjerto para reproducción de plantas en almácigo y constituye un suplemento alimenticio en animales gracias a su alto valor nutritivo, el cual se describe a continuación en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Análisis proximal de la torta de semilla de hule.

COMPONENTE	PROPORCIÓN
Humedad	13.40 %
Proteína	29.10 %
Extracto etéreo	9.80 g
Fibra cruda	6.40 g
Ceniza	4.80 g
Calcio	475.0 mg
Hierro	132.0 mg
Fósforo	34.0 mg
Acido cianhídrico	0.75 mg

Cabe señalar que el contenido de ácido cianhídrico en la semilla del Hevea puede ser nocivo para los animales pero el mismo se elimina asoleando las semillas durante 2 días en patios de cemento o calentándolas a 350 grados Celsius durante 15 minutos. No está de más señalar que las semillas del Hevea molidas son solamente un complemento y no un sustituto en la alimentación correspondiente de los animales.

2. MADERA

Dependiendo del grosor de los árboles a renovar así será la cantidad de metros cúbicos de madera a obtener, la cual oscila entre 140 a 200 m³ por hectárea, ésta está considerada como dura, de buena calidad, y además pesada pero con la particularidad de que debe de ser tratada poco tiempo después de cortada porque es más susceptible que otras especies (caoba, cedro, palo blanco) a ataques de insectos como la broca y otros hongos propios de la madera. De ésta se pueden construir diferentes clases de muebles, así como vigas, durmientes, bloques y pisos; también es utilizada en la manufactura de paneles de miga, de fibra, de cemento madera y de otros artículos.

Dependiendo del precio que se obtenga con la venta de la madera, se calcula que se compensa con ello el costo en función de la renovación del cultivo. En el medio guatemalteco ya existen varias empresas que se dedican al comercio de esta madera que inclusive ya ha sido también exportada a otros países para su utilización. Trozas que no son aprovechables se emplean algunas veces en beneficios para el secamiento de toallas migadas.

3. LEÑA

Constantemente en las plantaciones los árboles cambian de ramas, las que tienden a caer al suelo para ser aprovechadas como leña en cocinas que no funcionan con gas, éste es otro beneficio aprovechado por lo agricultores o habitantes de las fincas con el único inconveniente de que cuando se combustiona la leña produce mayor cantidad de humo que el que provocan otras especies.

También es apreciable la cantidad de leña obtenida de las ramas de los árboles talados en una renovación, así como la proveniente de las podas realizadas en la etapa de crecimiento, aproximadamente entre los 4 a 5 años de edad.

4. MIEL

Durante la refoliación del Hevea en los meses de enero y febrero se desarrolla también el fenómeno natural de la floración del cultivo, momento en el que se aprovecha para obtener la miel de abejas, utilizando apiarios temporales. Aproximadamente un período de 30 días durante todo el año es el tiempo durante el cual se desarrolla esta práctica, luego las colmenas son trasladadas a otro cultivo para continuar con su trabajo. La miel obtenida del Hevea es de muy buena calidad aunque no tan espesa como la obtenida de otros cultivos como el ajonjolí por ejemplo.

SEXTA PARTE

OTROS ASPECTOS IMPORTANTES DEL
Hevea brasiliensis

CAPÍTULO XV

ENFERMEDADES

Una enfermedad se define como cualquier alteración en el funcionamiento normal de una planta, que puede ser provocada por agentes bióticos (vivos) o abióticos (no vivos), la cual se manifiesta en su aspecto general y en la disminución de sus funciones normales, principalmente la producción y la calidad del producto, lo cual incide directa o indirectamente en la rentabilidad de un cultivo.

Las enfermedades pueden aparecer en cualquier parte en donde encuentren las condiciones favorables para su desarrollo y pueden atacar a cualquier tipo de cultivo. El cultivo del hule *Hevea* como tal, no es la excepción y puede ser atacado por las enfermedades en cualquier fase de su desarrollo (almácigo, crecimiento o producción) y a nivel de la raíz, el tallo, el panel de pica, las ramas o el follaje.

Los factores que favorecen el desarrollo de las enfermedades en el cultivo del hule son: a) la humedad, que constituye el medio ideal para el desarrollo de los organismos que las provocan (los hongos) y la cual se ve favorecida en la época de invierno, por la cercanía a fuentes de agua, en regiones con alta humedad relativa y en áreas poco ventiladas a causa de la topografía, de malezas mal controladas o con cultivos intercalados con el hule; b) el desconocimiento del nombre de las enfermedades, de los síntomas que éstas provocan y de los agentes que las provocan (hongos); c) el desconocimiento de las sustancias químicas que sirven para prevenirlas o controlarlas (fungicidas) y de sus propiedades como composición, dosis, mezclas, frecuencias de aplicación, efecto, etc. y d) el establecimiento de plantaciones con clones susceptibles a enfermedades del follaje en áreas con condiciones de alta humedad.

El conocimiento y dominio de las condiciones que favorecen el desarrollo de las enfermedades es de vital importancia, ya que permite prevenirlas o controlarlas adecuadamente y a tiempo. Dicho control puede ser de 3 tipos: a) control cultural, que son todas aquellas prácticas que contribuyen a eliminar o aminorar las condiciones que favorecen el desarrollo de las enfermedades, tales como la siembra de clones resistentes, el control de malezas, el control de la profundidad de la pica, etc., b) control químico, que es la prevención o erradicación de las enfermedades mediante el uso de sustancias químicas creadas específicamente para eliminar a los organismos que las provocan, como por ejemplo los fungicidas que matan a los hongos c) control genético, que consiste en la utilización de plantas (clones) creadas con características de tolerancia o resistencia a las enfermedades y d) control integrado, que es la utilización en forma complementaria de los controles cultural, químico y genético para lograr un mejor efecto sobre la incidencia de las enfermedades.

1. ENFERMEDADES DE LA RAÍZ

1.1. PUDRICIÓN RADICULAR POR *ROSELLINIA*

1.1.1. AGENTE CAUSAL: *Rosellinia* sp.

1.1.2. CLASE: Ascomycete

1.1.3. Síntomas:

Se le ha confundido con otras enfermedades que también atacan el sistema radicular. La presencia de síntomas de marchitez en el follaje es un indicio retrasado e indirecto del daño

causado por *Rosellinia* en el sistema radicular. Hojas amarillentas, muerte descendente son síntomas clásicos del daño de este patógeno. Sobre las raíces primeramente se observan pudriciones de color café negruzco húmedas en forma de círculos. Más adelante sobre estas mismas aparece bajo la corteza el micelio color blanco en forma de estrella, rosetas o abanicos (1).

1.1.4. Control Preventivo:

Los árboles que mueren por *Rosellinia* deben ser arrancados y quemados fuera de la plantación procurando sacar todas sus raíces. Mantener constante revisión del sistema radicular de los árboles que muestran sintomatología de muerte descendente. Si al revisar los antecedentes de siembra de la finca se detecta que fue cultivada con café, especies de sombra de café, cacao, frutales o árboles forestales (principales hospederos de *Rosellinia*), se recomienda la aplicación del algún químico o cal y hasta donde sea posible, eliminar todo el sistema radicular viejo. En suelos muy húmedos y arcillosos se deben implementar drenajes donde sea necesario. Si se presentan focos de infección, el área tendrá que ser aislada con zanjas para evitar el contacto entre raíces enfermas y sanas. Para renovación de la plantación, dejar de 2 a 3 años el terreno libre y arrancar los troncos y raíces y de ser posible realizar un subsolado antes de la nueva siembra (1).

1.2. ENFERMEDAD BLANCA DE LA RAÍZ

1.2.1. AGENTE CAUSAL: *Rigidoporus lignosus*

1.2.2. CLASE: Basidiomycete

1.2.3. Síntomas:

Como en todas las enfermedades de raíz, se presenta una decoloración del follaje, siendo éste el síntoma temprano observable en la parte aérea. Luego se puede dar una muerte descendente hasta producir la muerte total de la planta debido a que el flujo de nutrientes se ve limitado del suelo a la parte aérea. El micelio, de manera ramificada y de color blanco, se desarrolla sobre las raíces o cuello de las plantas agrupándose en forma semicircular. La raíz afectada muestra una coloración café rojiza. Tiempo después, sobre los troncos podridos aparecen basidiocarpos carnosos, característicos de la enfermedad (1).

1.2.4. Control Curativo:

Remover el suelo al pie de los árboles enfermos dejando a la vista el tronco y las raíces principales y aplicar de 1 a 2 litros de mezcla o 50 gramos de producto granulado en plantaciones de hasta 3 años de edad y de 3 a 4 litros de mezcla o 100 gramos de producto granulado en plantaciones más desarrolladas. Repetir el tratamiento en 3 ocasiones con cualquiera de los siguientes fungicidas presentados en el Cuadro 18 (1).

Cuadro 18: Control químico para la Enfermedad Blanca de la Raíz.

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS p.c./galón de agua	FRECUENCIA DE APLICACIÓN EN DÍAS
ALTO 100	20 cc	10 - 15
BAYFIDAN	20 cc o 200 g **	10 - 15
BAYLETON	30 - 35 g	10 - 15
CALIXIN	38 cc	10 - 15
VECTRA	20 cc	10 - 15

p.c.*: producto comercial

** dosis por planta de producto granulado al 1 %

1.3. ENFERMEDAD MORENA DE LA RAÍZ

1.3.1. AGENTE CAUSAL: *Phellinus noxius*

1.3.2. CLASE: Basidiomycete

1.3.3. Síntomas:

Debido al daño radicular, las hojas terminales se tornan primeramente amarillentas y caen manifestando una muerte regresiva y eventualmente si el daño no es tratado, la planta muere. Cuando la podredumbre se encuentra muy avanzada las raíces se toman secas, quebradizas y brillosas. En los estados muy avanzados aparecen sobre la madera líneas de color café que corresponden a estructuras del hongo sobre las que pueden formarse las fructificaciones del mismo con color café oscuro en la parte superior y de color gris oscuro en la parte inferior (1).

1.3.4. Control Curativo:

Implementar control similar al de la Enfermedad Blanca de la Raíz (1).

2. ENFERMEDADES DEL PANEL DE PICA

2.1. MANCHA MOHOSA

2.1.1. AGENTE CAUSAL: *Ceratocystis fimbriata*

2.1.2. CLASE: Ascomycete

4.1.3. Síntomas:

La primera señal de una infección es el apareamiento de leves manchas o pústulas de 0.5 a 2 centímetros de diámetro, apareciendo justamente sobre el corte de pica, las cuales son de color oscuro y llegan a ser cubiertas por un moho gris blanco. La parte afectada llega a formar una banda irregular que corre paralelamente al corte de pica. El tejido cortical es rápidamente muerto y se pudre completamente, dejando una depresión húmeda en 3 ó 4 semanas después de la infección. Masas de micelio son observables cuando la infección está bastante avanzada sobre el panel de pica. El color de dicho micelio varía de acuerdo a su madurez del blanco al grisáceo. La destrucción de la corteza que contiene a los vasos laticíferos ocasiona una baja de la producción (1).

2.1.4. Control Curativo:

La detección de la enfermedad es relativamente fácil debido al crecimiento superficial del hongo, sugiriéndose un programa de control con la alternancia de los fungicidas que aparecen en el Cuadro 19 (1).

Cuadro 19: Control químico para Mancha Mohosa.

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS p.c.* / galón de agua	FRECUENCIA DE APLICACIÓN EN DÍAS
BENLATE	25 - 35 g	4 - 7
DEROSAL, BAVISTIN	30 - 40 cc	4 - 7
CALIXIN	30 - 40 cc	4 - 7
ALTO 100	15 cc	4 - 7
BAYFIDAN	15 cc	4 - 7
OCTAVE, MIRAGE	50 - 55 cc	4 - 7

p.c.*: producto comercial

2.2. RAYA NEGRA

2.2.1. AGENTE CAUSAL: *Phytophthora palmivora*

2.2.2. CLASE: Phycomycete

2.2.3. Síntomas:

Grietas verticales de color gris oscuro aparecen justamente arriba del corte de pica y se desarrollan hasta la madera, destruyendo gran parte del panel en casos extremos. Las heridas resultantes exponen madera y evitan una regeneración uniforme de la corteza por lo cual puede quedar inservible para volverla a picar (1).

2.2.4. Control Curativo:

Se pueden utilizar los productos indicados en el Cuadro 20 (1).

Cuadro 20: Control químico para Raya Negra.

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS p.c.* / galón de agua	FRECUENCIA DE APLICACIÓN EN DÍAS
PREVICUR	30 - 40 cc	4 - 7
ALIETTE	25 - 30 g	4 - 7
RHODAX	30 - 40 g	4 - 7
SANDOFAN M	30 - 40 g	4 - 7
FOLPAN	45 g, 50 cc	4 - 7
RIDOMIL	9 g	4 - 7
CAPTAN	40 - 60 g	4 - 7
POLYRAM	50 - 60 g	4 - 7

p.c.*: producto comercial

2.3. CORTE SECO

Es un desorden que puede resultar de varias causas que no tienen a menudo relación entre sí. Se pueden considerar 2 tipos de corte seco (1).

2.3.1. Corte Seco Sin Necrosis:

2.3.1.1. Síntomas:

En este caso se ven afectados únicamente los mantos laticíferos, por lo cual se observa una decoloración café a marrón de la corteza interna. La corteza afectada presenta síntomas de resequeidad y de consistencia arenosa. Análisis histológicos revelan que ocurre una coagulación dentro de las células laticíferas. Este desorden generalmente se limita al área de drenaje. Contribuyen a su origen y desarrollo la utilización de sistemas de explotación o estimulación muy intensivos que conlleven a un agotamiento o fatiga fisiológica de los árboles y a presentar a nivel histológico señales de senescencia. Si la sobre explotación es mantenida este cuadro puede evolucionar a un segundo en el cual se presenta una necrosis, el cual es conocido como Corte Seco Con Necrosis. También se ha observado que su distribución en la plantación ocurre al azar. Algunas veces un primer síntoma de este desorden es que los árboles producen más de lo normal para posteriormente secarse (dejar de producir látex), ya sea a lo largo del corte de pica o solamente en algunas partes de éste (1).

2.3.1.2. Control Preventivo:

Medidas preventivas consisten en seleccionar sistemas de explotación que se adapten a las características fisiológicas (tipología) de cada clon (1).

Se debe mantener una buena fertilización en la edad joven de los árboles y revisar continuamente los niveles de nutrientes en el suelo. Finalmente diremos que es necesario mantener los recuentos anuales de incidencia de corte seco, separando los árboles suspendidos de los árboles con síntomas. Será de mucha utilidad pintar los árboles afectados para darle un mejor seguimiento a la incidencia de este problema. La incidencia anual no deberá sobrepasar al 1 % de árboles secos. Cuando se implementan programas de estimulación, el uso de éstos deberá ser racional en base al metabolismo de cada clon (1).

2.3.2. Corte Seco Con Necrosis:

2.3.2.1. Síntomas:

Este caso corresponde a la Necrosis de la Corteza, muchas veces llamado "Brown Bast". Los primeros síntomas externos son pequeñas rajaduras o grietas verticales en la corteza, con leves flujos de látex que algunas veces salen de agujeros provocados por insectos barrenadores (broca) en la parte inferior del tallo, por debajo del corte de pica. En algunos casos el árbol puede dejar parcial o totalmente de producir. Posteriormente se puede observar que la corteza enferma se despega del tronco. A nivel interno se puede ver después de un raspado superficial de la corteza enferma que existen manchas de color marrón alargadas que pueden alcanzar al cámbium. Estas manchas se observan en ciertos casos desde el corte de pica hasta el punto de injertación (cayo). El progreso de la enfermedad puede ser ascendente o descendente. La necrosis es generalmente húmeda y de consistencia granulosa, ya que el cámbium no es afectado. Cuando ocurre en la época seca la corteza muerta se seca y se desprende, lo que permite una regeneración a partir del cámbium y una recuperación aparente del árbol. A veces en casos avanzados se puede notar que los ataques llegan hasta el cámbium, particularmente si no se interviene para curar los árboles. En tal caso si la enfermedad llega a rodear todo el tallo, el árbol

puede secarse superficialmente y morir. No se ha logrado poner en evidencia que un patógeno sea el agente causal, más bien se han aislado algunos hongos que se consideran como patógenos secundarios. Se considera que múltiples causas pueden inducir este desorden, siendo una de ellas el estrés de cualquier tipo (suelo, sequía, enfermedad, heridas, sobreexplotación, etc.). Se reporta también la susceptibilidad clonal. Actualmente Gremial de Huleros realiza ensayos para evaluar el control de patógenos secundarios que ayuden a evitar daños asociados a hongos de este tipo pertenecientes a las clases Ascomycetes y Deuteromycetes (1).

2.3.2.2. Control Preventivo:

Se pueden implementar las mismas prácticas que para el control preventivo de Corte Seco Sin Necrosis y evitar la siembra de clones muy sensibles en zonas eco-climáticas de orden marginal (1).

3. ENFERMEDADES DEL TALLO Y RAMAS

3.1. DESLECHAMIENTO ZONAL DEL TALLO

3.1.1. AGENTE CAUSAL: *Ustulina zonata*

3.1.2. CLASE: Ascomycete

3.1.3. Síntomas:

Deslechamientos desde algunas partes del tronco o bifurcaciones de ramas son los mayores indicadores para sospechar que se trata de esta enfermedad. El látex se coagula sobre el tallo. El hongo forma su cuerpo fructífero en forma de platos aplanados de color gris a negro o carbón, delimitados por un borde de color gris claro. En casos avanzados se convierten en manchas continuas que cubren una porción grande de la herida. El área afectada puede ser invadida por insectos barrenadores. La corteza dañada presenta una pudrición seca de coloración marrón oscura sin mal olor. La madera se halla marcada por líneas dobles, negras y sinuosas (1).

3.1.4. Control Curativo:

Todos los tejidos enfermos deben ser eliminados (cuando empieza el problema) hasta encontrar corteza sana y aplicar un fungicida a base de cobre o cualquiera de los indicados en el Cuadro 21. En plantaciones en pica, evitar que el producto llegue a la taza para evitar contaminaciones de látex. Dicha operación debe repetirse al menos 3 veces (1).

Cuadro 21: Control químico para *Ustulina* de tallo:

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS p.c.* / galón de agua	FRECUENCIA DE APLICACIÓN EN DÍAS
ALTO 100	20 cc	10 - 15
BAYFIDAN	20 cc	10 - 15
BAYLETON	20 cc	10 - 15
CALIXIN	25 cc	10 - 15
VECTRA	20 cc	10 - 15
MERTECT 45	30 cc, 38 g	10 - 15

p.c.*: producto comercial

3.2. MUERTE REGRESIVA

3.2.1. AGENTES CAUSALES: *Colletotrichum gloeosporoides*

Glomerella cingulata

Botriodiplodia sp.

3.2.2. CLASE: Deuteromycete

3.2.3. Síntomas:

Es una muerte descendente de los brotes y ramas, que principia en las extremidades y se puede extender a lo largo de toda la planta. Al inicio la infección del tallo presenta un color café y luego se seca sin que exista pudrición. Muerte de hojas se observa en la parte alta de la planta, lo que define uno de los principales síntomas de la enfermedad. El patógeno puede iniciar la infección a través del tallo y distribuirse por los tejidos conductores a través de toda la planta, provocándose la decoloración de las hojas y la consiguiente muerte de éstas. Algunas veces la propagación de la enfermedad se ve detenida por cambios climáticos, dándose en forma natural un auto control, pero en el peor de los casos la muerte de la planta es inminente si no es tratada, sobre todo en la edad joven (1).

3.2.4. Control Curativo:

Por tratarse de un problema cuyo control está limitado muchas veces por la altura a la que ocurre del suelo, lo ideal es que al observar los primeros síntomas, debe procederse a realizar una poda de los tejidos infectados y tratar los cortes con una pasta a base de cobre. El tejido infectado deberá sacarse de la plantación y quemarse. En plantas vecinas a los focos de infección y donde la altura de ellas todavía lo permita, se pueden efectuar aspersiones preventivas con cualquiera de los productos que aparecen en el Cuadro 22 (1).

Cuadro 22: Control químico para Muerte Regresiva.

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS p.c.* / galón de agua	FRECUENCIA DE APLICACIÓN EN DÍAS
DITHANE	20 g	10 -15
POLYRAM	20 g	10 -15
BAVISTIN DEROSAL	8 cc	10 - 15
DACONIL BRAVO	8 g, 12 cc	10 -15
MERTECT 45	8 cc	10 - 15

p.c.*: producto comercial

3.3. MAL ROSADO

3.3.1. AGENTE CAUSAL: *Corticium salmonicolor*

3.3.2. CLASE: Basidiomycete

3.3.3. Síntomas:

Los síntomas precoces se asocian a la aparición de una membrana como telaraña de suave micelio de color blanco grisáceo sobre la corteza de las ramas. Éste generalmente se localiza cerca de la unión entre ramas y tronco. Algunas veces, gotas de látex son exudadas, las cuales por oxidación toman un color negro. Conforme el micelio penetra los tejidos de la corteza toman un color rosado tenue, cambiando posteriormente a un

anaranjado. De esta manera afecta los tejidos de conducción y provoca el ahorcamiento inminente de la rama o tallo que se encuentre afectando (1).

3.3.4. Control Curativo:

El reconocimiento temprano de la enfermedad es esencial para un control exitoso. En este caso se deberá eliminar todo tejido enfermo y aplicar cualquiera de los fungicidas referidos en el Cuadro 23, en por lo menos 2 oportunidades (1).

Cuadro 23: Control químico para Mal Rosado.

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS p.c.* / galón de agua	FRECUENCIA DE APLICACIÓN EN DÍAS
CALIXIN	40 cc	7
ALTO 100	20 cc	7
BAYFIDAN	25 cc	7
BAYLETON	25 cc	7

p.c.*: producto comercial

3.4. PARCHE GANGRENOSO

3.4.1. AGENTE CAUSAL: *Pythium sp.*

3.4.2. CLASE: Phycomycete

3.4.3. Síntomas:

El hongo invade y mata las células con gran rapidez. Las zonas invadidas se vuelven aguadas, decoloradas y las células que las constituyen mueren en poco tiempo. Aparecen deformaciones en el tablero de pica en las partes superior e inferior, las cuales producen deslechamientos y una coagulación acuosa bajo la corteza. La zona infectada se pudre tomando un olor fuerte desagradable y un color café quemado a negro. La distribución de este problema en el tallo es desuniforme (1).

3.4.4. Control Curativo:

Eliminar todo el tejido infectado y realizar una excisión del látex coagulado hasta encontrar tejido sano para luego aplicar alguno de los productos sugeridos para Raya Negra en las mismas dosis. Árboles severamente infectados conviene tratarlos y suspenderlos de la actividad de pica por un tiempo prudencial mientras se da su recuperación (1).

4. ENFERMEDADES DEL FOLLAJE

4.1. ANTRACNOSIS

4.1.1. AGENTE CAUSAL: *Colletotrichum gloeosporoides*

4.1.2. CLASE: Deuteromycete

4.1.3. Síntomas:

Las hojas son más susceptibles hasta 10 días después de brotadas. El hongo penetra dentro de los tejidos jóvenes y éstos muy rápidamente se oscurecen y mueren. Las hojas viejas ofrecen mayor tolerancia y pueden ser inmunes a los daños. Los tejidos afectados se amugan, se secan y tienden a caerse. Las manchas sobre las hojas que sobreviven son

circulares de un centímetro de diámetro con cierto relieve y tienen un angosto margen café circulado por un halo amarillo que le da la apariencia característica de *Colletotrichum* (1).

4.1.4. Control curativo:

En almácigos, jardines clonales y plantaciones en crecimiento (donde la altura lo permite) efectuar aspersiones con cualquiera de los fungicidas indicados en el Cuadro 24 (1).

Cuadro 24: Control químico para Antracnosis.

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS p.c. * / galón de agua	FRECUENCIA DE APLICACIÓN EN DÍAS
DITHANE	20 g	7 - 10
ANTRACOL	22 g	7 - 10
BAVISTIN DEROSAL	6 cc	7 - 10
DACONIL BRAVO	8 g, 12 cc	7 - 10
BENLATE	6 g	7 - 10

p.c.*: producto comercial

4.2. MILDIU POLVORIENTO

4.2.1. AGENTE CAUSAL: *Oidium heveae*

4.2.2. CLASE: Ascomycete

4.2.3. Síntomas:

El hongo tiene la apariencia de un polvo blanco en forma de pústulas sobre la superficie de las hojas y crece hasta formar enredaderas de filamentos del mismo. Infecciones severas corrugan las hojas, tornándose de color café, los brotes tiernos toman un color negro para posteriormente caer al suelo. Una vez la cutícula de las hojas empieza a endurecerse y el color de ésta cambia a un tono verde oscuro, la hoja resiste el ataque. La defoliación puede repetirse en cada intento sucesivo de los árboles por refoliar, dependiendo ello de las condiciones ambientales. De esta manera los árboles se debilitan provocándose pérdidas considerables de látex en plantaciones en producción (1).

4.3. ENFERMEDAD SURAMERICANA DE LA HOJA

4.3.1. AGENTE CAUSAL: *Microcyclus ulei*

4.3.2. CLASE: Ascomycete

4.3.3. Síntomas:

Los síntomas iniciales corresponden a manchas de color gris o café verdusco a café oscuro en el envés de las hojas tiernas. Conforme avanza el grado de infección estas manchas se unen entre sí cubriendo la totalidad de la hoja, provocando en ésta una marchitez general. Se retuercen los bordes y la hoja se torna de color negro (llamado por ello tizón de la hoja), momento en que cae casi todo el follaje afectado y como consecuencia posteriormente se observan puntas secas en las últimas coronas de los árboles. Las conidias son fácilmente observables bajo las hojas tiernas, cuyo grado de madurez le permite al hongo su establecimiento. Éstas presentan un color gris claro y el patógeno continúa su desarrollo hasta llegar a formar en la parte superior de la hoja una costra de color negro mate, signos

característicos de los peritecios que al tacto dan la sensación de rugosidad. Más adelante estos peritecios liberan las ascosporas para seguir infectando las plantas (1).

4.3.4. Control preventivo:

Limitar la siembra de clones orientales en lugares con alta humedad, utilizando en su lugar clones tolerantes al patógeno de las series GU, IAN o FX, de producciones aceptables. Por otra parte, el mantener la maleza baja y efectuar drenajes en lugares muy húmedos, puede reducir las condiciones favorables para el desarrollo del patógeno. Sin embargo, esta última práctica no siempre es rentable. En almácigos las aplicaciones al tejido tierno con fungicidas a base de cobre (Cupravit) y propineb (Antracol) son recomendables. En otros casos el injerto de copa puede ser muy funcional, pero poco práctico y oneroso (1).

4.3.5. Control curativo:

En almácigos, jardines clonales y plantaciones de hasta 3 años de edad, cuya altura permite realizar aspersiones, puede utilizarse de manera alterna cualquiera de los fungicidas que aparecen en el Cuadro 25 (1).

Cuadro 25. Control químico para Enfermedad Suramericana de la Hoja.

NOMBRE COMERCIAL	DOSIS p.c. * / galón de agua	FRECUENCIA DE APLICACIÓN EN DÍAS
DITHANE	20 g	7 - 10
BAVISTIN DEROSAL	8 - 20 cc	7 - 10
BENLATE	6 g	7 - 10
BAYFIDAN	2 cc	15
ALTO 100	2 cc	15

p.c.*: producto comercial

5. DAÑOS POR AGENTES ABIÓTICOS

5.1. PUNTA DE LANZA

Es un daño físico ocasionado por la radiación solar o herramienta agrícola para después ser infectado el tallo (1).

5.1.1. Síntomas:

Esta es una afección típica de plantaciones en crecimiento. Si existe un ahorcamiento en el cuello de la planta, ésta puede manifestar una muerte regresiva. La infección penetra a nivel del suelo por heridas provocadas con machete, azadón o por grietas provocadas por la fuerte incidencia de los rayos del sol. El daño avanza de manera ascendente en forma de "punta de lanza" y de allí su nombre característico. El tejido infectado presenta un color marrón hasta llegar a un color café oscuro o negro (1).

5.1.2. Control preventivo:

Al inicio de la época de verano, las plantas de hasta 3 años de edad se deben proteger con cal hidratada hasta una altura de 1 metro para evitar quemaduras de sol y condiciones

extremas de temperatura en el fuste. De manera general, limitar los daños mecánicos ocasionados por la herramienta agrícola (1).

5.1.3. Control curativo:

Al detectarse el daño, todo tejido infectado debe ser removido hasta encontrar tejido sano y aplicar posteriormente en forma de pasta, cal y cobre (caldo bordelés). Habrá necesidad de repetir este tratamiento nuevamente 15 días después. En casos muy avanzados de ser posible sustituir las plantas afectadas por otras de similar desarrollo cuando las lluvias así lo permitan (1).

CAPÍTULO XVI

VERIFICACIÓN CLONAL POR ELECTROFORESIS

La reproducción del cultivo del hule *Hevea* se realiza en forma asexual por medio de la injertación, dando como resultado individuos genéticamente idénticos a los que les dieron origen, denominados clones. Para ello es necesario contar con una estructura agrícola conocida como Jardines Clonales, los cuales constituyen bancos genéticos en donde se reproducen varetas sobre las cuales se desarrollan las yemas que sirven para la manipulación de un clon. Varias fuentes de error pueden alterar la pureza de dichos jardines, como por ejemplo una mala identificación de los materiales, las fuentes de abastecimiento, mal manejo agronómico (deshijes, muerte del injerto), etc. lo que ocasiona ya sea una denominación errónea del clon multiplicado o cierto porcentaje de vástagos que no pertenecen al clon del cual está constituida la parcela, dando como resultado una mezcla. Las consecuencias de las mezclas son grandemente dañinas en una plantación de hule ya que todo el beneficio y uniformidad logrados a través del proceso de mejoramiento se pierden, causando principalmente disminución en el potencial de un clon. Además cuando el error se ha cometido en los jardines clonales su efecto es multiplicativo hasta por varios años.

Con el objeto de enfrentar el problema de la impureza genética, la cual se presentó en todos los países del mundo, se trató de buscar procedimientos que permitieran identificar plantas genéticamente diferentes para poder eliminarlas y mantener la uniformidad genética de las plantaciones. Después de algunos años aparecieron varios métodos de identificación visual o por fenotipo, mediante la observación y medición de estructuras vegetales y la creación de tablas de referencia, tales como:

Identificación por medio de Semillas:

Basado en la particularidad que cada clon presenta en las semillas que produce, el método presentaba el inconveniente de no ser aplicable más que a plantaciones adultas y ya establecidas.

Identificación por medio de las Hojas:

El método se basa en la observación cualitativa de más o menos 20 características foliares y puede ser aplicado a jardines clonales muy jóvenes, pero presenta el inconveniente de no ser absoluto.

Los resultados de una clasificación visual deben ser tomados con mucha precaución, ya que presentan un porcentaje de certeza bastante bajo, por lo que se ha recurrido a las pruebas

bioquímicas, pues la influencia económica de las mezclas en plantaciones comerciales es demasiado grande.

Método Bioquímico por Electroforesis:

Es una técnica basada en la variabilidad genética que existe entre los clones, la cual también produce una variabilidad enzimática. Es el método más seguro con una capacidad correcta de clasificación de alrededor del 98 %, aunque presenta algunos inconvenientes, tales como:

- Solamente es aplicable a una muestra en el jardín clonal a la vez.
- Un técnico entrenado puede analizar un máximo de 26 individuos por día en promedio.
- Es necesario disponer de material vivo a proximidad inmediata del laboratorio.
- Costo elevado.

1. PRINCIPIO DE LA ELECTROFORESIS

El principio se conoce desde finales del siglo XIX y se basa en una técnica bioquímica para la separación de las proteínas, las cuales están constituidas por largas cadenas de aminoácidos. La síntesis de estas proteínas está controlada directamente por el ADN contenido en los cromosomas y más exactamente por segmentos específicos del mismo llamados genes. Los genes, que codifican proteínas poseen dos propiedades que constituyen un material adecuadamente discriminante de elección para los trabajos de genética: son polimorfos y son codominantes. Las proteínas solubles tienen la propiedad de ser cargadas eléctricamente cuando están en una solución y puestas en un campo eléctrico se desplazan hacia el ánodo o hacia el cátodo según sea su carga. La rapidez de desplazamiento de los genes (la rapidez de migración) depende de la carga eléctrica de la proteína y del tamaño de la misma.

Las enzimas son proteínas especiales que hacen el papel de catalizadores biológicos. Su actividad es específica, lo cual permite un revelado específico de su actividad. Después de cada revelado enzimático, un número más o menos importante de bandas aparece al nivel de los extractos de cada individuo. Estas bandas corresponden a isozimas, es decir a enzimas que poseen una misma actividad catalítica y que son codificadas ya sea por genes diferentes o por alelos diferentes de un mismo gen. Los análisis genéticos han permitido descifrar los perfiles isoenzimáticos (zimogramas) obtenidos en términos de genotipos durante la migración, permitiendo una clasificación de los clones con un alto porcentaje de confiabilidad.

Para el cultivo del hule se analizan 12 sistemas enzimáticos, los cuales se colocan sobre un campo magnético, a través del cual se hacen migrar por medio de corriente eléctrica para analizar el recorrido de cada uno de ellos. Los resultados en recorrido y forma de cada sistema se comparan con tablas de referencia existentes para cada uno y para cada sistema. Las plantas de un mismo clon deben tener un comportamiento similar para todos los sistemas analizados, ya que tienen una misma conformación genética.

2. METODOLOGÍA

La realización de un análisis de electroforesis se lleva a cabo en 3 fases que se desarrollan en 3 días y comprenden varias etapas, las cuales se describen en forma general a continuación.

2.1. Preparación de los geles (primer día):

Es necesario preparar 2 geles de almidón de papa con una concentración del 12.5 %, la cual se logra agregando 62.5 gramos de almidón en 450 mililitros de agua y 50 mililitros de un tampón de pH ácido (6) para uno de los geles y pH alcalino (8) para el otro. Los geles se preparan calentando la solución a 300 grados Centígrados con agitación a 250 revoluciones por minuto, luego se desgasifican (eliminación de gas) por medio de una bomba de vacío por espacio de 45 a 60 segundos, se vierten en un molde, se dejan secar al ambiente durante ½ hora y finalmente se dejan en refrigeración cubiertos con nylon durante 12 horas (toda la noche) (9).

2.2. Recolección de las muestras en el campo (segundo día):

El muestreo se realiza en horas de la mañana (6:00 a 7:00) y se toman un total de 26 muestras de 26 plantas diferentes. Una muestra está constituida por una hoja (3 folíolos) en estado B de desarrollo, de color café marrón y con una longitud aproximada de 2.5 centímetros (1 pulgada) cada folíolo. Se colocan en bolsas de papel parafinado o plástico, debidamente identificadas y se trasladan al laboratorio en una hielera (con un trozo de hielo) tan pronto como sea posible (2 horas como máximo) (9).

2.3. Extracción de las proteínas:

La extracción de las proteínas se realiza ya en el laboratorio por medio de maceración de las hojas, con una solución de extracción a base de Cisteína, en crisoles de porcelana y en ambiente de baja temperatura (alrededor de 4 grados Centígrados) (9).

2.4. Introducción de los extractos de las proteínas en los geles:

Se retiran los geles del refrigerador, se descubren y se perforan 26 ranuras (una para cada muestra) en uno de sus bordes con ayuda de una espátula, luego se marca la línea continua que éstas forman con Azul de Bromofenol en solución, con lo cual se marca también lo que será el avance de la migración.

Siempre en ambiente de baja temperatura, se empapan pequeños trozos de papel filtro (4 x 7 milímetros) con el extracto de proteínas y luego se introducen en los geles con ayuda de una pinza. Se debe introducir una muestra de cada planta en cada una de las geles preparadas (9).

2.5. Migración:

La migración de las proteínas contenidas en los extractos se realiza por medio del paso de corriente eléctrica a través de los geles, la cual es producida por un generador con un voltaje determinado. El proceso se realiza dentro del refrigerador y tiene una duración de 4 a 5 horas aproximadamente.

Debido a que la mayoría de las proteínas tienen carga negativa, éstas migran hacia el ánodo (+), por lo que debe colocarse el electrodo negativo del generador del lado del gel en donde están contenidas las muestras (cátodo). La migración debe detenerse cuando la marca de color azul (Bromofenol) alcanza el otro borde del gel (9).

2.6. Coloración de los sistemas enzimáticos:

Cuando la migración ha terminado se suspende el suministro de corriente y se retiran los geles del refrigerador. Se cortan ambos bordes de cada gel (inicio y fin de la migración) y se

marca la esquina superior derecha, por medio de un pequeño corte para no perder la orientación de los geles y la posición de las muestras en los mismos. Luego se cortan 6 láminas de 1 milímetro de grosor de cada uno de los geles y se colocan en 12 bandejas (una para cada sistema enzimático), en las cuales se realiza la coloración.

Existe toda una metodología para la coloración de cada uno de los sistemas, la cual se realiza en oscuridad, a una temperatura de 40 grados Centígrados y por medio de la inmersión de cada lámina en una solución que contiene un cofactor y un colorante específico para cada sistema enzimático. Los 12 sistemas analizados por medio de la electroforesis en el Hevea son los que aparecen en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Sistemas enzimáticos analizados para la verificación clonal por Electroforesis.

SISTEMA ENZIMATICO	NOMENCLATURA
ESTERASA	EST
LEUCINA AMINO PEPTIDASA	LAP
ALCOHOL DESHIDROGENASA	ADH
FOSFOGLUCOSA ISOMERASA	PGI
FOSFOGLUCO MUTASA	PGM
GLUTAMATO OXALOACETATO TRANSAMINASA	GOT
MALEATO DESHIDROGENASA	MDH
ISOCITRATO DESHIDROGENASA	ICD
FOSFATASA ÁCIDA	PAC
FOSFOGLUCONATO DESHIDROGENASA	PGD
DIAFORASA	DIA
SHIKIMATO DESHIDROGENASA	SKD

Cuando todos los sistemas han coloreado las reacciones (de coloración) se detienen con una solución de ácido acético al 7 % y las láminas se introducen en una solución de glicerol al 10 % durante de 12 horas (toda la noche) y en refrigeración (9).

2.7. Preservación y secado de los geles (tercer día):

Se retiran las láminas del glicerol y las partes que contienen a las bandas coloreadas (láminas más delgadas) se colocan en una plancha de plexiglass en medio de dos películas (hojas) de celofán; se dejan escurrir del glicerol por ½ hora y luego se dejan secar al horno a una temperatura de 40 grados centígrados por 24 horas (9).

2.8. Lectura y comparación de los geles:

La fase de lectura y comparación de los geles se puede considerar una fase de gabinete y consiste en colocar los geles (ya secos) en una hoja de papel en la que se identifican, por un lado cada sistema enzimático y por otro cada una de las muestras analizadas.

La lectura es realizada por un experto que codifica cada una de las bandas reveladas para cada sistema enzimático, para su comparación con una base previamente elaborada del patrón genético de cada clon (9).

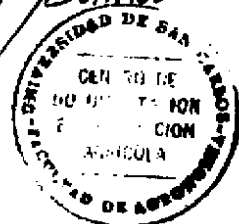
2.9. Conclusiones y reporte:

El reporte consiste en concluir, de acuerdo a la base, cuales de las muestras analizadas corresponden con los patrones genéticos del clon o los clones a los cuales pertenecen las plantas muestreadas. Se considera una planta genéticamente pura aquella cuyo patrón corresponde con la base en cada uno de los 12 sistemas enzimáticos analizados (9).

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARADO, J.C.; NÁJERA, C. 1,997. Las enfermedades del cultivo del hule (*Hevea brasiliensis*) en Guatemala. Guatemala, Gremial de Huleros de Guatemala. 54 p.
2. DELABARRE, M. 1,997. Misión sobre administración agrícola para ayudar a evaluar y capacitar al gremio hulero sobre los niveles de rentabilidad de las plantaciones y el ordenamiento de los datos administrativos. Guatemala, CIRAD. 80 p.
3. DUVAL, B.J. 1,992. Informe de misión en Guatemala; explotación para seguir la puesta en marcha de los nuevos sistemas de pica y estimulación a nivel industrial, adaptados al material vegetal existente conforme a la misión conjunta en mejoramiento genético. Guatemala, CIRAD. 65 p.
4. COMPAGNON, P. 1,998. El caucho natural; biología, cultivo, producción. México, D.F. Consejo Mexicano del Hule. 701 p.
5. GOHET, E. 1,998. Informe de misión a Guatemala; fisiología y explotación para dar a conocer los experimentos de sistemas de pica establecidos desde 1,991, analizar e interpretar los resultados obtenidos y dar recomendaciones a los productores del país. Guatemala, CIRAD. 42 p.
6. JACOB, J.L. 1997. Informe de misión en Guatemala; fisiología del látex del *Hevea* y su y su influencia en los sistemas de explotación. Guatemala. CIRAD. 55 p.
7. LEÓN, J. 1,968. Fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 487 p.
8. OMONT, H. 1,996. Misión sobre nutrición mineral del *Hevea* en Guatemala en base a criterios de selección de una política de fertilización, conformación de esos criterios con la realidad del terreno y discusión con especialistas locales para proponer criterios a corto, mediano y largo plazo. Guatemala, CIRAD. 70 p.
9. PALENCIA, C. 1,998. Informe técnico de actividades de capacitación de electroforesis, CIRAD-CP, Kourou, Guyana Francesa, 1 de Noviembre al 14 de Diciembre. Guatemala, Gremial de Huleros de Guatemala. 14 p.

Vo. Bo. Rolando Barrios





FACULTAD DE AGRONOMIA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12
GUATEMALA, CENTROAMÉRICA

Guatemala, Julio de 2,000

Ingeniero agrónomo
Ariel Ortiz
Director
Instituto de Investigaciones Agronómicas
Facultad de Agronomía

Ingeniero Ortiz:

En cumplimiento del nombramiento que el IIA me hiciera, por este medio hago de su conocimiento que de conformidad con el Programa Extraordinario Para la Realización de Tesis de Grado par la carrera de Ingeniero Agrónomo, he tenido a bien asesorar el trabajo del estudiante CARLOS VINICIO PALENCIA JUÁREZ, carné 8510331, titulado: "MANUAL GENERAL DEL CULTIVO DEL HULE *Hevea brasiliensis*".

Luego de atendidas las observaciones realizadas e incorporadas las sugerencias, considero que dicho trabajo satisface los requisitos para su aprobación como Documento de Graduación.

Sin otro particular, me despido de Usted,

Atentamente,

Ing. Agr. TOMÁS ANTONIO PADILLA CÁMBARA
Colegiado No. 1550

Tomás Padilla Cámara
ING. AGRONOMO
COL. 1550

AÑO DEL CINCUENTENARIO DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA
1950 - 2,000

GREMIAL DE HULEROS DE GUATEMALA

Guatemala, Julio de 2,000

Ingeniero agrónomo
Ariel Ortiz
Director
Instituto de Investigaciones Agronómicas
Facultad de Agronomía

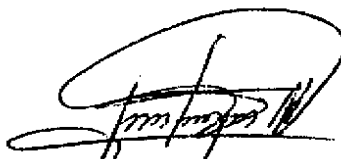
Ingeniero Ortiz:

En cumplimiento del nombramiento que el IIA me hiciera, por este medio hago de su conocimiento que de conformidad con el Programa Extraordinario Para la Realización de Tesis de Grado par la carrera de Ingeniero Agrónomo, he tenido a bien asesorar el trabajo del estudiante CARLOS VINICIO PALENCIA JUÁREZ, carné 8510331, titulado: "MANUAL GENERAL DEL CULTIVO DEL HULE *Hevea brasiliensis*".

Luego de atendidas las observaciones realizadas e incorporadas las sugerencias, considero que dicho trabajo satisface los requisitos para su aprobación como Documento de Graduación.

Sin otro particular, me despido de Usted,

Atentamente,



Ing. Agr. LUIS ENRIQUE MARROQUÍN DARDÓN
Colegiado No. 2091

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGRONOMICAS

DOCUMENTO DE GRADUACION: "MANUAL GENERAL DEL CULTIVO DEL HULE Hevea
brasiliensis"

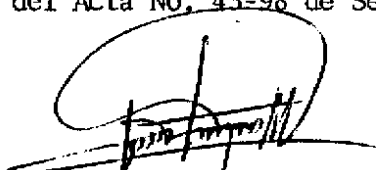
DESARROLLADA POR EL ESTUDIANTE: CARLOS VINICIO PALENCIA JUAREZ.

CARNE No.: 85-10331.

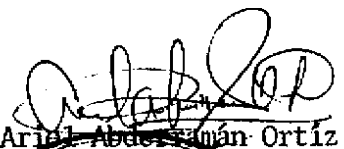
HA SIDO EVALUADO POR LOS PROFESIONALES:

Ing. Agr. Luis Enrique Marroquín Dardón e Ing. Agr. Tomás Antonio Padilla Cámara.

Los Asesores y las Autoridades de la Facultad de Agronomía, hacen constar que ha cumplido con las Normas Universitarias y Reglamentos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, enmarcados en el "PROGRAMA EXTRAORDINARIO PARA LA REALIZACION DE TESIS DE GRADO PARA LA CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO"; Aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Agronomía, según el Punto Cuarto del Acta No. 43-98 de Sesión celebrada el 17 de setiembre de 1998.

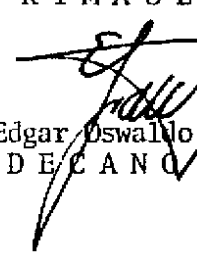

Ing. Agr. Luis Enrique Marroquín Dardón
A S E S O R


Ing. Agr. Tomás Antonio Padilla Cámara
A S E S O R


Dr. Ariel Abdeslamán Ortiz López
I.A.



IMPRIMASE


Ing. Agr. M.Sc. Edgar Oswaldo Blanco Rivas
D E C A N O



AAOL/Oscar E.
cc. Archivo
Control Académico.

APARTADO POSTAL 1545 § 01091 GUATEMALA. C.A.
TEL/FAX (502) 476-9794
e-mail: llusac.edu.gt § <http://www.usac.edu.gt/facultades/agronomia.htm>