

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION
AGRICOLA

EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* var. *Parainema*) EN ETAPA DE VIVERO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA A DIFERENTES CONCENTRACIONES, EN EL CASERÍO SALAMCHÓ, ALDEA LA LAGUNA DEL MUNICIPIO DE CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ

MICHAEL ORLANDO CUJÁ COLOCH

SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ, OCTUBRE 2024

**UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ
CARRERA DE INGENIERO AGRONOMO EN SISTEMAS DE PRODUCCION
AGRICOLA**

TRABAJO DE GRADUACION

EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* var. *Parainema*) EN ETAPA DE VIVERO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA A DIFERENTES CONCENTRACIONES, EN EL CASERÍO SALAMCHÓ, ALDEA LA LAGUNA DEL MUNICIPIO DE CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ.

**PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO
UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
POR**

MICHAEL ORLANDO CUJÁ COLOCH

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO
INGENIERO AGRONOMO
EN SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA
EN EL GRADO ACADEMICO
DE
LICENCIADO**

SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ, OCTUBRE 2024

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS
RECTOR

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

CONSEJO DIRECTIVO

PRESIDENTE	Lic. Orcelio Hernández García
SECRETARIO	Lic. Wagner Heber Galiego Rodríguez
REPRESENTANTE DOCENTE	Dr. José Alfredo Aguilar Orellana Dra. María Eunice Enríquez Cotón
REPRESENTANTE PROFESIONAL	Dr. Carlos Augusto Vargas Gálvez
REPRESENTANTES ESTUDIANTILES	Sr. Elvis Enrique Ramírez Mérida Sr. Julio Armando Saavedra González

COORDINADOR ACADÉMICO

Lic. Benjamín Ascencio Veliz

COORDINADOR DE LA CARRERA

Ing. Agr. Fredy Haroldo Milián

COMISION DE TRABAJOS DE GRADUACION

COORDINADOR:	Ing. Agr. Fredy Haroldo Milián
SECRETARIO:	Ing. Agr. Jorge Vinicio Tziboy garcía
VOCAL I:	Ing. Agr. Mario Gildardo García García

ASESOR

Ing. Agr. Marco Antonio Roblero Montejo

SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ, OCTUBRE 2024

San Miguel Chicaj, B.V., octubre de 2023.

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

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de graduación titulado: **“EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CAFÉ (Coffea arabica var. Parainema) EN ETAPA DE VIVERO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA A DIFERENTES CONCENTRACIONES, EN EL CASERÍO SALAMCHÓ, ALDEA LA LAGUNA DEL MUNICIPIO DE CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ; DIAGNÓSTICO REALIZADO EN EL CASERÍO SALAMCHÓ, ALDEA LA LAGUNA, DEL MUNICIPIO DE CUBULCO Y SERVICIOS EN EL PROYECTO DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO EN EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA, EJECUTADO POR EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN), CON EL APOYO DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y ALIMENTACION (MAGA), DEL MUNICIPIO DE CUBULCO, DEPARTAMENTO DE BAJA VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.”** como requisito previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente.

MICHAEL ORLANDO CUJÁ COLOCH

201541844

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: Agradezco profundamente a Dios, quien ha sido mi guía y fortaleza en todo momento. Sin su luz y bendiciones, este trabajo no habría sido posible. A Él, que me dio la sabiduría y la perseverancia para superar los desafíos, le dedico con humildad y gratitud el fruto de este esfuerzo.

A MIS PADRES: A mis padres, que han sido el pilar fundamental en mi vida, les debo todo lo que soy y lo que he logrado. Su amor incondicional, sacrificios y constante apoyo han sido el motor que me impulsó a alcanzar esta meta. Gracias por creer en mí y por ser mi fuente inagotable de inspiración.

A MI HERMANA: A mi hermana, por su cariño, paciencia y comprensión. Su presencia en mi vida ha sido un refugio de apoyo y alegría. Gracias por estar a mi lado en los momentos difíciles y por compartir conmigo cada paso de este camino.

AL PROYECTO Y

AL MAGA: Al equipo del Proyecto de Adaptación al Cambio Climático en el Corredor Seco de Baja Verapaz y al equipo de la Agencia de Extensión Rural de Cubulco, mi más sincero agradecimiento por brindarme la oportunidad de realizar mi ejercicio práctico supervisado en un entorno tan enriquecedor. La experiencia adquirida y las lecciones aprendidas han sido cruciales para mi formación profesional y personal.

A MIS AMIGOS: A mis amigos, por su apoyo incondicional, su compañía en las largas jornadas de estudio, y por ser una fuente constante de ánimo y diversión. Su amistad ha sido fundamental para mantener el equilibrio y la motivación durante todo este proceso. Gracias por estar siempre ahí, en las buenas y en las malas.

AGRADECIMIENTOS

A:

Centro universitario de Baja Verapaz (CUNBAV) por la experiencia, el conocimiento y las lecciones que me han acompañado a lo largo de mi formación académica.

Ing. Agr. Marco Antonio Roblero Montejo por su invaluable guía y apoyo a lo largo de este proceso. Su experiencia, paciencia y dedicación fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo. Agradezco profundamente su compromiso y por haberme brindado el conocimiento y las herramientas necesarias para alcanzar esta meta.

Ing. Agr. Vinicio Tziboy por su tiempo y dedicación al revisar y evaluar este trabajo. Su valiosa retroalimentación y sus observaciones críticas fueron esenciales para mejorar la calidad de este documento.

Ing. Agr. Orlando Flores por haber brindado las herramientas necesarias para la elaboración de documentos técnicos, los conocimientos teóricos durante todos los cursos impartidos y los consejos para poder hacer siempre las cosas de manera correcta.

Ing. Agr. Rudy Cabrera ser un catedrático ejemplar que pudo compartir mucho de sus conocimientos integrando diversas ramas de la ciencia, lo que fue esencial para mi desarrollo académico.

Ing. Agr. Fredy Milian por los consejos y el tiempo invertido para el bienestar del trabajo de investigación realizado, en busca de la excelencia académica.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
RESUMEN.....	XI
CAPITULO I: DIAGNOSTICO RURAL PARTICIPATIVO REALIZADO EN EL CASERÍO SALAMCHÓ, ALDEA LA LAGUNA, CUBULCO, BAJA VERAPAZ.....	1
1.1 INTRODUCCION.....	2
1.2 JUSTIFICACION.....	3
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 MARCO REFERENCIAL.....	5
1.4.1 Ubicación y localización	5
1.4.2 Diversidad de clima y topografía	8
1.4.3 Recurso natural (áreas de Recarga Hídrica, bosque).....	9
1.4.4 Aprovechamiento maderable	9
1.4.5 Producción Ganadera.....	9
1.4.6 Producción agrícola.....	9
1.5 METODOLOGIA.....	10
1.5.1 Fase de gabinete.....	10
1.5.2 Fase de campo.....	10
1.5.3 Fase final de gabinete	12
1.6 RESULTADOS.....	12
1.6.1 Proyecto Adaptación al cambio climático en el corredor seco de Guatemala, ejecutado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en apoyo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) financiado por el Banco de crédito para la reconstrucción (KfW). 12	
1.6.2 Identificación y descripción de problemas	13
1.6.3 Diagnostico Rural Participativo (DRP)	14
1.6.4 Entrevista semiestructurada	14
1.7 CONCLUSIONES.....	19
1.8 RECOMENDACIONES	20
1.9 BIBLIOGRAFIA.....	21

1.10	ANEXOS	24
CAPITULO II: EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CAFÉ (Coffea arabica var. Parainema) EN ETAPA DE VIVERO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA A DIFERENTES CONCENTRACIONES, EN EL CASERÍO SALAMCHÓ, ALDEA LA LAGUNA DEL MUNICIPIO DE CUBULCO, BAJA VERAPAZ		
2.1	INTRODUCCION	33
2.2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	34
2.3	JUSTIFICACION.....	35
2.4	MARCO CONCEPTUAL	36
2.4.1	Origen del Café	36
2.4.2	Clasificación taxonómica:	37
2.4.3	Características morfológicas de la planta	38
2.4.4	Fenología de la planta.....	43
2.4.5	Propagación del cultivo del Café	45
2.4.6	Requerimientos edafoclimáticos del cultivo del café	46
2.4.7	Plagas	47
2.4.8	Enfermedades	51
2.4.9	Variedades del café	54
2.4.10	Manejo agronómico del Cultivo de Café	64
2.4.11	Microorganismos de Montaña	71
2.5	MARCO REFERENCIAL.....	77
2.5.1	Historia de Salamchó	77
2.5.2	Ubicación y Colindancias.....	78
2.5.3	Recurso Hídrico y Suelos	79
2.5.4	Clima	79
2.6	OBJETIVO	80
2.6.1	Objetivo General	80
2.6.2	Objetivos específicos.....	80
2.7	HIPOTESIS	81
2.8	METODOLOGIA	81
2.8.1	Material Experimental.....	81
2.8.2	Descripción de los tratamientos.....	84

2.8.3	Modelo Estadístico.....	85
2.8.4	Hipótesis experimental.....	85
2.8.5	Variables de respuesta.....	85
2.8.6	Cronograma de actividades.....	87
2.8.7	Manejo del Experimento	88
2.8.8	Análisis de los Datos	90
2.9	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	90
2.10	CONCLUSIONES.....	107
2.11	RECOMENDACIONES	108
2.12	BIBLIOGRAFIA.....	109
2.13	ANEXOS.....	114
CAPITULO III: SERVICIOS DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EN AGRONOMÍA (EPSA), DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ (CUNBAV) DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA (USAC) REALIZADOS EN EL PROYECTO DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO EN EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA, EJECUTADO POR EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN), CON EL APOYO DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y ALIMENTACION (MAGA), EN CUBULCO, BAJA VERAPAZ.....		
		128
3.1	INTRODUCCION.....	129
3.2	Objetivos.....	130
3.2.1	Objetivo general	130
3.2.2	Objetivos específicos.....	130
3.3	SERVICIO 1: ENTREGA DE INSUMOS Y CAPACITACION PARA LA INSTALACION Y MANEJO DE APIARIOS.	131
3.3.1	Presentación	131
3.3.2	Objetivos.....	131
3.3.3	Metas	132
3.3.4	Metodología	132
3.3.5	Materiales y equipo.....	133
3.3.6	Resultados	133
3.3.7	Anexos.....	134
3.4	SERVICIO 2: CAPACITACION A PRODUCTORES SOBRE EL MANEJO DE LAS COLMENAS DE APIS MELLIFERA	138

3.4.1	Introducción.....	138
3.4.2	Objetivos.....	138
3.4.3	Metas	139
3.4.4	Metodología	139
3.4.5	Materiales y equipo.....	139
3.4.6	Resultados	140
3.4.7	Anexos	141
3.5	SERVICIO 3: CAPACITACION Y PRACTICA SOBRE LA TECNIFICACION DE LAS ABEJAS MELLIPONAS.....	143
3.5.1	Introducción.....	143
3.5.2	Objetivos.....	143
3.5.3	Metas	144
3.5.4	Metodología	144
3.5.5	Materiales y equipo.....	145
3.5.6	Resultados	145
3.5.7	Anexos	146
3.6	SERVICIO 4: ENTREGA DE INSUMOS Y CAPACITACION SOBRE EL MANEJO DE PRODUCCION DE TILAPIA.....	149
3.6.1	Introducción.....	149
3.6.2	Objetivos.....	149
3.6.3	Metas	150
3.6.4	Metodología	151
3.6.5	Materiales y equipo.....	151
3.6.6	Resultados	152
3.6.7	Anexos	153
3.7	SERVICIO 5: CAPACITACION SOBRE HUERTOS FAMILIARES PARA LA RESILIENCIA CONTRA LA INSEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL.	156
3.7.1	Introducción.....	156
3.7.2	Objetivos.....	156
3.7.3	Metas	157
3.7.4	Metodología	157
3.7.5	Materiales y equipo.....	158

3.7.6	Resultados	159
3.7.7	Anexos	160
3.8	SERVICIO 6: CAPACITACION SOBRE EL MANEJO DE GALLINAS PONEDORAS PARA LA PRODUCCION DE HUEVOS	163
3.8.1	Introducción.....	163
3.8.2	Objetivos.....	163
3.8.3	Metas	164
3.8.4	Metodología	164
3.8.5	Materiales y Equipo	164
3.8.6	Resultados	165
3.8.7	Anexos	165

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
Figura 1. Mapa de ubicación del caserío Salamchó, Aldea La Laguna, Cubulco, B.V.	6
Figura 2. Mapa de localización de la oficina del proyecto.	7
Figura 3. Estructura de la implementación del proyecto	8
Figura 4. Problemas y necesidades sobre el clima, el agua, la tierra y la geología.....	15
Figura 5. Problemas y necesidades sobre el tema de producción y aspecto social.....	15
Figura 6. Problemas y necesidades sobre la salud, la admón. Publica, la extensión rural.	16
Figura 7. Problemas y necesidades sobre el aspecto agrícola.	16
Figura 8 “A” Realización del diagnóstico rural participativo.....	24
Figura 9 “A” Producción de café en etapa de vivero.	24
Figura 10 “A” Producción de hortalizas.....	25
Figura 11 “A” Proyecto de gallinas ponedoras.....	25
Figura 13 “A” Producción de maíz.....	26
Figura 14 “A” Producción de miel por apicultores.....	26
Figura 15 “A” Carreteras de terracería y tramos de asfalto.....	27
Figura 16 “A” Despulpadora utilizada para procesar el café.	27
Figura 17 “A” Venta de pilones de café.....	28
Figura 18. Morfología y distribución de raíces en una planta de C. arabica	38
Figura 19. Morfología de la parte aérea del café.....	39

Figura 20. Características morfológicas del café	40
Figura 21. Morfología floral del café	41
Figura 22. Estructura del fruto del café.....	43
Figura 23. Fruto completamente lleno (Izquierda), fruto parcialmente lleno (Centro) y grano negro (derecha) (Arcila y Jaramillo, 2003).	43
Figura 24. Épocas de formación de nudos y hojas	43
Figura 25. Diferentes estados de desarrollo de la flor en una rama.....	44
Figura 26. Curva de desarrollo del fruto de café después de la floración	45
Figura 27. Posición de la broca dentro del fruto.....	48
Figura 28. Control cultural mediante recolección de granos, implementación de trampas, control biológico mediante <i>Beauveria bassiana</i> y control químico.....	49
Figura 29. Cochinillas de la raíz del café.....	50
Figura 30. Nematodo visto bajo un microscopio por J. García	51
Figura 31. Desarrollo de la roya en hojas de café	52
Figura 32. pudrición de frutos verdes por antracnosis.	53
Figura 33. Estructura reproductiva de <i>Mycena citricolor</i>	54
Figura 34. Planta de café variedad Caturra en plena producción.....	56
Figura 35. Planta de café variedad Catuaí.....	57
Figura 36. Plantación de café variedad Pacamara.	58
Figura 37. Brotes bronce de café variedad Lempira.	59
Figura 38. Hojas anchas color verde oscuro de una planta de café variedad IHCAFE.	60
Figura 39. Planta con frutos grandes de café variedad Parainema.	61
Figura 40. Planta de café variedad Marsellesa.....	62
Figura 41. Planta de café variedad anacafe 14.	63
Figura 42. Condiciones para el cultivo del café.....	64
Figura 43. Semillero en etapa de fosforito.....	65
Figura 44. Necesidades de la semilla de café para su germinación	65
Figura 45. Pilon de café con buen desarrollo morfológico	66
Figura 46. Contenedores comunes para pilones de café	66
Figura 47. Dr. Teruo Higa	72
Figura 48. <i>Lactobacillus</i> spp.	74
Figura 49. <i>Rhodopseudomonas plastrus</i> , <i>Rhodobacter spaeroides</i>	75

Figura 50. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida</i>	75
Figura 51. <i>Streptomyces albus</i> , <i>Streptomyces griseus</i>	76
Figura 52. Mapa de ubicación del caserío Salamchó, Aldea La Laguna, Cubulco, B.V.	78
Figura 53. Biofábrica de Xesiguán	82
Figura 54. Diseño de la parcela experimental.....	86
Figura 55. Gráfica de probabilidad normal (<i>qq-plot</i>) para la longitud de raíz principal	92
Figura 56. Gráfica de probabilidad normal (<i>qq-plot</i>) para la longitud de raíz secundaria.....	95
Figura 57. Gráfica de probabilidad normal (<i>qq-plot</i>) para la altura de planta.	98
Figura 58. Gráfica de probabilidad normal (<i>qq-plot</i>) para el diámetro de tallo.....	100
Figura 59. Gráfica de probabilidad normal (<i>qq-plot</i>) para la incidencia de enfermedades en las plantas.....	103
Figura 60. Gráfica de probabilidad normal (<i>qq-plot</i>) para la severidad de enfermedades en las plantas.....	106
Figura 61. "A" Siembra de café en semillero.....	114
Figura 62. "A" Semillero a los 90 días	114
Figura 63. "A" Preparación de sustrato.....	115
Figura 64. "A" Cernido de sustrato	115
Figura 65. "A" Llenado de bolsas	116
Figura 66. "A" Colocación de bolsas según tratamiento.....	116
Figura 67. "A" Pílon obtenido del semillero	117
Figura 68. "A" Trasplante a bolsas	117
Figura 69. "A" Microorganismos de montaña líquido para preparar los tratamientos.....	118
Figura 70. "A" Agua para preparar los tratamientos	118
Figura 71. "A" Dosis de aplicación de 50 ml.....	119
Figura 72. "A" Aplicación de tratamientos.....	119
Figura 73. "A" Micelio colectado en campo.....	120
Figura 74. "A" Melaza utilizada para microorganismos de montaña sólidos	120
Figura 75. "A" Preparación de 1 tonel de microorganismos de montaña sólidos	121
Figura 76. "A" Tonel de Microorganismos de montaña líquidos	121
Figura 77. "A" Identificación de los tratamientos y las repeticiones	122
Figura 78. "A" Plantas a los 6 meses.	122
Figura 79 "A" Riego de las plantas	123
Figura 80 "A" Herramientas usadas para la toma de datos.....	123
Figura 81 "A" Diagrama de área estándar CENICAFE.....	124

Figura 82 “A” Escala de medición de áreas superpuestas de enfermedades del café por Villegas.....	124
Figura 83 “A” Toma de datos de Incidencia y Severidad	125
Figura 84 “A” Toma de datos del diámetro de tallo usando el vernier.....	125
Figura 85 “A” Longitud de raíz del T3.....	126
Figura 86 “A” Longitud de raíz del T1.....	126
Figura 87 “A” Comparación de plantas de los 4 tratamientos.....	127
Figura 88 “A”. Entrega de ahumadores a beneficiarios	134
Figura 89 “A”. Capacitación a productores de miel de abeja	135
Figura 90 “A”. Colocación de cera en los marcos de madera	135
Figura 91 “A”. Visitas técnicas con los apicultores beneficiados	136
Figura 92 “A”. División de colmenas con los productores de miel	136
Figura 93 “A”. Revisión y mantenimiento de las colmenas	137
Figura 94 “A”. Colocación de comederos para las abejas.....	137
Figura 95 “A”. Preparación de los ahumadores.....	141
Figura 96 “A”. Preparación de los marcos con cera estampada	141
Figura 97 “A”. Limpieza de la colmena y colocación de marcos con cera estampada.....	142
Figura 98 “A”. Inspección de la sanidad de las colmenas	142
Figura 99 “A”. Colmena tradicional de abejas sin aguijón (<i>Melipona beecheii</i>)	146
Figura 100 “A”. Apertura del trozo para extracción del núcleo de la colmena	147
Figura 101 “A”. Traspaso del núcleo a una base de madera.....	147
Figura 102 “A”. Colocación de la caja tecnificada	148
Figura 103 “A”. Colmena tecnificada para abejas sin aguijón (<i>Melipona beecheii</i>)	148
Figura 104 “A”. Entrega de alevines de tilapia a beneficiarios	153
Figura 105 “A”. Monitoreo de charcas productoras de tilapia	153
Figura 106 “A”. Capacitación sobre manejo de charcas para producción de peces.....	154
Figura 107 “A”. Monitoreo de charcas con geomembrana.	154
Figura 108 “A”. Producción de tilapia con los beneficiarios	155
Figura 109 “A”. Preparación de alimentos relacionados a la tilapia	155
Figura 110 “A”. Huertos familiares instalados en parcelas demostrativas.....	160
Figura 111 “A”. Producción de hortalizas con los productores beneficiarios.....	161
Figura 112 “A”. Producción de hortalizas en parcelas demostrativas.	161
Figura 113 “A”. Asistencia técnica a productores de maíz.....	162

Figura 114 “A”. Visita a productores de rosa de Jamaica.	162
Figura 115 “A”. Vacunación de pollos pequeños.	165
Figura 116 “A”. Vacunación de gallinas ponedoras	166
Figura 117 “A”. Limpieza de gallineros.....	166
Figura 118 “A”. Jornada de vacunación de gallinas criollas	167

INDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
Cuadro 1. Matriz de problemas y necesidades del grupo focal del proyecto Adaptación al cambio climático en el corredor seco de Guatemala en el caserío Salamchó, Cubulco, B.V.....	17
Cuadro 2 “A”. Boleta socioeconómica y productiva	29
Cuadro 3. Clasificación taxonómica del cultivo de café	37
Cuadro 4. Materiales y proporciones utilizadas para el sustrato de las plantas de café.....	81
Cuadro 5. Manejo agronómico del experimento.....	83
Cuadro 6. Tratamientos para la evaluación de los microorganismos de montaña.	84
Cuadro 7. Cronograma de actividades del semillero y vivero de café	87
Cuadro 8. Longitud promedio de la raíz primaria	91
Cuadro 9. Análisis de varianza para la longitud promedio de la raíz primaria (LR-P)	91
Cuadro 10. Prueba de normalidad	92
Cuadro 11. Longitud promedio de las raíces secundarias	93
Cuadro 12. Análisis de varianza para la longitud promedio de las raíces secundarias (LR-S).....	93
Cuadro 13. Prueba múltiple de medias según el criterio Tukey para la Longitud de raíz secundaria en cm. ..	94
Cuadro 14. Prueba de normalidad	94
Cuadro 15. Altura promedio de planta	96
Cuadro 16. Análisis de varianza para la altura de planta	96
Cuadro 17. Prueba múltiple de medias según el criterio de Tukey para la altura de planta en cm	97
Cuadro 18. Prueba de normalidad	97
Cuadro 19. Diámetro promedio de tallo	99
Cuadro 20. Análisis de varianza para diámetro promedio de tallo.....	99
Cuadro 21. Prueba de normalidad	100
Cuadro 22. Incidencia promedio de enfermedades en las plantas.....	101

Cuadro 23. Análisis de varianza para la incidencia de enfermedades en las plantas	101
Cuadro 24. Prueba de normalidad	102
Cuadro 25. Severidad promedio de enfermedades en las plantas	104
Cuadro 26. Análisis de varianza para la severidad de enfermedades en las plantas.....	104
Cuadro 27. Prueba múltiple de medias según el criterio de Tukey para la severidad de enfermedades en las plantas.....	105
Cuadro 28. Prueba de normalidad	105

RESUMEN

El Ejercicio Profesional Supervisado en Agronomía (EPSA), requisito previo para optar al título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola del Centro Universitario de Baja Verapaz (CUNBAV) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), se llevó a cabo de febrero a noviembre de 2023, en el marco del Proyecto de Adaptación al Cambio Climático en el Corredor Seco de Guatemala, ejecutado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) con el apoyo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA). Las actividades de diagnóstico, prestación de servicios y desarrollo de la investigación se realizaron en el caserío Salamchó, Aldea La Laguna, municipio de Cubulco, Baja Verapaz.

El proyecto de Adaptación al Cambio Climático en el Corredor Seco de Guatemala, implementado en Cubulco, Baja Verapaz, fue una iniciativa integral del gobierno guatemalteco para enfrentar los retos del cambio climático en una región altamente vulnerable. Liderado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y apoyado por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), el proyecto busca fortalecer la resiliencia de las comunidades rurales frente a las condiciones climáticas adversas del Corredor Seco, conocido por su clima árido y sequías recurrentes.

La fase de diagnóstico en el Caserío Salamchó, Aldea La Laguna, Cubulco, Baja Verapaz, se enfocó en identificar y analizar los problemas y necesidades del área. Esta etapa fue fundamental para el desarrollo de la investigación, ya que proporcionó una comprensión detallada de las condiciones actuales y los aspectos a mejorar. Se utilizaron diversas técnicas de recolección de datos, como encuestas, entrevistas y observación participante, para obtener una visión completa de la situación y las percepciones de los involucrados. Además, permitió identificar las relaciones entre diferentes factores y detectar fortalezas y oportunidades. Esta base sólida ayudó a establecer estrategias y planes de acción efectivos para mejorar la situación y alcanzar los objetivos de la investigación.

Con la información obtenida del diagnóstico se procedió a realizar la investigación, la cual consistió en evaluar el desarrollo de las plantas, la incidencia y severidad de las enfermedades del cultivo de café (*Coffea arabica* var. *Parainema*) en etapa de vivero, mediante la aplicación de los microorganismos de montaña en estado líquido, en las condiciones del caserío Salamchó. Con los resultados de la investigación se concluyó que el tratamiento 1 (solución al 6.25%) mostró diferencia significativa para las variables altura, longitud de raíces secundarias y severidad de enfermedades respecto al tratamiento 4 (testigo), demostrando así la eficacia de los microorganismos de montaña líquido.

Durante el Ejercicio Profesional Supervisado Agronomía (EPSA) se realizaron diferentes servicios en conjunto con el proyecto de adaptación al cambio climático, los cuales fueron varias charlas educativas para los agricultores locales. Estas charlas abordaron la apicultura, con enfoque en abejas meliponas y *Apis mellifera*, que son cruciales para la polinización y la producción de miel, un recurso valioso económica y nutricionalmente. También se promovió la producción de tilapias como alternativa acuícola, que diversifica la dieta y aumenta los ingresos familiares. Además, se ofrecieron capacitaciones sobre la implementación y manejo de huertos familiares, esenciales para garantizar el acceso a alimentos frescos y nutritivos durante todo el año. Estas acciones son clave para fortalecer la capacidad de adaptación de las comunidades al cambio climático, fomentando prácticas sostenibles que protegen el medio ambiente y apoyan el desarrollo económico y social. El proyecto busca empoderar a las familias rurales con herramientas y conocimientos para enfrentar los desafíos actuales y futuros del cambio climático.

**CAPITULO I: DIAGNOSTICO RURAL PARTICIPATIVO REALIZADO EN EL CASERÍO
SALAMCHÓ, ALDEA LA LAGUNA, CUBULCO, BAJA VERAPAZ.**

1.1 INTRODUCCION

La fase de diagnóstico como parte del Ejercicio Practico Supervisado de Agronomía (EPSA) del Centro Universitario de Baja Verapaz (CUNBAV) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) se centró en identificar, analizar los problemas y necesidades del Caserío Salamchó, Aldea La Laguna, Cubulco, Baja Verapaz. Esta etapa es crucial porque proporciona una base sólida para el desarrollo posterior de la investigación, permitiendo conocer de manera detallada las condiciones existentes y los aspectos a mejorar en el entorno. En esta fase se pudo recopilar información a través de diversas herramientas y técnicas de recolección de datos, tales como encuestas, entrevistas, observación participante, entre otros. Esto permite obtener una visión más completa y detallada de la situación actual y de las percepciones y opiniones de los diferentes actores involucrados, además permite establecer las relaciones y vínculos existentes entre los diferentes factores que inciden en la problemática a estudiar, de manera que se pueda entender su complejidad y abordarla de manera integral. También se pueden identificar las fortalezas y oportunidades presentes en el entorno, lo que permitirá establecer estrategias y planes de acción efectivos para mejorar la situación. En resumen, el diagnóstico realizado es esencial, ya que proporciona una base sólida y detallada de la situación actual, de esta manera, lograr los objetivos propuestos y alcanzar los resultados esperados en la investigación.

1.2 JUSTIFICACION

El diagnóstico realizado como parte del Ejercicio Practico Supervisado de Agronomía (EPSA) del Centro Universitario de Baja Verapaz (CUNBAV) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) en el Caserío Salamchó, Aldea La Laguna, Cubulco, Baja Verapaz, busca contribuir con generar el levantamiento de información directa, metódica y estratégica que permita un conocimiento más profundo y ordenado de los procesos productivos, lo que a su vez permitirá plantear soluciones pertinentes y efectivas a las problemáticas que se presenten. Por ello, es necesario contar con información veraz y actualizada que permita entender los procesos, las necesidades y los problemas que enfrentan las familias campesinas en la comunidad. En particular, la investigación se centrará en brindar recomendaciones para los desafíos significativos a los que se enfrenten, tales como el acceso al agua, la energía, la atención médica, así como en la producción de alimentos y la economía local. El diagnóstico comunitario permitirá comprender mejor estas necesidades y desafíos, así como las fortalezas y oportunidades. Para llevarlo a cabo, se planea utilizar una variedad de herramientas y técnicas de investigación participativa, como entrevistas con líderes comunitarios y grupos de discusión con miembros de la comunidad. También se recopilarán datos secundarios de fuentes gubernamentales y organizaciones no gubernamentales, se realizarán encuestas para obtener una comprensión más amplia de la comunidad y una vez se tenga toda esta información, se propondrán soluciones para que sean sostenibles, efectivas y adaptadas a las necesidades o deseos de las personas que habitan la aldea. Esto puede incluir soluciones como la instalación de sistemas de agua, energía renovable, la construcción de centros de atención médica y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles. En última instancia, la realización de un diagnóstico comunitario sólido, la identificación de soluciones sostenibles y efectivas es crucial para el impacto positivo en la comunidad. A través de este proceso, se espera hacer una diferencia significativa en la vida de las personas en la comunidad y promover un desarrollo más sostenible y equitativo.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general

Determinar los principales problemas y necesidades sociales, económicos, biofísicos, agrícolas y pecuarios de la situación actual del Caserío Salamchó, Aldea La Laguna, del municipio de Cubulco, departamento de Baja Verapaz.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar la relación entre las actividades agrícola y el medio ambiente de la comunidad.
- ✓ Obtener información de fuentes primarias mediante el uso de las herramientas del diagnóstico rural participativo.
- ✓ Describir los aspectos agroclimáticos, geográficos, sociales-económicos y culturales de la comunidad.

1.4 MARCO REFERENCIAL

1.4.1 Ubicación y localización

El caserío Salamchó tiene una extensión territorial de seis kilómetros cuadrados teniendo sistemas de irrigación con tomas o canales, ríos y caudal, con esto obtienen regadíos para sus cultivos en el verano. El caserío Salamchó colinda al Norte con el Caserío Pamiscalché, al Sur con el caserío Chinix, al Este con el caserío Chiul y al Oeste con el Caserío Chuipapop. (Ajualip García, P., 2015)

Las coordenadas para ubicar el caserío Salamchó obtenidas en Google maps son 15.113787911145549 latitud, -90.6474135746154 longitud.

Según Ajualip García, en su documento de tesis, el caserío estaba habitado por 460 personas en el 2015. Teniendo en cuenta la fórmula para realizar una estimación del crecimiento poblacional, tendríamos lo siguiente:

$$P = P_o * (1 + r)^n$$

Donde:

P= Población futura estimada, Po=Población Inicial, r=Tasa de crecimiento poblacional, n=Número de años transcurridos desde la población inicial

Teniendo en cuenta que la tasa de crecimiento poblacional para Guatemala es del 1.5%, según el INE², la población estimada para el 2023 en el caserío Salamchó es de 526 personas.

1 Metros sobre el nivel del mar

2 Instituto Nacional de Estadística de Guatemala

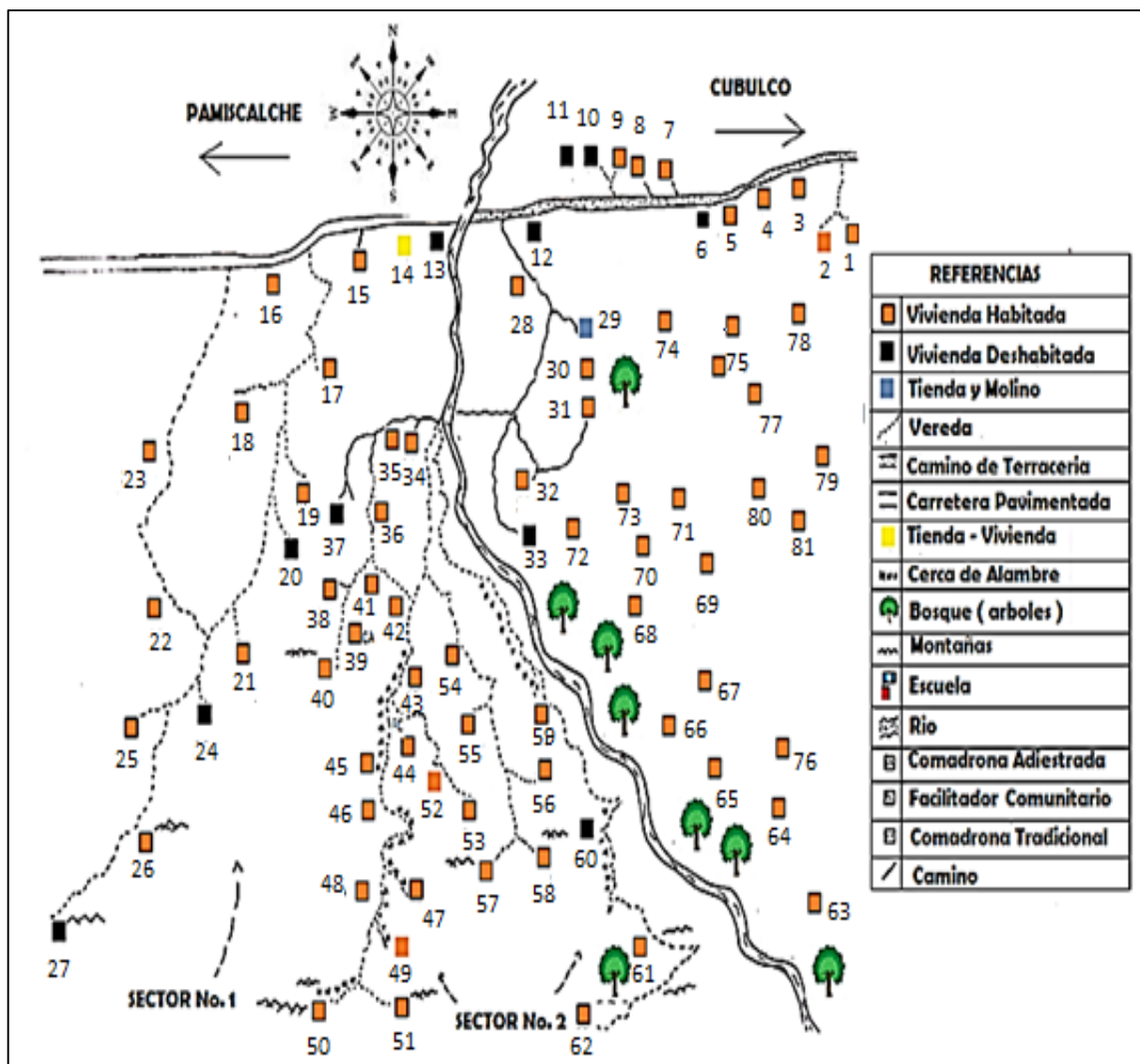
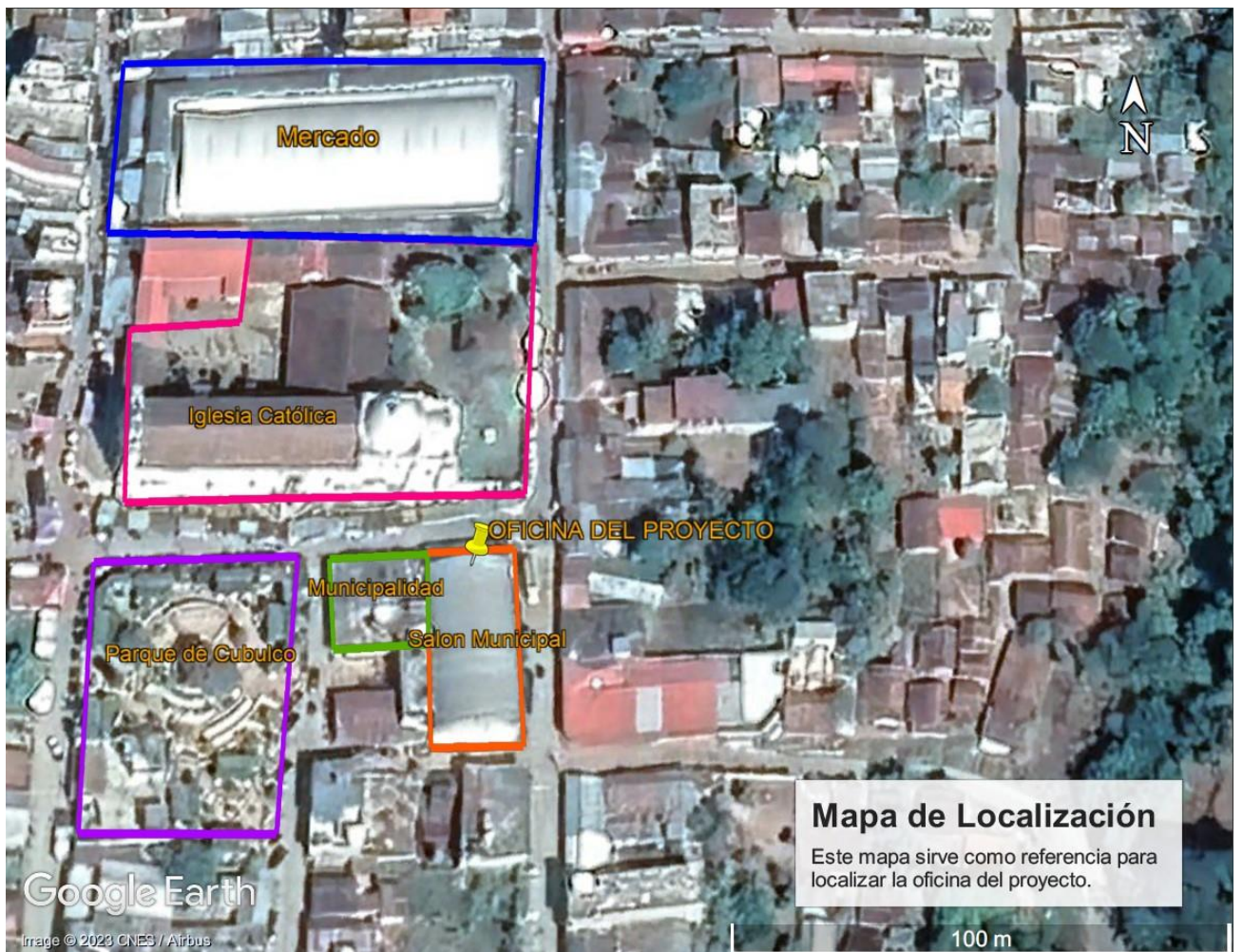


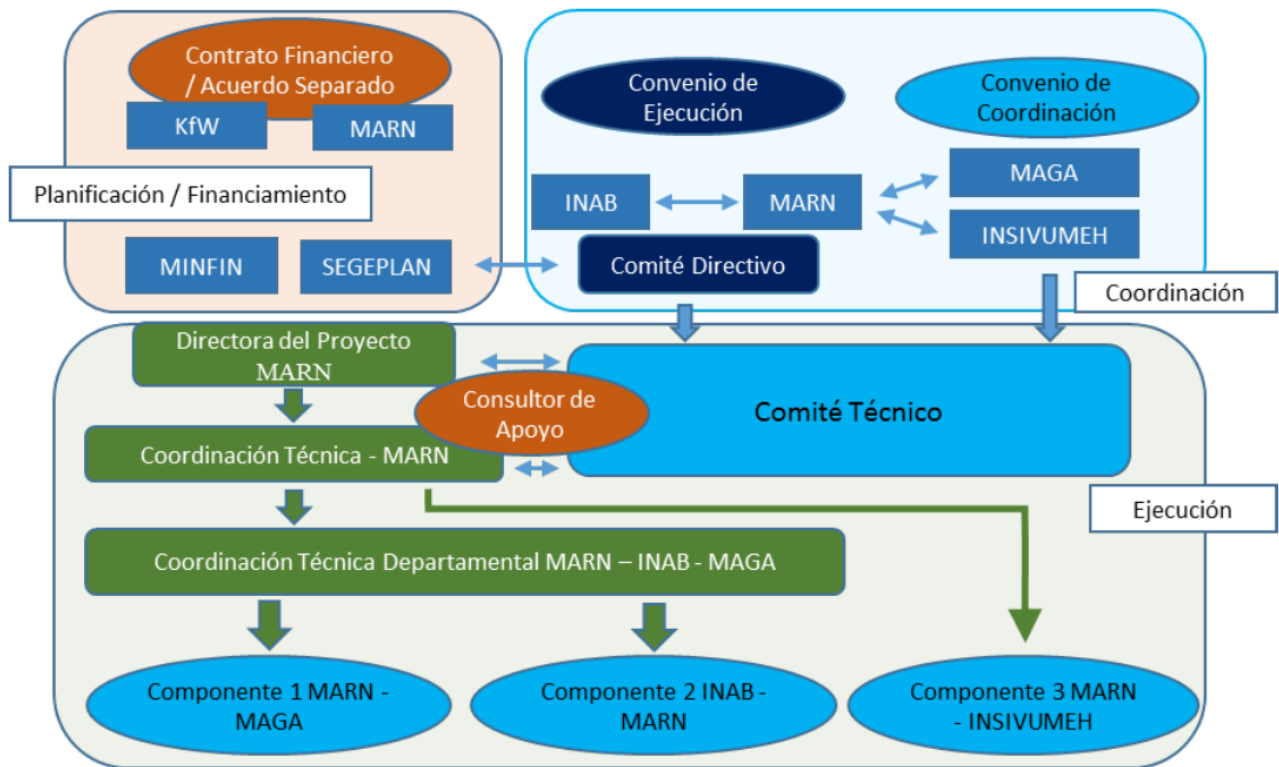
Figura 1. Mapa de ubicación del caserío Salamchó, Aldea La Laguna, Cubulco, B.V.
Fuente: Ajuilip García, P., 2015.

Al momento de la realización de este documento la oficina del Proyecto adaptación al cambio climático en el corredor seco de Guatemala se encuentra dentro del salón municipal, al lado de la municipalidad de Cubulco, pero a partir de junio esta quedara sin uso ya que el proyecto termina en este mes.



Fuente: Elaboración Propia en Google Maps, 2023.

Figura 2. Mapa de localización de la oficina del proyecto.



Fuente: Plan Operativo General del proyecto, Pág. 11

Figura 3. Estructura de la implementación del proyecto

1.4.2 Diversidad de clima y topografía

No existe información exacta del caserío Salamchó con relación al clima, pero con base a documentos y tomando como base datos de la estación del INSIVUMEH en Cubulco, Baja Verapaz, tenemos temperaturas entre 12.1°C y 23°C, con respecto a la precipitación pluvial podemos tomar como referencia la del caso urbano ya que no existe información de la comunidad en específico, además que la comunidad se encuentra alrededor de los 6 km de distancia, siendo la precipitación de 699.3 mm/año y humedad relativa entre 60% (febrero y marzo) y 80% (septiembre). La topografía es altamente quebradiza y presenta diversidad de climas: frío en la parte alta y cálido en la parte baja.

1.4.3 Recurso natural (áreas de Recarga Hídrica, bosque)

La comunidad se caracteriza por tener cobertura boscosa, y pocas áreas de recarga hídrica (quebradas y nacimientos), variabilidad en su topografía y una vegetación predominante en el área forestal.

1.4.4 Aprovechamiento maderable

El caserío Salamchó maneja la diversificación de bosque con respecto a la vegetación entre las cuales se pueden mencionar el de bosque conífero, bosque latifoliado, bosque mixto, arboles dispersos y vegetación arbustiva baja, recurso que puede aprovecharse bajo el manejo de programas de reforestación continua y sostenible. Es importante mencionar que a nivel de municipio se da la actividad forestal (aprovechamiento maderable) pero de forma ilícita, sin considerar planes de manejo y sin considerarla como una actividad sostenible. (PDM-OT, Cubulco 2019, Pág. 36)

1.4.5 Producción Ganadera

Las principales características de la actividad es que la alimentación es natural (pasto) las ganancias que se generan son de mediano plazo, fácil comercialización con mercado asegurado; del producto se puede obtener subproductos, carne, leche, cuero. Los productores trabajan de forma individual, e indican que hace falta fortalecer el nivel organizativo para que los beneficios sean de forma directa, evitando beneficiar a los intermediarios. (Dirección Municipal de Planificación de Cubulco).

1.4.6 Producción agrícola

Aunque la población en su mayoría se dedica a los cultivos de granos básicos y otros cultivos en menor proporción para su consumo, en el caserío Salamchó también se da la producción de café (*Coffea arabica* L.), la cual actualmente está siendo un medio de ingresos al municipio para las personas que se dedican a su comercialización tanto dentro como fuera del municipio. Según el Diagnostico Económico Territorial -DET- del municipio de Cubulco, elaborado por SEGEPLAN en el 2013, buena parte del suelo del municipio es ocupado por el cultivo de café (*Coffea arabica* L.), mediante pequeños y medianos productores con un promedio de 700 manzanas que equivale 466,666.7 ha, cultivándose un

promedio por familia de 0.5 ha, indicando que se tienen a otros con mayor cantidad de área de producción. (PDM – OT, Cubulco 2019, Pág. 38)

1.5 METODOLOGIA

1.5.1 Fase de gabinete

Al iniciar la investigación del caserío Salamchó, la referencia partió de varios documentos de fuentes secundarias tales como: el documento “Plan de desarrollo municipal y ordenamiento territorial de Cubulco”, el más reciente según el equipo de la Dirección Municipal de Planificación de la municipalidad de Cubulco, otra fuente fue el censo más reciente y las proyecciones realizadas por el Instituto Nacional de Estadística -INE-, así también el documento “Determinación de la Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra a escala 1: 50,000 de la República de Guatemala” del año 2,020 proporcionado por el equipo del MAGA en Cubulco.

Así también se consultó en la plataforma de Google Earth y el mapa meteorológico de ANACAFE.

1.5.2 Fase de campo

Para fundamentar y realizar un contraste de la información obtenida de fuentes secundarias, se realizó un diagnóstico por medio de un grupo focal en la que se utilizaron herramientas como: la lluvia de ideas, entrevista grupal semiestructurada con la ayuda de una guía con preguntas clave, entrevistas con actores clave entre ellos: enfermeros, profesores, líderes comunitarios, promotores, trabajadoras sociales, y pláticas casuales con integrantes de la comunidad que se desarrollaron mediante visitas espontáneas. Los materiales de apoyo utilizados para la recolección de datos fueron, pliegos de papel manila y marcadores.

Mediante pláticas con personal de distintas entidades privadas y de gobierno se obtuvo que en el caserío Salamchó, existe la interacción entre agricultores y técnicos de campo, para promover y fortalecer actividades en pro de la agricultura de la localidad, siendo estas: El Proyecto Adaptación al Cambio Climático en el Corredor Seco de Guatemala, que es financiado por el Banco de Crédito para la reconstrucción (KfW) y ejecutado por el Ministerio

de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en apoyo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala (MAGA), busca mejorar la resiliencia de las comunidades rurales de la región ante los efectos del cambio climático a través de la adopción de prácticas agrícolas sostenibles, el fortalecimiento de capacidades, la construcción de infraestructura climáticamente inteligente y la diversificación de medios de vida.

El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) se enfoca en apoyar el desarrollo agrícola y rural sostenible en la región, a través del fortalecimiento de capacidades técnicas y empresariales, el desarrollo de sistemas de riego y manejo del agua, la mejora de la producción de alimentos y el fomento de la agricultura familiar.

VOLCAFE® es una empresa de comercio de café con sede en Suiza que trabaja con productores de café en todo el mundo y en Cubulco, trabaja directamente con los productores para ayudarles a mejorar la calidad de su café y obtener precios justos por su trabajo. Esto incluye proporcionar asistencia técnica, capacitación en buenas prácticas agrícolas y apoyo en la comercialización del café.

Maximizando Oportunidades en el café y Cacao (MOCCA) se enfoca en apoyar a los pequeños productores de café en la mejora de la productividad y la calidad del grano producido, aumentar su acceso a los mercados y mejorar sus ingresos. Esto incluye la capacitación y asistencia técnica, el fortalecimiento de organizaciones locales, la mejora de la infraestructura y el acceso a mercados.

Instituto Nacional de Bosques (INAB) se enfoca en promover la conservación y el uso sostenible de los bosques y la biodiversidad en la zona, en colaboración con otras entidades y la comunidad local.

Asociación Nacional de Café (ANACAFE) se enfoca en promover la producción sostenible y de calidad del café en la zona, y en colaborar con los productores y otros actores del sector para mejorar la competitividad y la diferenciación del café guatemalteco en los mercados nacionales e internacionales.

FUNDAMARCOS es una organización no gubernamental que trabaja en la promoción del desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de las comunidades rurales en Guatemala, en el caserío Salamchó y otras aldeas de Cubulco se enfoca en promover el desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de las comunidades rurales en la

zona, mediante la implementación de proyectos y acciones que buscan fortalecer capacidades, promover la equidad de género, la inclusión social, fomentar prácticas sostenibles de producción y uso de los recursos naturales.

CARITAS se enfoca en el desarrollo integral y la atención a emergencias de la población más vulnerable, mediante la implementación de proyectos y acciones que buscan mejorar la calidad de vida de las comunidades y fortalecer su capacidad de gestión y organización.

CORAZÓN DE MAÍZ es una organización no gubernamental que en Cubulco se enfoca en la promoción del desarrollo integral y sostenible de las comunidades rurales, mediante la implementación de proyectos y acciones que buscan mejorar la calidad de vida de las personas, fortalecer su capacidad de gestión y organización, y promover la equidad de género y la participación ciudadana.

1.5.3 Fase final de gabinete

A partir de la recolección de todos los datos disponibles de la comunidad, la información fue clasificada y analizada para poder extraer patrones, relaciones significativas, tendencias, áreas de oportunidad y desafíos, entre otros aspectos relevantes, ya que, de esta forma, se generan conclusiones basadas en evidencia para aumentar la probabilidad de que las decisiones tomadas sean efectivas y tengan un impacto positivo en la comunidad.

1.6 RESULTADOS

1.6.1 Proyecto Adaptación al cambio climático en el corredor seco de Guatemala, ejecutado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) en apoyo del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) financiado por el Banco de crédito para la reconstrucción (KfW).

El Proyecto Adaptación al Cambio Climático en el Corredor Seco de Guatemala, tiene como objetivo principal apoyar a las comunidades a adaptarse a los efectos del cambio climático en la región, mediante la implementación de acciones específicas en los siguientes ámbitos: Seguridad alimentaria: Se trabajan actividades relacionadas con la promoción de prácticas agrícolas sostenibles y en la implementación de sistemas de riego eficientes para mejorar

la producción de alimentos en la región y reducir la vulnerabilidad de las comunidades frente a la sequía y otros fenómenos climáticos extremos.

Gestión de recursos naturales: Aquí se trabaja en la implementación de proyectos para la conservación de los recursos naturales y la gestión sostenible del agua y la tierra, mediante la promoción de prácticas de reforestación, conservación de suelos y el uso de tecnologías limpias.

Fortalecimiento de capacidades: Se aplica la formación y capacitación de líderes comunitarios, técnicos y productores en temas relacionados con el cambio climático, la gestión de riesgos y las prácticas sostenibles.

Desarrollo económico: Se cumplen con actividades de promoción del desarrollo económico sostenible en la región, mediante el apoyo a la creación de pequeñas empresas, la promoción de prácticas comerciales sostenibles y el fortalecimiento de las capacidades empresariales de los productores.

1.6.2 Identificación y descripción de problemas

Durante la interacción con los habitantes de la comunidad y el recorrido realizado en el área, se apreciaron carencias principalmente en la demanda del vital líquido para riego ya que la comunidad depende únicamente de la lluvia, solo hay pequeños nacimientos de agua y quebradas que por la geografía del lugar pueden clasificarse como cauces intermitentes, los suelos usados para la agricultura en general son terrenos con mucha pendiente y que por la falta de prácticas de conservación de suelo, este ha sido erosionado con el paso del tiempo lo que en épocas lluviosas provoca deslizamientos del suelo. Los productores de la localidad han optado por implementar cultivos que se alejan de la cultura agrícola que caracteriza a Guatemala y es la siembra de granos básicos como maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*) en su mayoría, siendo el más representativo el cultivo del café (*Coffea arabica*), en distintas variedades, entre las cuales podemos encontrar: var. caturra, var. sarchimor, var. anacafe 14, var. anacafe 90, var. pacamara, var. parainema, marsellesa, entre otros.

1.6.3 Diagnostico Rural Participativo (DRP)

Este tipo de diagnóstico es una herramienta utilizada en el ámbito rural para involucrar a la comunidad en la identificación y análisis de sus necesidades, los recursos disponibles, así también para planificar acciones que permitan mejorar sus condiciones de vida para el bienestar de las familias.

Esta herramienta se basa en la idea de que la participación de la comunidad sea activa en el proceso de diagnóstico y planificación ya que es esencial para garantizar que las soluciones propuestas sean apropiadas, viables y sostenibles a largo plazo o al menos eso es lo que se pretende. El proceso del diagnóstico implica la movilización hacia la comunidad previamente delimitada, para luego poder realizar la identificación, el análisis conjunto de los problemas, oportunidades, y la definición de acciones que formen las estrategias de desarrollo.

El diagnóstico rural participativo se utiliza en una variedad de contextos, como proyectos de desarrollo rural, programas de extensión agrícola, proyectos de conservación ambiental y gestión de recursos naturales, entre otros. Al involucrar a la comunidad en el proceso de diagnóstico y planificación, este puede ayudar a mejorar la eficacia y la sostenibilidad de los proyectos de desarrollo rural, al tiempo que fortalece la capacidad de la comunidad para tomar decisiones informadas, así como, autónomas.

1.6.4 Entrevista semiestructurada

Se llevo a cabo una reunión con integrantes de un grupo focal de la comunidad de Salamchó, en la que se realizó una entrevista grupal, misma en la que se fomentó la participación activa, para discutir diferentes temas relacionados con el desarrollo rural, como la agricultura, la educación, la salud, el medio ambiente y la infraestructura. Como objetivo principal de esta entrevista, se priorizo la identificación de sus propias necesidades de igual manera la elaboración de soluciones sostenibles y adecuadas a sus realidades locales.

A continuación, en las figuras correspondientes se muestran los carteles utilizados durante la entrevista sobre los problemas y necesidades de la aldea, en la que participaron hombres y mujeres.

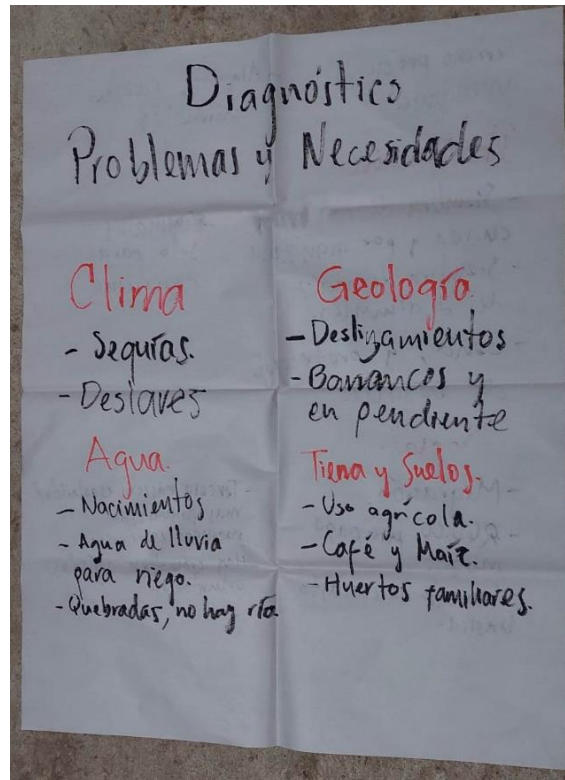


Figura 4. Problemas y necesidades sobre el clima, el agua, la tierra y la geología.

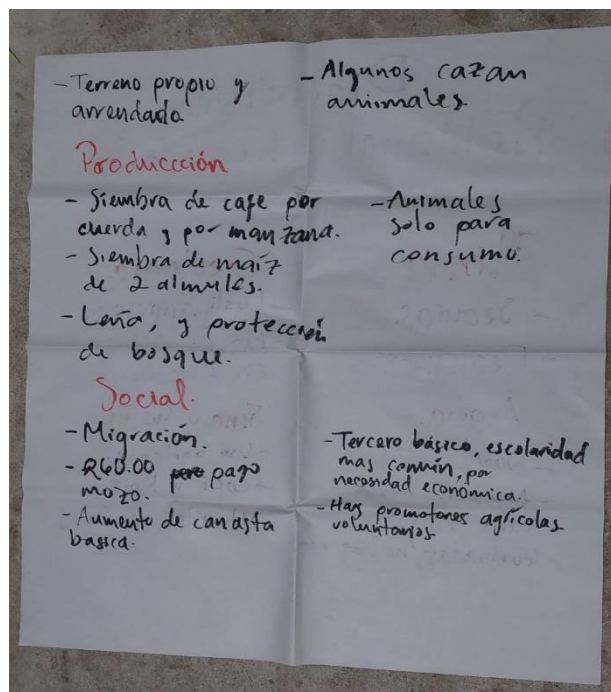


Figura 5. Problemas y necesidades sobre el tema de producción y aspecto social

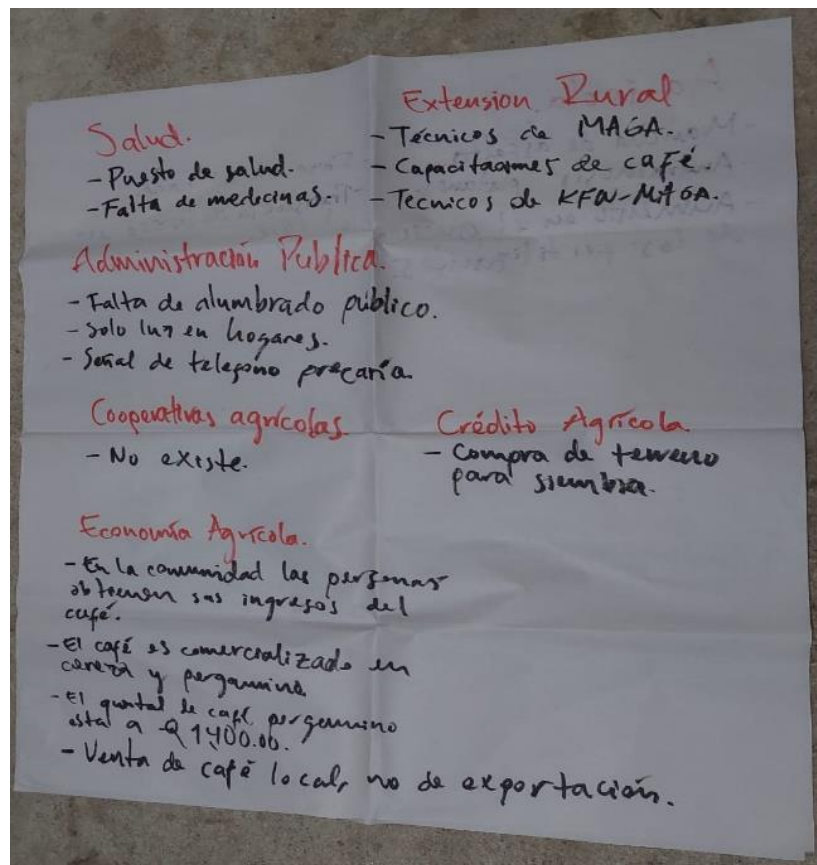


Figura 6. Problemas y necesidades sobre la salud, la admón. Pública, la extensión rural.

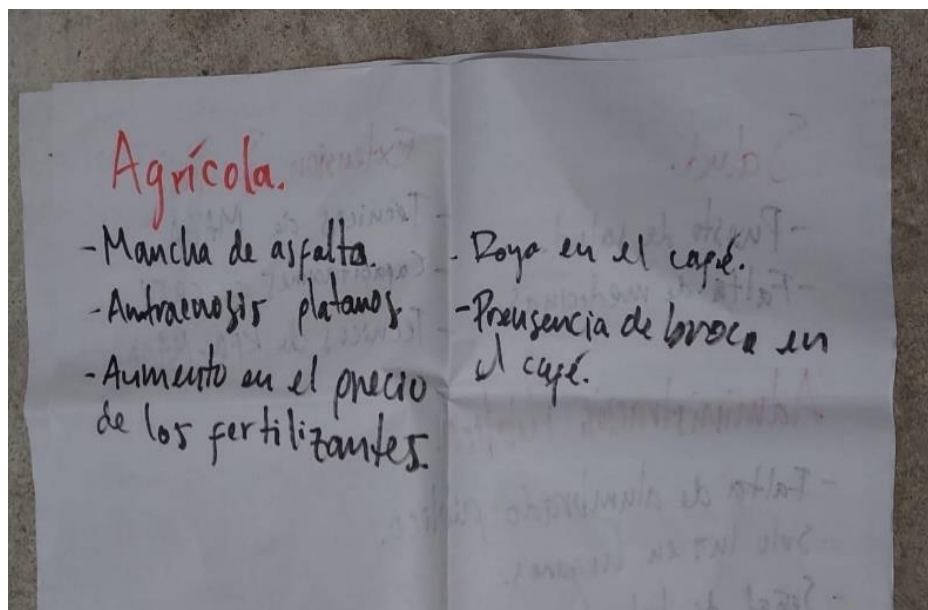


Figura 7. Problemas y necesidades sobre el aspecto agrícola.

La entrevista grupal mostro como resultado que, la mayor parte de la comunidad centra su producción en el área agrícola, mediante la siembra de maíz (*Zea mays*), café (*Coffea arabica*) y hortalizas. Con los parámetros de siembra de 2 almules por productor, que es lo que la mayoría siembra, en el caso del café (*Coffea arabica*) se tienen siembras que van desde la cuerda hasta la manzana. Teniendo en cuenta que el precio de la canasta básica aumenta su valor, los insumos agrícolas también son más caros, esto hace que la comunidad tenga limitantes en la rentabilidad de sus cosechas, asimismo carecen del vital líquido demandado, para poder implementar un sistema de riego en los cultivos lo que les da la opción de sembrar únicamente en época de lluvias.

a) Matriz de problemas, necesidades

Al analizar toda la información recolectada en campo mediante las conversaciones con actores clave, encuestas, entrevistas grupales y en apoyo de las fuentes secundarias, se logró identificar necesidades y problemas presentes en la comunidad de Salamchó, mismas que se indican en el siguiente cuadro.

Cuadro 1. Matriz de problemas y necesidades del grupo focal del proyecto Adaptación al cambio climático en el corredor seco de Guatemala en el caserío Salamchó, Cubulco, B.V.

ASPECTO	NECESIDADES Y PROBLEMAS
Clima y Geología	Carencia de agua, los productores esperan la temporada de lluvia para producir sus alimentos, por falta de prácticas de conservación de suelo en épocas de lluvia existen deslaves causando erosión en la mayoría de las tierras ya que estas comprenden pendientes elevadas.
Agua	La mayoría de los productores usan el agua de lluvia para el riego implementando estructuras que permiten recolectar el vital líquido para el uso durante la época seca, no existen ríos en la zona y en algunos lugares

	hay pequeños nacimientos que no logran satisfacer las necesidades de la comunidad.
Tierra/Suelo	El uso actual de la tierra es agrícola y forestal, siendo los principales cultivos el maíz (<i>Zea mays</i>), el café (<i>Coffea arabica</i>) y en menor proporción hortalizas en huertos familiares, la mayoría de los terrenos son propios, pero existen personas que arrendan terrenos.
Agrícola	Debido al aumento de los precios en diversos insumos agrícolas especialmente fertilizantes y agroquímicos, existe poco manejo de plagas asimismo de enfermedades, principalmente se habla del complejo mancha de asfalto en el maíz (<i>Zea Mays</i>) ocasionado por la interacción sinérgica de tres hongos: <i>Phyllachora maydis</i>, <i>Monographella maydis</i> y <i>Coniothyrium phyllachorae</i>, <i>Fusarium oxysporum</i> f. sp. <i>cubense</i> Raza 4 Tropical en bananos (<i>Musaceas</i> sp.), roya (<i>Hemileia vastatrix</i>) y broca (<i>Hypothenemus hampei</i>) en el café.
Social	La mayoría de los adolescentes y adultos de la comunidad están migrando hacia otros países lo que dificulta encontrar la mano de obra útil para realizar labores de mantenimiento y cosecha de los cultivos locales ya que en palabras de los comunitarios Q60.00, que es el pago de un jornal, no alcanza, a esto se le suma el aumento de la canasta básica misma que ha afectado a las familias. En su mayoría, las personas tienen una escolaridad de 3ro. Básico esto por decisión tanto de los hijos como de los padres por diversos factores siendo el principal la falta del recurso económico.

	No cuentan con alumbrado público, pero si tienen acceso a electricidad domiciliar y la señal telefónica es precaria.
Salud	No cuentan con ningún puesto de salud, el personal del centro de salud llega y reúne a las personas necesitadas de medicina y otros servicios mediante el COCODE en el salón comunal.

Fuente: Elaboración Propia

1.7 CONCLUSIONES

1. Las personas dentro de la comunidad tienen como principal problema el acceso al agua para riego agrícola, ya que no existen fuentes cercanas y solo dependen del agua de lluvia, lo que dificulta poder diversificar cultivos en la zona teniendo pocas opciones aparte del maíz (*Zea mays*).
2. Los productores son afectados por la sequía, debido a la canícula prolongada, así también tenemos que en contraste cuando las lluvias se presentan provocan estragos en los suelos de la mayoría de los terrenos, lo que tiene consecuencias graves en los cultivos de la comunidad dejando la mayoría de las veces perdidas en las cosechas o productos de mala calidad, que afectan la economía de las familias campesinas.
3. El proyecto de adaptación al cambio climático en el corredor seco de Guatemala, centro sus actividades en implementar acciones que logran contrarrestar el efecto del cambio climático, como implementar prácticas de conservación de suelo mediante la siembra de izote (*Yuca gigantea*), pasto cuba 22 (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*) entre otros, siembra de parcelas agroecológicas, apicultura, uso de abono orgánicos en este caso lombricomposta.
4. Existe en la comunidad la participación de jóvenes entusiastas que manejan el proyecto de crianza de gallinas ponedoras (*Gallus gallus domesticus L.*) y cerdos

(*Sus scrofa domesticus*), con los que producen carne y huevos. Una alternativa empresarial que provee empleo a los habitantes de la comunidad, alimento e ingresos que mejoran en parte la calidad de vida de las familias.

5. Existe en la comunidad una fuerte migración de jóvenes y adultos hacia otros países para prestar su fuerza de trabajo obteniendo así mayores ingresos, dejando a la comunidad sin el personal disponible para trabajar en las parcelas, esto por el aumento de varios insumos domésticos, hablando de la canasta básica, también los agro insumos, como fertilizantes y agroquímicos.
6. La falta de un centro de salud o de por lo menos un puesto de salud es un problema para los comunitarios ya que no cuentan con un edificio específico, la mayoría de las veces realizan reuniones en el salón comunal, obligando a los comunitarios a buscar alternativas con comadronas o incluso la automedicación.

1.8 RECOMENDACIONES

1. Coordinar por medio del COCODE del caserío Salamchó, la habilitación de un espacio permanente de atención a la salud con el apoyo de la municipalidad de Cubulco, esto con el fin de mantener una buena salud y prevenir enfermedades.
2. Capacitar a los productores de la localidad con presencia y permanencia sobre prácticas de conservación de suelos ya que es un recurso valioso que se pierde muchas veces por la erosión del suelo, conservando de esta manera el material fértil que ayudara a la producción futura de los campesinos.
3. Coordinar con instituciones como el MAGA en campañas de capacitación para los artesanos, en este caso carpinteros, ya que existe oportunidad de obtener ingresos en la creación de cajas y marcos utilizados en las colmenas que los apicultores de las distintas aldeas necesiten para ir dividiendo e incrementando su apiario.

4. Crear planes que ayudan a promover la conservación de las zonas boscosas del área, para cuidar las zonas de recarga hídrica, ya que es de este vital líquido del que dependen las personas para poder mantener los cultivos que deseen implementar.
5. Capacitar a los productores cafetaleros del área ya que actualmente en Cubulco, varias empresas han mostrado interés en que los caficultores comercialicen su producto con ellos, hablando mayormente del café (*Coffea arabica*) en pergamino seco. Lo que puede ser una alternativa a los cultivos como el maíz (*Zea mays*).

1.9 BIBLIOGRAFIA

1. INE (Instituto Nacional de Estadística). 2018. Proyecciones municipales del 2015 al 2030 por sexo (en línea). Cubulco, Baja Verapaz, Guatemala. Consultado 06 marzo 2023. Disponible en <https://www.ine.gob.gt/ine/wp-content/uploads/2020/12/Estimaciones-y-Proyecciones-Municipales-2015-2030-por-sexo.xlsx>
2. INE (Instituto Nacional de Estadística). 2019. Resultados CENSOS 2018 (en línea). Cubulco, Baja Verapaz, Guatemala. Consultado 06 marzo del 2023. Pág. 91. Disponible en <https://www.ine.gob.gt/sistema/uploads/2021/11/19/202111192139096rGNQ5SfAlepmPGfYTovW9MF6X2turyT.pdf>
3. Síntesis del Modelo de Desarrollo Territorial Actual –MDTA- Del municipio de Cubulco, Baja Verapaz 2019 (en línea). Consultado el 09 de marzo del 2023. Disponible en [http://sistemas.segeplan.gob.gt/sideplanw/SDPPGDM\\$PRINCIPAL.VISUALIZAR?plD=MDTA_PDF_1504](http://sistemas.segeplan.gob.gt/sideplanw/SDPPGDM$PRINCIPAL.VISUALIZAR?plD=MDTA_PDF_1504)
4. Mapa de ecosistemas de Guatemala Elaborado por la Unidad de Información Estratégica para la Investigación y Proyección UIE, con el apoyo del Instituto de Investigación y Proyección sobre Ciencia y Tecnología (IARNA). 2015. Consultado 15 marzo 2023. Disponible en

<https://incyt.maps.arcgis.com/apps/dashboards/c198936bf98840a6a01b492fd5deaea1>

5. Plan de desarrollo municipal 2011-2050, Cubulco, Baja Verapaz. Guatemala. SEGEPLAN/DPT. 2010 (en línea). Consultado 13 marzo 2023. Pág. 10,11,12,37. Disponible en https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/08/PDM_1504.pdf
6. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación). 2023. Boletín Agrometeorológico semanal 20 al 24 de febrero. No. 2023-15. Consultado 10 marzo 2023. Disponible en <https://www.maga.gob.gt/boletines-2023/>
7. ANACAFE (Asociación nacional del café); Agencia italiana de cooperación para el desarrollo. 2023. Geo portal de meteorología de ANACAFE. (en línea, sitio web) Consultado 15 marzo 2023. Disponible en <https://meteorologia.anacafe.org/>
8. Cooperación del Gobierno de la República Federal de Alemania con el Gobierno de la Republica de Guatemala. 2018. Plan Operativo General. Proyecto adaptación al cambio climático en el corredor seco de Guatemala. Guatemala. Pág. 11
9. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación). 2020. Determinación de la cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la república de Guatemala. (en línea). Guatemala. Págs. 25,26,29,79 y 80. Consultado 21 marzo. Disponible en <https://www.maga.gob.gt/download/Cobertura-vegetal-uso-de-la-tierra-21.pdf>
10. IICA, (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2016. Redacción de Referencias Bibliográficas: Normas técnicas para ciencias agroalimentarias. 5ta ed. San José, Costa Rica, Biblioteca Conmemorativa Orton. Págs. 13, 19, 22, 36, 37. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B4013e/B4013e.pdf>
11. Tatiana Joyce María Estrada Ortiz. 2019. Evaluación de sustratos en suelos vertisoles en el cultivo de camote (*Ipomoea batatas*, L.); diagnóstico participativo de formas de producción y servicios en el centro para la adaptación al cambio climático. Licenciado. San Miguel Chicaj, Baja Verapaz, Guatemala. Universidad San Carlos de Guatemala (USAC). Págs. 18, 48.
12. Hughes-Hallet P. & Ruíz C. (s/f). Proceso y metodología de la extensión: Una guía práctica. Guatemala. Págs. 35, 38, 42, 47.

13. Academia de Lenguas Mayas de Guatemala. 2003. Toponimias Maya Achí. Segunda Edición. Guatemala. Pág. 47.

1.10 ANEXOS



Figura 8 “A” Realización del diagnóstico rural participativo.



Figura 9 “A” Producción de café en etapa de vivero.



Figura 10 “A” Producción de hortalizas



Figura 11 “A” Proyecto de gallinas ponedoras

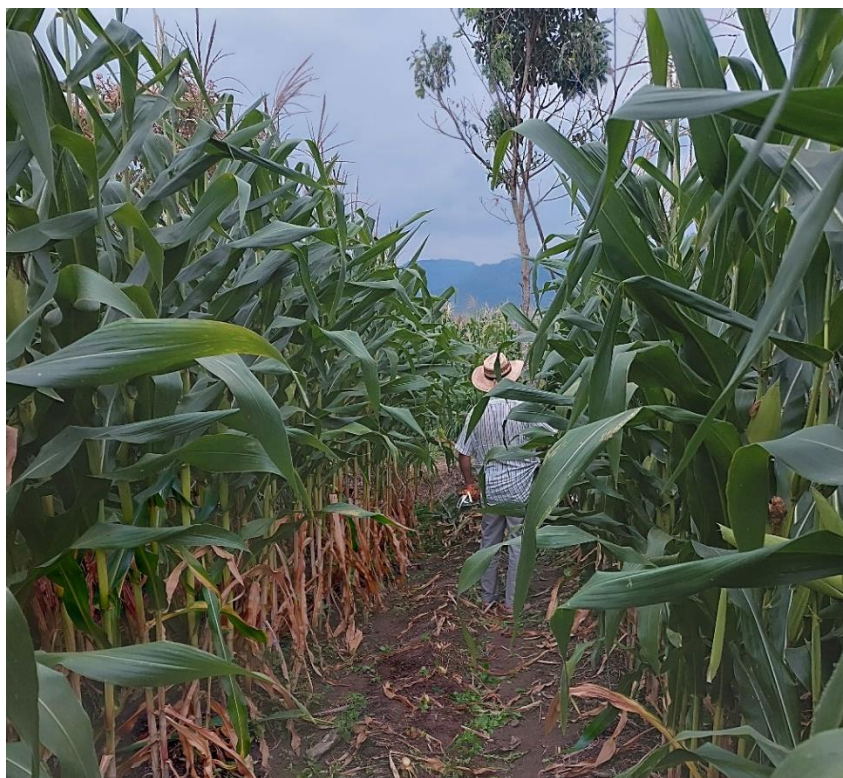


Figura 13 "A" Producción de maíz



Figura 14 "A" Producción de miel por apicultores



Figura 15 “A” Carreteras de terracería y tramos de asfalto



Figura 16 “A” Despulpadora utilizada para procesar el café.



Figura 17 "A" Venta de pilones de café

Cuadro 2 "A". Boleta socioeconómica y productiva

DIAGNOSTICO GRUPO FOCAL, CASERIO SALAMCHÓ, CUBULCO, BAJA VERAPAZ

1. IDENTIFICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO:

Nombre de la comunidad: _____

Municipio: _____ Departamento: _____

2. RECURSOS FISICOS

a. Clima

Presencia de lluvias

Baja___ Media___ Alta___

Consecuencias de la Canícula Prolongada (Sequías)

Baja___ Media___ Alta___

Presencia de Heladas

Baja___ Media___ Alta___

b. Geología

Tipos de pendientes

Baja___ Media___ Alta___

Erosión del suelo

Si___ No___

Comentarios: _____

c. Recurso hídrico

Fuentes de agua:

Nacimientos/Quebradas___ Agua potable/entubada___ Ríos___

d. Uso del agua

Domestico___ Riego agrícola___ Agropecuario___ Otros___

e. Tierras y suelos

Tenencia de la tierra

Propia___ Arrendada___

Uso de la tierra

Agrícola___ Ganadería___ Forestal___

Extensión de terreno

Cuerdas/Tareas___ Manzanas___ Hectáreas___

Conservación de suelos

Curvas a nivel___ Terrazas en laderas___ Barreras Vivas___ Cobertura vegetal___

f. Ecología

¿Explotación o manejo de bosque?

¿Consumo de leña u otros usos que le dan a la madera obtenida?

3. SISTEMAS DE PRODUCCION AGROPECUARIA

a. Producción agrícola

Principales cultivos que siembra en la comunidad y el manejo que realizan

Relación beneficio/costo de los cultivos

Cultivo	Área	Rendimiento	Destino		Precio
			Venta	Consumo	

b. Producción animal

Especie animal	Cantidad	Productos y subproductos	Destino		Precio
			Venta	Consumo	

4. SOCIAL-INSTITUCIONAL

a. Demografía

¿Existe la migración en la comunidad?

Si___ No___ ¿Por qué?

b. Sociología rural

Nivel de escolaridad

Primaria___ Básico___ Diversificado___ Universitario___

¿Existen grupos organizados?

Si___ No___

c. extensión rural

¿Existen organización que trabajen en la comunidad?

Si___ No___

¿Cuál es el rol o el trabajo realizado?

¿Cuáles son los logros obtenidos a través del trabajo realizado por los técnicos?

¿Qué temas abordan y con que grupos de personas trabajan?

d. Salud

¿Existe algún centro de salud o puesto de salud?

Si___ No___

¿Qué servicios existen en la comunidad?

e. Administración pública

¿Poseen el servicio de luz, teléfono e internet?

f. Cooperativas agrícolas y comunidades campesinas

¿Existe organización de productores en la comunidad? ¿Qué actividades realizan?

g. Crédito agrícola

¿Las personas acostumbran a tener créditos? ¿Existen instituciones que brinden créditos agrícolas?

5. ECONOMIA

1. Economía agrícola

¿Precio de los agro insumos? ¿Comercio de productos agrícolas local o de exportación?

CAPITULO II: EVALUACIÓN DEL DESARROLLO DEL CULTIVO DE CAFÉ (*Coffea arabica* var. *Parainema*) EN ETAPA DE VIVERO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE MICROORGANISMOS DE MONTAÑA A DIFERENTES CONCENTRACIONES, EN EL CASERÍO SALAMCHÓ, ALDEA LA LAGUNA DEL MUNICIPIO DE CUBULCO, BAJA VERAPAZ

2.1 INTRODUCCION

El café en Guatemala tiene un mercado estable por sus propiedades organolépticas, hablando específicamente del sabor, color y olor. En el municipio de Cubulco, el cultivo de café adquiere importancia en la economía de los productores ya que la cantidad de tierras cultivadas aumenta al pasar de los años y actualmente el mercado tiene oportunidad para la venta local como de exportación, por lo que existen diferentes empresas exportadoras que demandan el producto, en este caso como pergamino seco, que por comentarios de distintos productores se han llegado a tener precios de Q1400 el quintal. En las diferentes zonas los productores manejan todo tipo de variedades de café y existen pequeños y medianos productores que se dedican a la implementación de viveros para la venta de plantas, como alternativa para generar ingresos y mantener estable la economía familiar.

La investigación plantea la evaluación del desarrollo del cultivo de café (*Coffea arabica* var. *Parainema*) en etapa de vivero mediante la aplicación de microorganismos de montaña a diferentes concentraciones, en el caserío Salamchó, Aldea La Laguna del municipio de Cubulco, Baja Verapaz. Se estableció el experimento bajo el diseño completamente al azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones. La investigación tuvo por finalidad evaluar la respuesta fisiológica de la planta, en donde se tomó registro, la altura de la planta, el diámetro del tallo, la longitud de la raíz, la incidencia y severidad de enfermedades, luego se analizaron estos datos mediante una evaluación estadística.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los productores de las comunidades de Cubulco, Baja Verapaz, han optado por el cultivo del café, como alternativa de producción, ya que la siembra de granos básicos ha generado pérdidas por el cambio climático y porque la mayoría de los productores que carece de agua para riego, lo que los hace depender del agua de lluvia, esto ha afectado la economía del pequeño y mediano agricultor, un problema que ha provocado que jóvenes y adultos migren hacia otros países, buscando mejorar la calidad de vida de sus familias.

Con el cambio de cultivo de granos básicos (maíz y frijol) al café, es probable que los productores necesiten aumentar el uso de insumos agrícolas, como fertilizantes y agroquímicos; para mejorar la productividad y la calidad del café. Esto podría generar problemas de sostenibilidad y daños ambientales, como la contaminación del suelo y del agua. Además, el costo de estos insumos podría ser un desafío adicional para los agricultores con recursos económicos limitados.

La elección del cultivo del café como alternativa de producción en Cubulco ha surgido como respuesta a las pérdidas ocasionadas por el cambio climático en los cultivos de granos básicos. Sin embargo, esta decisión conlleva desafíos adicionales relacionados con la economía familiar campesina y el incremento en el uso de insumos agrícolas para el manejo del cultivo, es por ello, que se requerirán medidas integrales que fomenten la resiliencia agrícola, la diversificación de cultivos y el desarrollo sostenible en la comunidad.

Por la falta de asistencia técnica, los productores todavía no realizan buenas prácticas de manejo de almácigos y viveros de café, por lo que muchos enfrentan problemas como pudrición de las semillas, plantas enfermas o plantas mal desarrolladas. Es por esta razón que se plantea el uso de los microorganismos de montaña como insumo de bajo costo que pueda controlar la incidencia y severidad de enfermedades en los viveros de café y que logre sustituir el uso de agroquímicos.

2.3 JUSTIFICACION

El cambio climático interactúa con la forma en la que los productores manejan los cultivos y la mayoría de las veces estos no logran manejar las plagas y enfermedades que surgen debido a los cambios en el ambiente relacionados a la temperatura, la humedad, la disponibilidad de agua y sumado a esto, el uso de productos químicos, que en la actualidad han incrementado su valor en el mercado, lo que hace difícil que más productores tengan acceso a estos productos, dejando desprotegidos los cultivos, ya que la mayoría se han acostumbrado al uso de estos insumos lo que deja por un lado, otros insumos de importancia agrícola.

Por ello el uso de los microorganismos de montaña como parte del manejo de los viveros de café, ayuda no solo a contrarrestar todos estos obstáculos que los agricultores enfrentan día con día, ya que son materiales que se pueden encontrar en el ambiente y es una alternativa frente al uso de los agroquímicos, sino que también es un recurso de bajo costo que puede ayudar a reducir los costos de producción.

En el municipio de Cubulco, se han tenido pérdidas en el cultivo de frijol, por la falta de agua para riego en la comunidad, lo que hace depender del agua de lluvia recurso escaso, por el efecto del cambio climático en este caso canículas prolongadas, por esto las personas han optado por sembrar café como una alternativa de producción, he ahí la importancia de esta investigación que aporta información sobre el uso y el efecto de insumos de bajo costo para el manejo del cultivo de café en la etapa de vivero como lo son los microorganismos de montaña.

2.4 MARCO CONCEPTUAL

2.4.1 Origen del Café

De acuerdo con ICO (2009), en el Cuerno de África, en Etiopía, donde el cafeto tuvo su origen probablemente en la provincia de Kaffa. Hay varios relatos, acerca de cómo se descubrieron los atributos del grano tostado de café. Cuenta uno de ellos que a un pastor de cabras etíope le asombró el animado comportamiento que tenían las cabras después de haber mascado cerezas rojas de café. Lo que se sabe con más certeza es que los esclavos a los que se llevaba de lo que es hoy el Sudán a Yemen y Arabia a través del gran puerto de aquel entonces, Moca, sinónimo ahora con el café, comían la succulenta parte carnosa de la cereza del café. De lo que no cabe duda es de que el café se cultivaba en el Yemen ya en el siglo XV y es probable que mucho antes también.

a. El café llega a Norteamérica

La primera referencia a que se tomaba café en Norteamérica data de 1668 y, pronto después de esa fecha, se abrieron establecimientos de café en Nueva York, Filadelfia, Boston y algunas otras ciudades. El Boston Tea Party de 1773 se planeó en un establecimiento de café, el Green Dragon. Tanto la Bolsa de Nueva York como el Banco de Nueva York empezaron en establecimientos de café, en lo que es hoy el distrito financiero de Wall Street. (ICO, 2009)

b. El café en Guatemala

Según ANACAFE (2020), en el año de 1700, los sacerdotes jesuitas traen las primeras matas de café a la ciudad colonial de Antigua, como plantas ornamentales para los jardines de su monasterio.

En 1800, la plaga de langosta devasta las plantaciones de añil, arrasando con uno de los dos cultivos de exportación de los cuales la economía dependía lo cual forzó al gobierno a buscar nuevas exportaciones posibles.

En 1835, el gobierno ofrece recompensas para los primeros cuatro productores que cultiven 20,000 libras de café.

En 1860, la producción se triplica a 1117 sacos y la industria del café en Guatemala despegó.

En 1872, la máquina descascaradora de Julio Smout reemplaza el primitivo mortero y la técnica de triturar utilizada para remover el pergamino del grano. Su diseño ha sido conocido desde entonces como “Retrilla pulidora de Smout”.

En 1960, ANACAFE inicia como la oficina central del café y tres años después se une la Organización Internacional del Café (OIC).

En agosto del 2018 se publicó en el Diario de Centroamérica el acuerdo ministerial 606-2018 del ministerio de cultura y deportes, que establece como Patrimonio Cultural Intangible de la Nación los “Conocimientos tradicionales que forman parte del proceso de producción y comercialización cafetalera en Guatemala, desde el almacigo hasta la degustación”.

2.4.2 Clasificación taxonómica:

El café pertenece al género *Coffea* con aproximadamente 100 especies. No obstante, únicamente tres de estas se mencionan como cultivadas comercialmente, destacándose las dos primeras según el orden: *Coffea arabica* L., *C. canephora* Pierre exFroehner y *C. liberica* Bull ex-Hiern. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994).

Cuadro 3. Clasificación taxonómica del cultivo de café

CLASIFICACION TAXONÓMICA DEL CULTIVO DE CAFÉ	
TAXONOMIA	NOMBRE
Reino	<i>Plantae</i>
Division	<i>Magnoliophyta</i>
Sub-division	<i>Angiospermae</i>
Clase	<i>Magnoliata</i>
Sub-clase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Rubiales</i>
Familia	<i>Rubiaceae</i>
Genero	<i>Coffea</i>
Especie	<i>arabica, canephora, liberica</i>

Fuente: Carlier Smith y Marzocca, A. 1981.

2.4.3 Características morfológicas de la planta

a. Sistema Radical

Las clases de raíces que tiene el cafeto son: pivotante, axiales o de sostén, laterales y raicillas. La raíz pivotante puede considerarse como la raíz central, su longitud máxima en una planta adulta es de 50 a 60 cm. Las raíces axiales o de sostén y las laterales se originan a partir de la pivotante; de las laterales generalmente se desarrollan las raicillas que, en un alto porcentaje, se encuentran en los primeros 30 cm del suelo con un radio de 2 a 2.5 m a partir de la base del tronco. Las raicillas son muy importantes porque le permiten a la planta la absorción de agua y nutrimentos a partir del suelo. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:11).

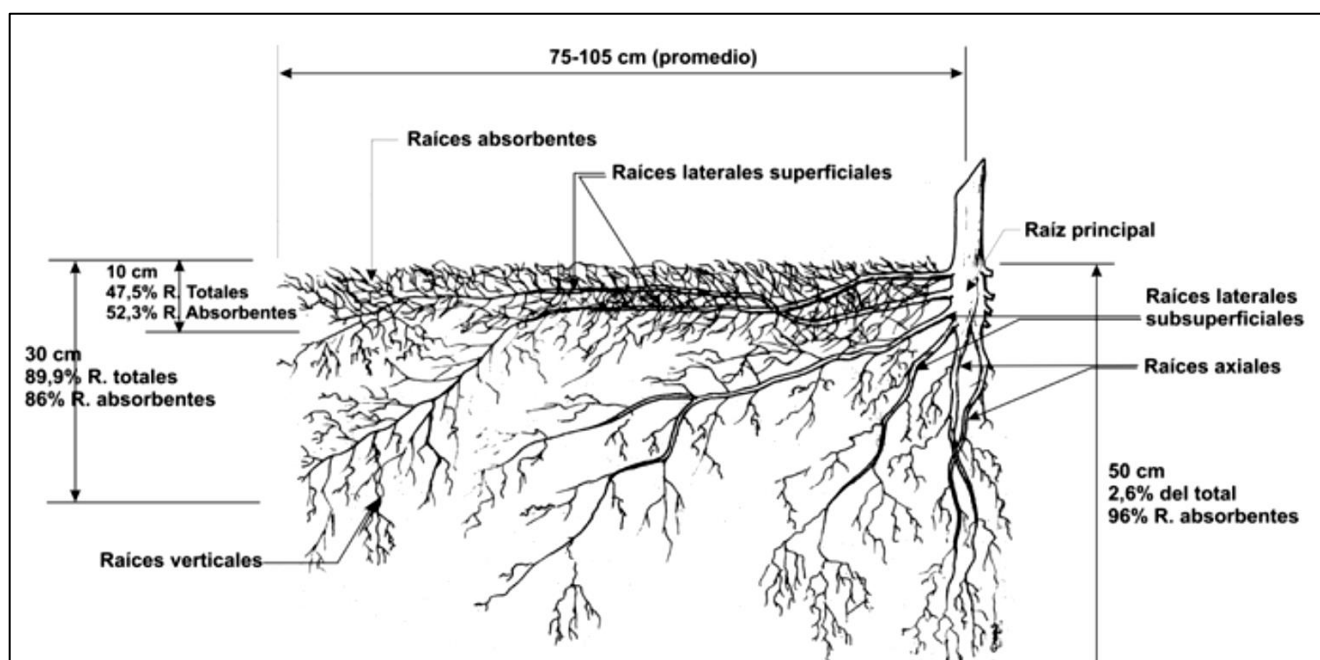


Figura 18. Morfología y distribución de raíces en una planta de *C. arabica* (Adaptado de Suárez de Castro, 1953).

b. Tallo

Es leñoso, erecto y de longitud variable de acuerdo con el clima y tipo de suelo; en las variedades comerciales varía entre 2 y 5 m de altura. En una planta adulta, la parte inferior es cilíndrica, mientras que la parte superior es cuadrangular y verde, con esquinas redondas y salidas. Presenta la particularidad de producir tres tipos de yema que originan diferentes partes de la planta: tallo, bandolas y hojas. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:12).

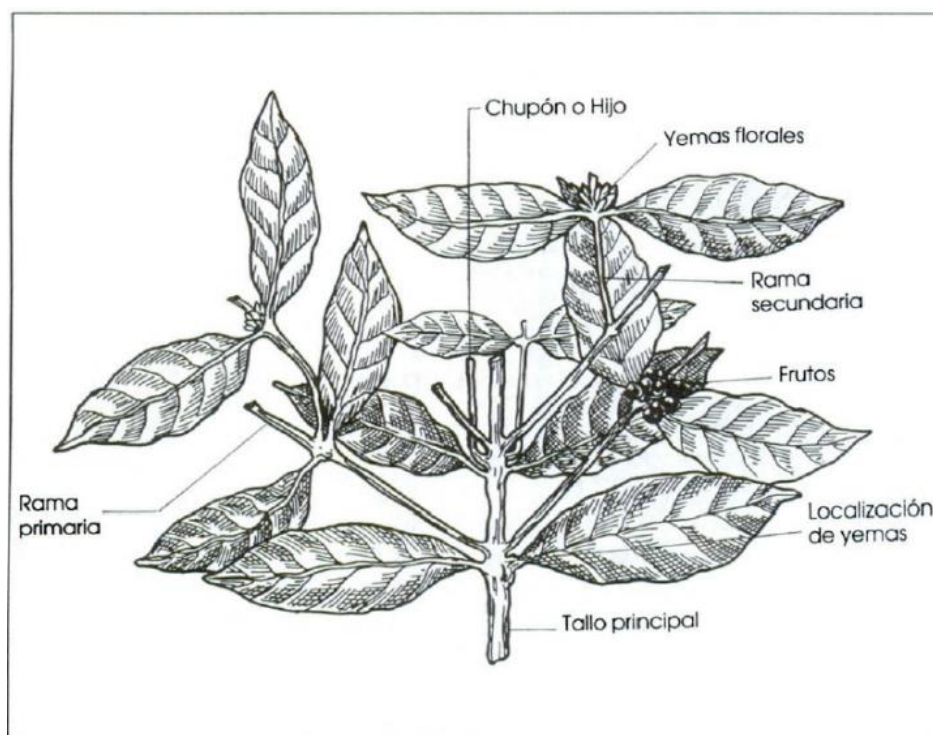


Figura 19. Morfología de la parte aérea del café.

c. Ramas o bandolas

Conocidas también como ramas laterales o ramas primarias. Estas son opuestas y alternas y dan origen a las ramas secundarias; a su vez, pueden originar ramificaciones terciarias o palmilla. Las ramas laterales tienen un punto apical de crecimiento que va formando nuevas hojas y entrenudos. El número de estos puede variar de un año a otro y consecuentemente las axilas que se forman dan origen al número de flores y por ende frutos. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:12).

d. Hojas

La lamina de la hoja mide de 12 a 24 cm de largo por 5 a 12 cm de ancho, variando su forma de elíptica a lanceolada. El tamaño de la hoja no solo varía entre especies y cultivares sino también de acuerdo con las condiciones de sombra o plena exposición de sol a que este sometida. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:13).



Figura 20. Características morfológicas del café: 1) Rama con fruto y flores; 2) Flor abierta; 3) Flor sin corola y estambres; 4) Fruto y 5) Ramificación plagiotrópica, mostrando un eje ortotrópico.

e. Flores

En las axilas de las hojas se presentan las yemas florales de 1 a 3 ejes, los que se dividen en 2 o 6 ramificaciones cortas de 2 a 4 mm coronando cada una en una flor la cual está formada por el cáliz, corola, estambres y pistilo. El cáliz es poco desarrollado y se encuentra asentado en la base de la flor. La corola es un tubo largo, de forma cilíndrica en la base que termina en cinco pétalos y mide de 6 a 12 mm; cuando el botón floral no se ha abierto es de color verde; conforme se abre adquiere el color blanco. Los estambres son cinco y se encuentran insertos en el tubo de la corola, alternando con los pétalos. Son filamentos finos y sostienen anteras largas, las cuales se abren longitudinalmente cuando están maduras para liberar el polen. Las flores poseen un ovario supero con dos óvulos formando así el gineceo. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:13).

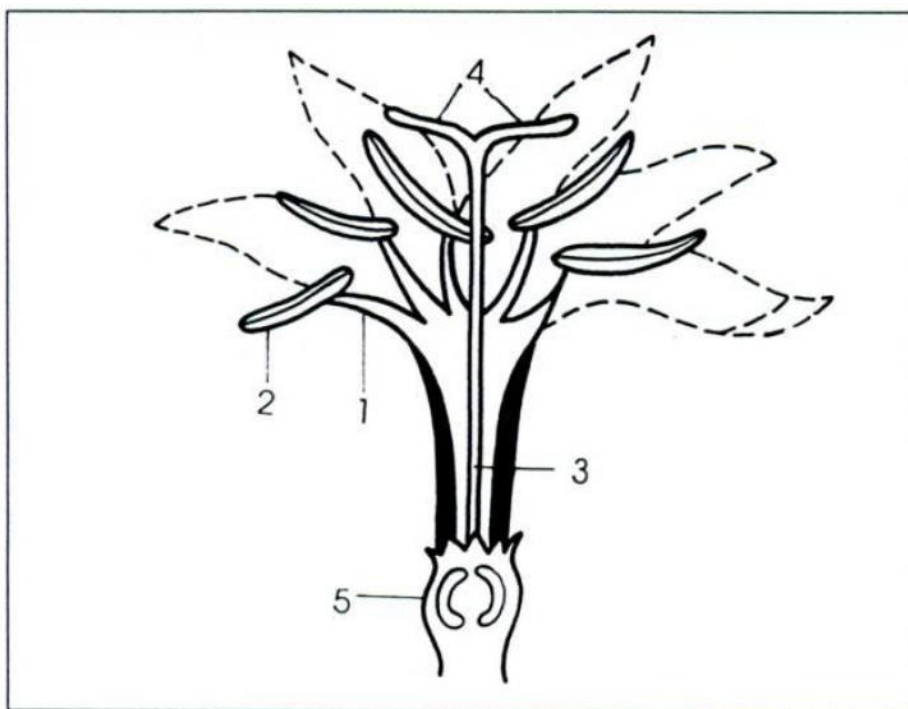


Figura 21. Morfología floral del café: 1) Estambre; 2) Anteras; 3) Pistilo; 4) Estigmas y 5) Ovarios

f. Fruto

Después de la fecundación, el ovario se transforma en fruto y sus dos óvulos en semillas. El fruto maduro es una drupa elipsoidal en los cultivares comerciales, ligeramente aplanada, cuyos tres ejes principales miden entre 12 y 18 mm de longitud, 8 y 14 mm de ancho, 7 y

10 mm de espesor. En el ápice queda el disco con una depresión central que corresponde a la base del estilo. El fruto es de superficie lisa, brillante y de pulpa delgada; está constituido de tres partes diferentes: el epicarpio o epidermis; el mesocarpio o pulpa y el endospermo o semilla. Cuando madura puede ser de color rojo o amarillo, dependiendo de la variedad. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:14).

g. Semilla

Su principal componente es el endospermo, debido a que el embrión, que se encuentra en la parte basal es de tamaño muy reducido. El endospermo es coriáceo, verdoso o amarillento y forma un repliegue que se inicia en el surco de la cara plana. Está protegido por una cubierta muy delgada conocida como película plateada y esta a su vez está protegida por el pergamino. En el fruto se distinguen tanto una capa externa más oscura y densa denominada endospermo duro como una más clara, el endospermo suave. El embrión de una semilla mide de 1 a 2 mm, consta de un hipocótilo y de dos cotiledones yuxtapuestos y mide de 2 a 5 mm de largo. Al germinar el embrión, lo primero que brota es la radícula que penetra en la tierra produciendo raicillas. El hipocótilo al crecer, levanta los cotiledones envueltos por el pergamino, la película plateada y los restos del endospermo duro que posteriormente se degenerarán. Al desaparecer las envolturas de los cotiledones, estos se extienden horizontalmente y entre ellos se desarrolla la plúmula, es decir un tallo tierno que luego formara el tallo maduro y el follaje restante. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:15).

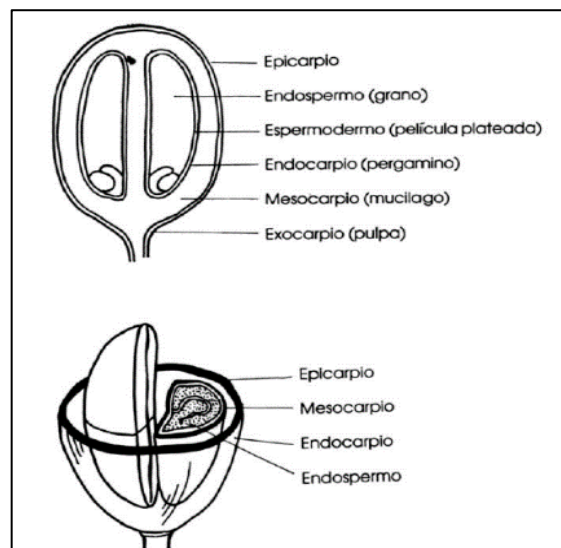


Figura 22. Estructura del fruto del café.



Figura 23. Fruto completamente lleno (Izquierda), fruto parcialmente lleno (Centro) y grano negro (derecha) (Arcila y Jaramillo, 2003).

2.4.4 Fenología de la planta

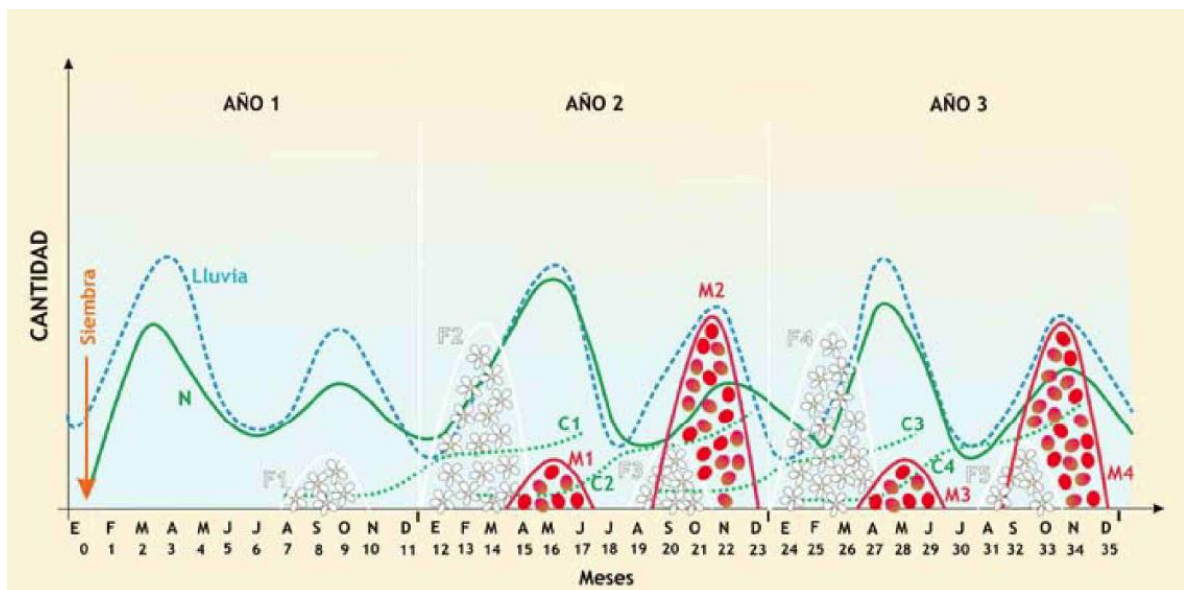


Figura 24. Épocas de formación de nudos y hojas (N), de floración (F1, F2, F3, F4, F5...), de crecimiento de fruto (C1, C2, C3, C4...) y de maduración de frutos (M1, M2, M3, M4...) en la planta de café y su relación con la disponibilidad hídrica, durante tres años a partir de la siembra. La formación de nudos, hojas y frutos ocurre en períodos húmedos. El crecimiento mensual varía según la región. La floración ocurre al final de los periodos secos (Arcila et al., 2001).

A partir de los registros de floración se puede proyectar el crecimiento del fruto. Para cada evento de floración, independiente de su magnitud, habrá como resultado una curva de desarrollo del fruto, por lo tanto, puede haber tantas curvas de desarrollo del fruto como eventos de floración se presenten. (Ramírez Builes, V. 2014)



Figura 25. Diferentes estados de desarrollo de la flor en una rama. 1) Pre-antesis, 2) Diferenciado, 3) Indiferenciado, 4) Latencia, 5) Antesis "Floración".

De acuerdo con Arcila en 2007, el crecimiento del fruto de café tiene una curva de crecimiento sigmoideal, dividida en cuatro etapas a saber (Figura 10):

Etapa I. Esta etapa cubre desde la floración hasta 50 días aproximadamente, es una etapa de crecimiento lento.

Etapa II. Transcurre entre los 50 y 120 días en promedio, el fruto crece de manera acelerada y adquiere su tamaño final, y la semilla tiene consistencia gelatinosa.

Etapa III. Transcurre entre los 120 y 180 días, la semilla o almendra completa su desarrollo, adquiere consistencia sólida y gana peso.

Etapa IV. Transcurre entre los 180 y los 224 días, el fruto se encuentra fisiológicamente desarrollado y comienza a madurar.

Las etapas II y III son las etapas de mayor demanda de agua y de nutrientes del fruto, y es donde se debe garantizar la mayor disponibilidad de ambos factores.

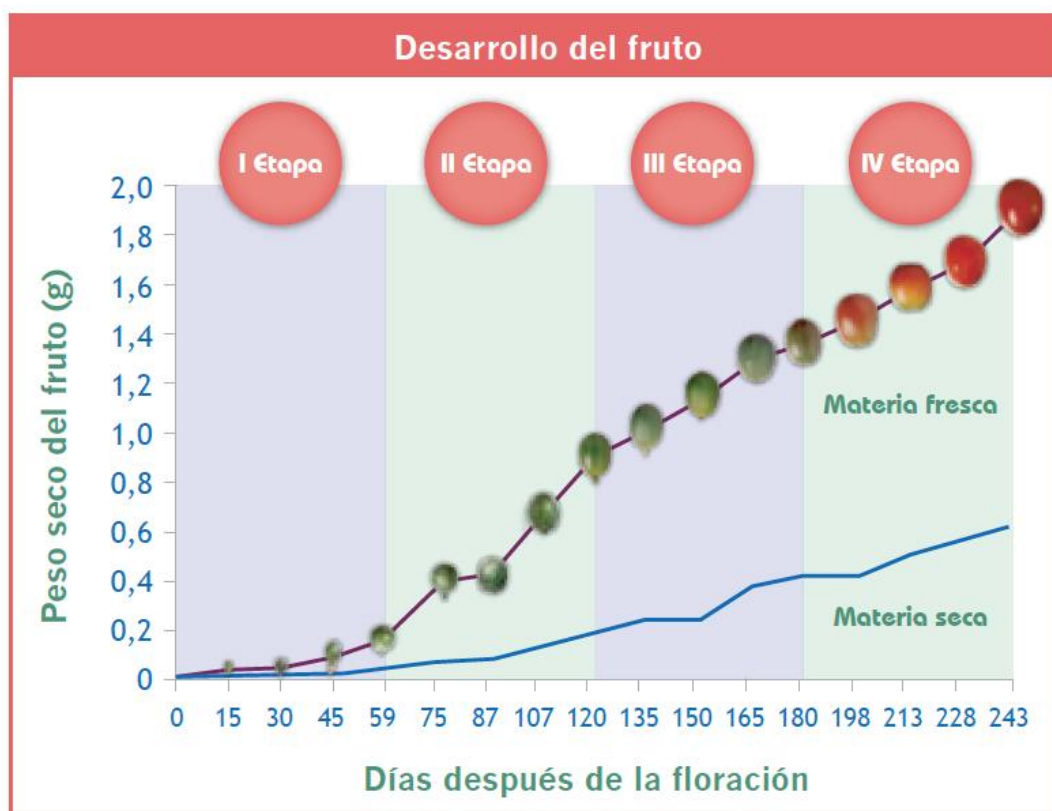


Figura 26. Curva de desarrollo del fruto de café después de la floración. (Arcila, 2007)

2.4.5 Propagación del cultivo del Café

El cafeto se propaga sexualmente mediante el empleo de semillas producto de la autofecundación; es la manera de propagación comúnmente utilizada en nuestro medio. Además, puede propagarse asexualmente por estacas, injertos de yemas y mediante el empleo de cultivo de tejidos in vitro (micro estacas, embriogénesis somáticas y cultivo de ápices). Esta última técnica de reproducción asexual se realiza a partir de pequeñas secciones de tejido vegetal, denominadas “explante”. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:15).

2.4.6 Requerimientos edafoclimáticos del cultivo del café

a. Temperatura

Como temperatura media del mes más cálido se dan valores de 23°C a 27°C. Se estima que temperaturas superiores a este límite aceleran el crecimiento vegetativo, en tanto que la floración y la fructificación se reducen significativamente. En cuanto al mes más frío, si es inferior a 16°C o 13°C, el crecimiento cesa y el arbusto alcanza poco tamaño. No obstante, temperaturas cerca de 0°C no son perjudiciales para el cafeto, si se mantienen por corto tiempo. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:25).

b. Precipitación

El consenso de varios autores (Fournier O., Luis A. y Carvajal, José F., 1984) indica que una precipitación anual entre 1600 y 1800 mm es ideal para *C. arabica* y que el mínimo absoluto para esta especie se ubica cerca de 1000 mm, precipitaciones superiores a los 3000 mm deben considerarse como inapropiadas para el cultivo económico del cafeto. Lo deseable es un periodo seco de 3 a 4 meses, que coincida con el reposo vegetativo y que preceda a la floración principal.

c. Humedad Relativa

Se ha determinado que la humedad del aire no es un factor determinante en el cultivo del café. No obstante, se señala que un promedio de humedad relativa, de 70 a 95% es recomendable para el cultivo, valores mayores a este, pueden estimular el ataque de enfermedades fungosas. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:26).

d. Luz Solar

La luz solar influye en los vegetales por el efecto de dos variables: a) Duración (Fotoperíodo) b) Intensidad (irradiación), de estas la que más influencia tienen sobre el comportamiento del género *Coffea* es la intensidad lumínica. Los valores que definen el ámbito de intensidad lumínica que requiere el cultivo del café son 36% (1575 horas por año) y entre 50% y 60% (2400 horas por año), esto según experimentos efectuados en 1984 por técnicos del Convenio ICAFE-MAG. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994)

e. El pH del suelo

El cultivo del cafeto prefiere suelos ligeramente ácidos, es decir, pH entre 6 y 6.5, pero se sabe que es tolerante a niveles inferiores, obteniéndose excelentes cosechas en suelos con grados de acidez hasta de 3.1, siempre y cuando las propiedades físicas sean satisfactorias. El café posee gran adaptabilidad a la reacción del suelo (grado de acidez), pues en muchas regiones es cultivado con éxito en suelos alcalinos, con un pH de hasta 8 o aún más. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:27).

f. Textura

El café requiere de suelos francos, ya que la aireación es fundamental para el buen crecimiento de las raíces. Se ha indicado que un suelo ideal tenga una porosidad del 60%, del cual 30% debe permanecer ocupado por el aire del suelo cuando se encuentra húmedo. Se recomienda tener suelos profundos con subsuelo permeable, con buen nivel de materia orgánica y mantener buena calidad de agua y nutrimentos en el suelo. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:28).

g. Relieve

El café por ser una planta rustica se adapta con facilidad a condiciones topográficas que son desfavorables para otros cultivos. Deben evitarse pendientes mayores de 45% para que no se produzcan procesos erosivos que deterioren el suelo o en su defecto deben aplicarse buenas medidas de conservación lo cual facilita la producción de café en suelos con pendientes de hasta 60 o 70%. (Alvarado Soto y G. Rojas Cubero, 1994:28).

2.4.7 Plagas

Las siguientes plagas son tomadas en cuenta por la importancia económica que se tiene a nivel mundial:

a. Broca del fruto del café (*Hypothenemus hampei*)

La broca del fruto del café penetra a las cerezas y se reproduce en el interior del grano, causando la pérdida total y en muchos casos, la caída prematura de los frutos. Además, afecta la calidad física del grano y la calidad de la bebida del café. La broca hembra pone

entre 2 y 3 huevos durante 20 días. El adulto macho no hace daño, sólo participa en la reproducción. La broca penetra con mayor rapidez en los frutos maduros. Ataca los frutos cuando estos tienen más de 150 días de formados. (CENICAFE, 2004)

Para el manejo de la broca es necesario llevar registros sobre la floración, asimismo realizar muestreos, recorriendo la finca en zigzag y observar los granos de café, permitiendo no más de 20 granos afectados por broca en 1000 frutos (infestación del 2%), asimismo realizar trampas con atrayentes como medio de alerta sobre la incidencia de broca. (CENICAFE, 2004)

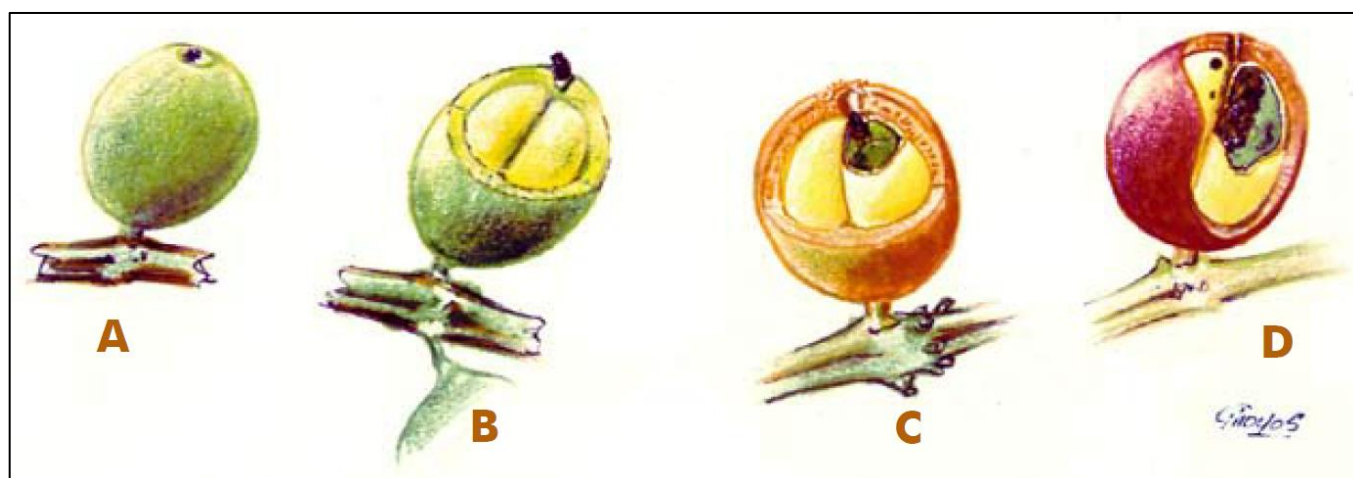


Figura 27. Posición de la broca dentro del fruto. Posición A. Broca iniciando perforación; Posición B. Broca en el canal de penetración; Posición C. Broca perforando la almendra; Posición D. Broca con su descendencia (huevos, larvas y pupas)



Figura 28. Control cultural mediante recolección de granos, implementación de trampas, control biológico mediante *Beauveria bassiana* y control químico.

b. Cochinillas de la raíz (1. *Geococcus coffeae*, 2. *Dysmicoccus cryptus*)

Por su alta capacidad reproductiva, poseen un alto poder destructivo del sistema radicular de los cafetos. Según la especie, los daños se localizan en las raíces absorbentes o en la pivotante. Para el manejo integrado se recomienda realizar muestreos alrededor de plantas cloróticas, realizar un control cultural mediante la injertación del café, control biológico mediante el uso de cepas de *Beauveria bassiana* o *Metarhizium anisoliae* y también se puede usar productos químicos. (CEDICAFE-ANACAFE, 2021)

Según el grado de incidencia, los daños van de leves a severos con porcentajes de pérdida de plantas entre 10 y 15%, representando un fuerte impacto para la economía de los caficultores. (CEDICAFE-ANACAFE, 2021)



Figura 29. Cochinillas de la raíz del café.

c. Nemátodos *Pratylenchus spp.* (lesionador) y *Meloidogyne spp.* (agallador)

La actividad parasítica de los nematodos merma drásticamente el sistema radicular de las plantas, llegando en casos graves a provocar su muerte. Un alto porcentaje de plantas se pierde anualmente como consecuencia de trasladar a campo definitivo almácigos infestados por nematodos, traducándose en elevadas pérdidas económicas para la caficultura. Para el manejo integrado se tiene que: como control cultural: Impulsar programas de injertación con el uso de patrones altamente tolerantes al ataque de nematodos, la adecuada

desinfección de los suelos utilizados para la elaboración de almácigos, así como el traslado de plantas sanas al campo definitivo. (CEDICAFE-ANACAFE, 2021)



Figura 30. Nematodo visto bajo un microscopio por J. García, 2021.

2.4.8 Enfermedades

a. **Roya del Café (*Hemileia vastatrix* Berkeley & Broome)**

La roya es una enfermedad causada por el hongo *H. vastatrix* y es la enfermedad que más afecta los cafetales. Cuando comienza se suele observar en la parte superior de la hoja en forma de manchas de color amarillo, las cuales se manifiestan luego en el envés, como un polvo de color naranja. Esta enfermedad conduce a la planta a la defoliación y muchas veces a la muerte (OIC 2013).

Esta plaga ocasiona daños de grandes proporciones; por ejemplo, en 2012, más del 50% de toda la zona productora de café de Centroamérica resultó afectada por la plaga. Las tasas de incidencia fueron las siguientes: en El Salvador, 74%; en Guatemala, 70%; en Costa Rica, 64%; en Nicaragua, 37% y en Honduras, 25% (OIC 2013).

a.1. Manejo agronómico

Comprende actividades como el manejo de tejidos, según las condiciones de los cafetales, y una buena nutrición, que incluya el análisis de suelos y el uso eficiente de los insumos. También, la sombra mal gestionada puede crear un ambiente propicio para el desarrollo del hongo, porque los cafetales sufrirán de humedad y falta de ventilación (Virginio y Astorga 2015).

a.2. Control genético del cultivo

La combinación de al menos dos variedades (resistentes y/o tolerantes a la roya y al ojo de gallo por separado) sembradas en lotes distintos en las fincas es una estrategia clave, ya que ninguna variedad es resistente a todas las enfermedades (Virginio y Astorga 2015).

a.3 Control químico

Se basa en el ciclo de vida del hongo, así como en las etapas fenológicas del cultivo. Los productos que se usan para prevenir y controlar la enfermedad se clasifican en fungicidas de contacto y fungicidas sistémicos: los primeros no entran en la planta, su función es protectora, mientras que los segundos entran en la planta y se movilizan por ella (Virginio y Astorga 2015).

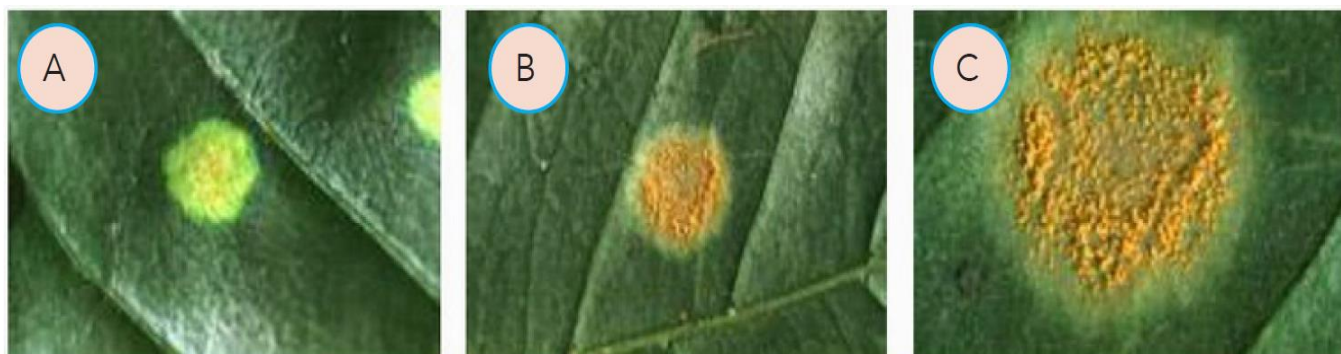


Figura 31. Desarrollo de la roya en hojas de café. Fuente: Arneson 2011.

A. Lesión inicial observada en el haz de la hoja. B. Inicio de la producción de uredosporas en el envés de la hoja. C. Lesión de la roya en estado avanzado; se observa que no forma pústula como las royas comunes

b. Antracnosis del café (*Colletotrichum coffeanum*)

Esta enfermedad causa la pudrición de botones florales, frutos verdes y frutos maduros.

Los factores que favorecen la enfermedad son las épocas de transición de lluvias, alta humedad relativa, exceso de sombra alta densidad de siembra, poca aireación, cambios fuertes de temperatura, lluvias frecuentes. El manejo recomendado se da con enmiendas y fertilización adecuada y oportuna, manejo de sombra en el cafetal, evitar barreras continuas de banano y manejo de drenajes (ANACAFE, 2009-2010).



Figura 32. pudrición de frutos verdes por antracnosis.

c. Ojo de gallo (*Mycena citricolor*)

Mycena citricolor enfermedad conocida comúnmente como “Ojo de Gallo”, mayormente se observa en plantaciones de café arábica, localizadas en rangos altitudinales entre los 900 a 1700 metros sobre el nivel del mar. Presenta un comportamiento de agregación, es decir, formando “focos” que se encuentran, en este caso particular, en laderas con poca presencia de brillo solar, cafetales con exceso de sombra, altas densidades de siembra y terrenos con deficiente drenaje (ANACAFE, 2009-2010).

Durante la época seca, el inóculo residual del ojo de gallo sobrevive en las plantas de café que fueron dañadas el año anterior, así como en malezas, helechos, árboles de sombra y en algunos árboles utilizados como cortinas rompe vientos. Este es el inóculo más importante que se debe manejar para evitar que se convierta en una epidemia. Durante la época lluviosa puede observarse sobre las lesiones cuerpos fructíferos que tiene forma de alfiler y color amarillo sobre las hojas (haz de la hoja), el cual constituye la forma más común de reproducción del hongo. Las recomendaciones de manejo son: el manejo de sombra en regiones donde prevalecen condiciones de largos periodos de nubosidad es recomendable trabajar con porcentajes de sombra entre 30 y 40 por ciento. El control de malezas: *Mycena citricolor* cuenta con varios hospederos alternos, entre estos se encuentran las malezas, por el que es recomendable manejarlas apropiadamente. Distanciamiento: Considerar que en fincas ubicadas arriba de 1000 metros de altitud con altas densidades de siembra propician ambiente húmedo, poca ventilación, mayor número de horas de mojado foliar de los cafetales, favorece la epidemia de Ojo de gallo (ANACAFE, 2009-2010).



Figura 33. Estructura reproductiva de *Mycena citricolor*.

2.4.9 Variedades del café

Según ANACAFE (2010), de las más de 100 especies correspondientes al género *Coffea*, solamente 2 especies son de importancia económica:

a. *Coffea arabica*

Es la especie más cultivada en el mundo y aporta aproximadamente el 60 % de la producción mundial de café, produce bebida de buena calidad. Dentro de las especies del género *Coffea*, solamente la especie *arábica* es autógama, es decir que la flores de estas tienen la capacidad de autopolinizarse, pero siempre podría suceder un máximo del 9 % de polinización cruzada o sea la intervención del polen de flores de otras plantas. La autopolinización se debe a que la especie *C. arabica* es una planta tetraploide, compuesta de células que contienen el doble de cromosomas que una célula somática normal o sean 92 cromosomas. Esta cantidad se presenta en las células germinales antes de dividirse (ANACAFE 2010).

Las variedades más cultivadas de la especie *C. arabica* están las tradicionales que han permitido la producción nacional en cantidad y calidad de bebida, contribuyendo al acceso y posicionamiento de mercados especiales; estas son: Caturra, Catuaí, Pache Colís, Bourbonn Mundo Novo, Pacamara, Típica entre otras (ANACAFE 2010).

En los últimos años se ha incrementado la siembra de variedades que tienen resistencia a la roya, como son los Catimores y Sarchimores. Son variedades híbridas que proceden del cruce de dos padres arábigos genéticamente distintos y han servido de base para el desarrollo de las variedades conocidas comercialmente como Anacafé 90, Catimor T-8667, Costa Rica 95, Lempira, Parainema, Sarchimor, Cuscatleco, Tupi, Geisha, Castillo, Marsellesa, entre otras (ANACAFE 2010).

En busca de superar los daños de la roya, además de los Catimores y Sarchimores, resistentes a esta enfermedad, se han desarrollado variedades a partir del cruce de otras ya mejoradas que cumplan este objetivo y que sobresalgan otras características deseables como la obtención de buena calidad de taza para fortalecer su competitividad en mercados especiales, en algunos casos cierta tolerancia a la sequía y ataque de nemátodos al sistema radicular. Entre las más conocidas podemos mencionar: Icatú, Anacafé 14, Obatá, Tabi y Catucaí (ANACAFE 2010).

a.1. Caturra:

La variedad Caturra es una mutación de la variedad Bourbon, descubierta en Brasil a principios del siglo veinte. En la década de los 40 se introdujo a finca Chicolá, San Pablo Jocopilas, Suchitepéquez; pero, su adopción comercial se realizó varios años más tarde. Es una planta de porte bajo, altura promedio de 1.80 metros, con eje principal grueso y entrenudos cortos; el ángulo de las ramas jóvenes es de 45 grados con el tallo principal; su ramificación se caracteriza por tener entrenudos cortos, con ramas secundarias abundantes que le da a la planta una apariencia compacta (ANACAFE 2010).

Las hojas son grandes, lanceoladas y anchas, de color verde oscuro y textura un poco áspera, con bordes ondulados y ligeramente consistentes; las hojas nuevas (brotes) son de color verde claro brillante. La forma de Caturra es ligeramente angular, compacta y con buen vigor vegetativo (ANACAFE 2010).

Las plantaciones de Caturra demandan adecuado manejo cultural, especialmente a lo que se refiere a la nutrición. Se adapta bien en los diferentes regiones y rangos altitudinales del parque cafetalero, con mejor adaptación en el rango de 600 a 1,300 metros sobre el nivel mar (1,970 a 4,270 pies sobre el nivel del mar). Tiene tolerancia a la sequía, viento y a la exposición del sol (ANACAFE 2010).



Figura 34. Planta de café variedad Caturra en plena producción.

a.2. Catuaí:

Es el resultado del cruzamiento artificial de las variedades Mundo Novo y Caturra, realizado en Brasil. La introducción de Catuaí al país se realizó alrededor de 1970. Se adapta muy bien en rangos de 600 a 1,370 metros sobre el nivel del mar (1,970 a 4,500 pies sobre el nivel mar) en la costa sur y de 1,070 a 1,675 metros sobre el nivel del mar (3,500 a 5,500 pies sobre el nivel del mar) en la zona central, oriental y norte del país. La maduración de los frutos es tardía y no se desprenden fácilmente de las bandolas, lo que es una ventaja para las zonas donde la maduración coincide con períodos de lluvias intensas. Produce una excelente calidad de bebida. El Catuaí es una variedad de porte bajo, pero un poco más alta que Caturra, con una altura promedio de 2.25 metros, las ramas laterales forman un ángulo cerrado de 45 grados con el tallo principal, con entrenudos cortos. Las hojas nuevas o brotes son de color verde claro, las hojas adultas tienen una forma redondeada y de color verde oscuro. Es una variedad muy vigorosa, que desarrolla mucho crecimiento lateral con ramas secundarias, conocidas como “palmillas” (ANACAFE 2010).



Figura 35. Planta de café variedad Catuaí.

a.3. Pacamara

Es una variedad obtenida del cruzamiento entre las variedades Pacas y Maragogipe realizado en El Salvador. Sus descendencias combinan características propias del Pacas, como porte bajo, entrenudos cortos y buena productividad, con frutos y hojas de tamaño grande de la variedad Maragogipe. Plantas vigorosas, porte bajo (2.20 m), ramas laterales largas, con abundantes ramas secundarias y terciarias en la parte inferior y media, los entrenudos del eje vertical y bandolas son cortos. Las hojas son lanceoladas grandes y bordes lisos ondulados, de color verde oscuro, con brotes verdes o bronceados. Es susceptible al ataque de roya, pero tiene cierta tolerancia a la sequía (ANACAFE 2010).



Figura 36. Plantación de café variedad Pacamara.

a.4. Lempira, Costa Rica 95 o Catimor T-8667

La variedad Lempira proviene del Catimor T-8667, seleccionada por el Instituto Hondureño del Café (IHCAFÉ). La variedad Costa Rica 95 también tiene el mismo origen, aunque fue desarrollada en Costa Rica. Estas variedades son conocidas simplemente como Catimor T-8667 por su origen. Planta de porte bajo, brotes bronce, de alta productividad (50 a 70 quintales pergaminos secos por manzana), con buena adaptabilidad en zonas de 800 a 1,400 metros sobre el nivel del mar (2,600 a 4,600 pies sobre el nivel del mar). El fruto es grande de color rojo. Las características del grano son: tamaño grande (zaranda 17), alargado y ancho, parecido al de Típica (ANACAFE 2010).



Figura 37. Brotes bronce de café variedad Lempira.

a.5. Anacafé 90, Ihcafé 90 o Catimor T-5175

Proviene de progenies (descendencias) del Catimor T-5175, seleccionadas por ANACAFE y por el IHCAFÉ, respectivamente. Estas variedades también son conocidas simplemente como Catimor T-5175 por su origen. Planta de porte bajo, con una arquitectura foliar medianamente compacta, hojas anchas de color verde oscuro, brotes bronce, ramas largas con entrenudos cortos, precocidad en crecimiento y producción, maduración intermedia, buen vigor vegetativo, adecuada respuesta a las podas, color de frutos rojos con bajo porcentaje de frutos vanos, tamaño de grano mediano y bebida de buena calidad. Se adapta a altitudes arriba de los 1,000 metros sobre el nivel del mar (3,280 pies sobre el nivel del mar) (ANACAFE 2010).



Figura 38. Hojas anchas color verde oscuro de una planta de café variedad IHCAFÉ.

a.6. Parainema

Esta variedad se originó en Honduras a través del Instituto Hondureño del Café (IHCAFÉ). Proviene del cruce de la variedad Villa Sarchí 971/10 y el Híbrido de Timor CIFC 832/2 realizado en 1959 en el Centro de Investigaciones de las Royas del Cafeto (CIFC), Oeiras, Portugal, donde recibió la denominación de CIFC H 361. Este cruce se realizó con el objetivo de transmitirle a la variedad Villa Sarchí genes de resistencia a la roya, sirviendo también de fuente de resistencia a los nematodos. Las plantas presentan follaje abundante, buen vigor vegetativo y buena respuesta al manejo de tejido. Es de porte bajo, con una copa cónica bien desarrollada. Los frutos son grandes de color rojo y brotes verdes. Evaluaciones realizadas por el IHCAFÉ determinaron que esta variedad produce bajo porcentaje de frutos vanos (4.2%). Presenta resistencia a la roya y susceptibilidad al ataque de mancha de hierro (*Cercospora coffeicola*) y al ojo de gallo (*Mycena citricolor*) (ANACAFE 2010).



Figura 39. Planta con frutos grandes de café variedad Parainema.

a.7. Marsellesa

Se origina del cruce de la variedad Villa Sarchí 971/10 y el Híbrido de Timor CIFC 832/2, creado en el año 1959 por el CIFC, Oeiras, Portugal. Las siguientes generaciones fueron evaluadas en Brasil y posteriormente introducidas por el CATIE a Centroamérica. Es una variedad precoz, en condiciones normales empieza a producir a los 18 meses después siembra. Las bandolas son largas (más de 1 metro), con buena emisión de ramas secundarias (palmillas) en las bandolas de la parte baja, con hojas grandes, coriáceas y brote terminal verde. Es de porte medio, por lo que se sugiere abrir distanciamiento de siembra entre plantas (más de un metro) y mantener los 2 metros de distancia entre surcos. Tiene resistencia a la roya (*Hemileia vastatrix*) y a los nemátodos del género *Meloidogyne*; pero, es susceptible al ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en condiciones de exceso de sombra y altitudes mayores de 1,200 metros (3,940 pies) en Nicaragua (ANACAFE 2010).



Figura 40. Planta de café variedad Marsellesa.

a.8. Anacafe 14

Esta variedad se originó en la región oriental de Guatemala a través de un cruce natural de las variedades Catimor T-5175 con Pacamara. Después de varios ciclos de selección que han llevado más de 30 años, se obtiene una planta con características de alta vigorosidad, altamente productiva, grano de tamaño grande, con resistencia a roya, tolerancia a sequía y buena calidad de taza. se encuentra a una altitud de 1,200 metros sobre el nivel del mar (3,950 pies sobre el nivel del mar), suelos francos arenosos, el régimen de lluvias dura 7 meses al año (mayo a noviembre) con 3 meses de verano bien marcados (febrero a abril). La precipitación anual varía entre 1,500 a 1,800 milímetros, el rango de temperatura oscila entre los 15 a 32 °C; es una zona con alta exposición solar y fotoperiodo mayor a las 6 horas luz en época seca (ANACAFE 2010).



Figura 41. Planta de café variedad anacafe 14.

b. *Coffea canephora*

También llamada Robusta, aporta alrededor del 40% de la producción mundial de café. Produce una bebida de menor calidad que la del café arábico. Al igual que las demás especies de café es una planta diploide, o sea que cada célula contiene dos series de cromosomas, un total de 46 cromosomas; por lo cual, cada flor necesita el polen de flores de otras plantas para su polinización (ANACAFE 2010).

En la última década se ha incrementado la siembra de la especie *C. canephora* (café Robusta), especialmente en la región del suroccidente del país, debido a que tiene las condiciones climáticas que requiere esta especie y a satisfacer la demanda de mercados que requieren la calidad de esta bebida (ANACAFE 2010).

También las planta de Robusta se utiliza como portainjerto de las variedades arábicas, debido a que tiene las condiciones genéticas para tolerar el ataque de nemátodos fitoparásitos que afectan las raíces de las plantas de café. La Asociación Nacional del Café (ANACAFE), a través del Centro de Investigaciones del Café (CEDICAFÉ), seleccionó plantas con mayor tolerancia a los nemátodos, creando una multiplicación sistematizada para la producción de semilla, la cual se conoce con el nombre de variedad Nemaya (ANACAFE 2010).

2.4.10 Manejo agronómico del Cultivo de Café

a. Condiciones agroecológicas para el cultivo

El éxito en el manejo agronómico de una finca de café está relacionado con múltiples factores y con la manera en que estos se combinan (diagrama 1). Algunos factores no se pueden controlar, como el clima y el tipo de suelo, pero otros dependen de las decisiones del productor y muchas veces se relacionan con el mercado y con las tecnologías disponibles, como la variedad de las plantas, el tipo de sombra, los programas de fertilización y las prácticas culturales. (PROCAGICA, 2020)



Figura 42. Condiciones para el cultivo del café
Fuente: PROCAGICA El Salvador.

b. Semillero y vivero de café

1. Etapa de semillero

El semillero es el sitio donde se crean condiciones ideales para la germinación, la emergencia y el crecimiento de las plántulas de café. Este período dura entre 60 y 90 días. El sitio deberá contar con suficiente agua para el riego diario y ser de fácil acceso. El ancho sugerido es de 1.0 m, la altura de 0.20 m y el largo, lo que se estime necesario. Un metro de largo es suficiente para sembrar una libra de semilla y de ella se obtendrán unas 1000 conchas seleccionadas. Cuando se hace más de una era, se deberá dejar una calle de 0.40

a 0.50 m para poder circular. Se debe construir una ramada de 2.5 m de alto para proporcionar un 50% de sombra. (PROCAGICA, 2020)



Figura 43. Semillero en etapa de fosforito.

¿Qué necesita una planta de café para germinar con éxito?



Figura 44. Necesidades de la semilla de café para su germinación

2. Etapa de vivero

a. Sustrato

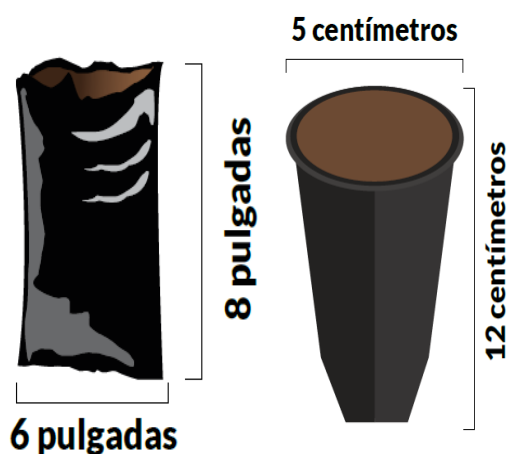
El sustrato que se recomienda debe estar constituido por suelo bien suelto, granza de arroz y abono orgánico bien descompuesto mezclados en las proporciones de suelo (50%), arena (25%) y materia orgánica (25%). (PROCAGICA, 2020)



Figura 45. Pilón de café con buen desarrollo morfológico

b. Contenedores

LA MEDIDA MÁS COMÚN:
se utiliza en viveros por un máximo de 6 meses antes de sembrar.



Pueden llenarse con sustrato preparado sin uso de suelo.

La planta de café puede permanecer hasta 16 semanas (4 meses) antes de establecerse en campo definitivo.



Figura 46. Contenedores comunes para pilones de café

c. Establecimiento de cafetales

1. Preparación del terreno

Primer paso es limpiar el terreno por medio de chapeas, herbicidas o ambos (PROCAGICA, 2020).

2. Variedad y distancias de siembra

En general se puede establecer una densidad de 5.000 plantas por hectárea en distancia de 2,0 m entre hileras x 1,0 m entre plantas (PROCAGICA, 2020).

3. Ahoyado

Las dimensiones del hueco para establecer la plantación pueden variar según el tipo del suelo, sin embargo, la profundidad de 25-30 cm por 20 cm de ancho se considera apropiada para la planta (PROCAGICA, 2020).

4. Fertilización, prevención

de plagas y enfermedades

Al momento de la siembra debe aplicarse un fertilizante alto en fósforo recomendable para café en desarrollo. También la aplicación de nematicida- insecticida en el momento de la siembra, para la prevención de ataques ocasionados por nemátodos o insectos (PROCAGICA, 2020).

5. Sombra

Conviene establecer la sombra simultáneamente con la siembra del café, en la misma hilera de siembra de cultivo (PROCAGICA, 2020).

6. Rompevientos

Se recomienda la utilización de rompevientos en áreas ventosas, con el propósito de contrarrestar su efecto perjudicial sobre el cultivo en los primeros años de crecimiento (PROCAGICA, 2020).

7. Poda

Luego de un número de cosechas variable, la planta entra en un agotamiento productivo que requiere del inicio de la poda (PROCAGICA, 2020).

a. Poda Selectiva

Consiste en la selección de las plantas agotadas para realizar la poda en forma selectiva. La altura de poda va a depender del grado de agotamiento (PROCAGICA, 2020).

b. Poda total por lote

En este sistema la poda se realiza en lotes completos indistintamente de la extensión del lote o la condición de la planta (PROCAGICA, 2020).

8. Manejo de los hijos o deshijas

La importancia de esta operación en el manejo de la poda resulta determinante para la eficiencia productiva del sistema, para lo cual se requiere:

- a. Realice la primera deshija de a 2 o 3 meses después de realizada la poda.
- b. Raleo y selección de los brotes para elegir los más vigorosos.
- c. Localizados 2-3 cm hacia abajo del corte.
- d. Con la mayor separación posible entre ellos.
- e. Elimine los hijos que brotan juntos o unidos por su base.

9. Funciones de la sombra

Regula el microclima, el cafeto es una planta sensible a los cambios bruscos de temperatura. Reduce la radiación, mejora el balance hídrico y aumenta la humedad relativa dentro del cafetal. Mejora la fertilidad del suelo mediante el aporte de materia orgánica y el reciclaje de elementos; cuando se usan árboles de la familia de las leguminosas aumenta el aporte de nitrógeno al suelo. Control de erosión; la hojarasca y las ramas que provienen de los árboles de sombra por desprendimiento o por arreglos de la sombra, forma una cobertura que protege el suelo de la erosión y evita la proliferación de malezas. (PROCAGICA, 2020)

10. Prácticas de conservación de suelos

- a. Siembra en contorno: Consiste en disponer las hileras de siembra en forma transversal a la pendiente, en curvas de nivel o líneas de contorno.
- b. Barreras vegetativas: Son hileras de plantas perennes y de crecimiento denso, dispuestas con determinado distanciamiento horizontal, su principal objetivo es reducir la velocidad de agua que corre.
- c. Terrazas: Son los terraplenes formados entre los bordes y canales construidos perpendicularmente en relación con la pendiente del terreno.
- d. Acequias de ladera: Son estructuras físicas utilizadas especialmente en regiones de mucha lluvia y en terrenos con pendientes entre el 10 y 30%.
- e. Canales de desviación: Son utilizados para cortar el flujo del agua de escorrentía de predios más altos llevándola a un desagüe bien protegido.
- f. Corrección de cárcavas: Los principales pasos a seguir para efectuar estas labores son:
 - 1. Control de erosión de la cabecera de la cárcava.
 - 2. Desviación de la escorrentía por el canal de guardia.
 - 3. Reformar el talud con inclinación de 25%.
 - 4. Establecer una capa de césped sobre el talud.
 - 5. Formación de una barrera viva.
 - 6. Establecer un muro de césped con estacas.
 - 7. Colocar una capa de rastrojo de en la parte superior del muro y taparlo con tierra.
 - 8. Sembrar semilla de pasto y trasplantar una franja de césped.

11. Control de malezas

Se busca bajar la competencia hacia el cultivo, sin caer en los extremos de suelos completamente limpios, expuestos a la erosión, pero tampoco que el nivel de malezas afecte negativamente el cultivo (PROCAGICA, 2020).

Cultural: el desarrollo de las malezas se limita por el uso de algunas prácticas tales como altas densidades de cafetos, la hojarasca y ramas producidas por la sombra y la poda.

Mecánico: consiste en la eliminación de las malezas por medio del machete, la pala o chapeadoras mecánicas (PROCAGICA, 2020).

Químico: se efectúa por medio de herbicidas, los cuales por su efecto al ser aplicados sobre las malezas las intoxican hasta destruirlas. La efectividad del tratamiento químico depende de la selección del producto adecuado, la dilución correcta del producto, la forma y el momento de aplicación, el desarrollo y la clase de maleza y las condiciones climáticas (PROCAGICA, 2020).

12. Fertilizantes y enmiendas

Análisis de suelo

1. Seleccionar lotes representativos y sacar las muestras entre enero y marzo; para que los resultados estén antes del inicio del período lluvioso.
2. Sacar la muestra sobre la banda de fertilización y a una profundidad de 0-20 cm.
3. Identificar adecuadamente la muestra y enviarla al laboratorio.

(PROCAGICA, 2020)

13. Corrección de la acidez del suelo

Utilizar Carbonato de Calcio o Dolomita, de adecuada pureza y granulometría (PRNT>75%). Mantener una separación de al menos 30 días entre la aplicación de la enmienda y la del fertilizante. Emplear dosis de hasta de 40 sacos (50 kg) por hectárea, dependiendo del resultado del análisis de suelo y calidad de la cal (PROCAGICA, 2020).

14. Programa de fertilización

Elegir la fórmula completa de acuerdo con el análisis de suelo; o en su defecto en función de la fertilidad general de los suelos de la región. Para todas las regiones las fórmulas completas no deberían poseer menos de 15% de Nitrógeno (N) y 0,33% de Boro (B). Al menos que se posea un análisis de suelo que indique lo contrario, las fórmulas completas no deberían poseer menos de 3% de fósforo (P₂O₅) y 4% de magnesio (MgO) (PROCAGICA, 2020).

Fertilización foliar

Durante el período lluvioso realizar dos aplicaciones foliares con ácido bórico y zinc quelatado, para lo cual se pueden aprovechar las aspersiones de fungicidas para el control de enfermedades (PROCAGICA, 2020).

2.4.11 Microorganismos de Montaña

Los microorganismos de montaña (MM) son inóculos microbianos con altas poblaciones principalmente de hongos, bacterias y actinomicetos, que se encuentran naturalmente en el suelo. (Camacho, F. et al. 2018).

Son un biofertilizante económico, que contribuye a mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo. Se encuentran en la capa superficial y orgánica de todo suelo de un ecosistema natural en la que no ha existido intervención del hombre es decir un ambiente natural, por ejemplo, los podemos encontrar en el suelo de montañas, bosques y lugares sombreados donde en los últimos tres años no se han utilizado agroquímicos. Este insumo puede elaborarse como inóculos sólidos y líquidos (Camacho, F. et al. 2018).

Añadimos melaza, azúcar, para aportar carbohidratos simples que activen la multiplicación de los microorganismos presentes en el suelo recolectado. Maíz o afrecho funcionarán como un sustrato nutritivo para la proliferación microbiana. La mezcla debe pasar por el periodo de incubación de microorganismos, que nos permita tener un bioinsumo de calidad (Camacho, F. et al. 2018).

a. Funciones

1. Colonizan el suelo aumentando la variedad de microorganismos benéficos.
2. Controlan plagas y enfermedades.
3. Descomponen la materia orgánica e incrementan la disponibilidad de nutrientes del suelo lo que promueve el desarrollo del follaje y la floración.
4. Inhiben y controlan el crecimiento de microorganismos dañinos.
5. Aceleran la germinación de las semillas.
6. Controlan malos olores y moscas.
7. Fijan nitrógeno en la atmosfera.

(Camacho, F. et al. 2018).

b. Ventajas

1. Se puede utilizar en cualquier sistema de producción agrícola.
2. Son de bajo costo.
3. NO son tóxicos para el medio ambiente y seres humanos, pueden ser aplicados sin necesidad de usar equipo especial de protección (Camacho, F. et al. 2018).

4. Es fácil de elaborar y aplicar, sin riesgos de intoxicación.
5. Es idóneo para aplicarse a través del riego o vía foliar, en macetas, huertos o grandes extensiones agrícolas.
6. Es un excelente bioinsumo por sus efectos a largo plazo mejorando el suelo y el desarrollo del cultivo.

(Camacho, F. et al. 2018).

c. Un poco de historia

Esta tecnología fue desarrollada por el doctor japonés Teruo Higa en los años 80. “El profesor de horticultura de la Universidad de Ryukyus, Japón, estudió las funciones individuales de diferentes microorganismos y encontró que el éxito de su efecto potenciado estaba en su mezcla”. Esta técnica también es conocida como microorganismos eficientes, adicionalmente se desarrolló una técnica fácil de implementar y de bajo costo para reproducir los microorganismos que viven naturalmente en nuestros bosques, los cuales son comúnmente llamados microorganismos de montaña (MM) (Camacho, F. et al. 2018)..

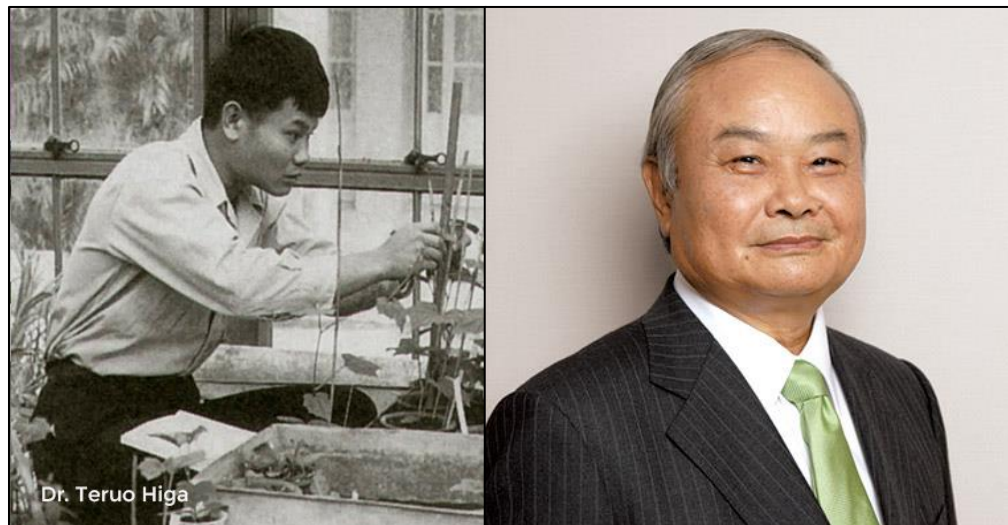


Figura 47. Dr. Teruo Higa

Zeballos (2017) recopila información acerca de los microorganismos de montaña la cual indica que, los MM contienen un promedio de 80 especies de microorganismos de diez géneros pertenecientes a cuatro grupos de microorganismos: Bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias productoras de ácido láctico, hongos y levaduras (Higa & Wididana,

2004). Las bacterias fotosintéticas son un grupo de microorganismos que sintetizan aminoácidos, ácidos nucleicos, azúcares de las secreciones provenientes de las raíces y materia orgánica; estas bacterias promueven el desarrollo y crecimiento de la planta (Córdor-Golec, Pérez, & Chinmay, 2007). Las bacterias lácticas producen ácido láctico a partir de azúcares, este ácido actúa como compuesto esterilizante ayudando a prevenir el crecimiento de microorganismos dañinos en las raíces de las plantas (Higa & James, 1994). Los hongos de fermentación y levaduras como la *Saccharomyces spp.* sintetizan sustancias antimicrobianas, aminoácidos, azúcares, también hormonas y enzimas que promueven la división celular de los tejidos de la raíz de la planta. Los actinomicetos también se benefician de los productos de las levaduras para ejercer sus funciones en los biofertilizantes (Higa & Wididana, 2004). Otros géneros de bacterias presentes en los biofertilizantes a base de MM son el *Azotobacter sp*, *Azospirillum sp*, y *Rizobium sp*, los cuales interactúan junto a los hongos Micorrizas, organismos que ayudan a aumentar la superficie de absorción de las raíces (Garden City Composting, 2002); (Hernández, García, & Ramon, 2001). Otros estudios determinaron que en los biofertilizantes a base de MM también se pueden encontrar microorganismos de los géneros *Pseudomonas sp*, *Bacillus sp* y *Streptomyces sp*, bacterias muy eficientes para la fijación de nitrógeno al suelo y estimuladoras de crecimiento vegetativo (Armenta-Bojórquez, et al., 2010).

d. Principales microorganismos:

Según Fundases (2014), las especies principales de microorganismos incluyen:

1. Bacterias del ácido láctico: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactics*.
2. Bacterias fotosintéticas: *Rhodopseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*.
3. Levaduras: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*.
4. Actinomicetes: *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*.
5. Hongos la fermentación: *Aspergillus oryzae*, *Mucorhiemalis*.

1. Bacterias Ácido Lácticas

Estas bacterias (*Lactobacillus* spp.) producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras (Ecologic Maintenances, 2012). Las bacterias ácido lácticas, tienen la habilidad de suprimir enfermedades, incluyendo microorganismos como *Fusarium*, que aparecen en cultivos continuos y en circunstancias normales, debilitan las plantas, exponen a enfermedades y a poblaciones grandes de plagas como los nemátodos (Higa & James, 1994).

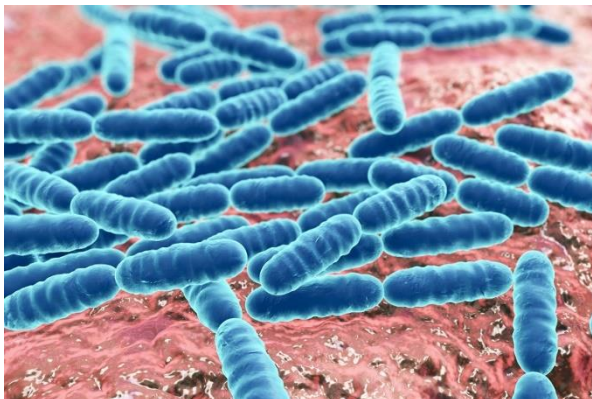


Figura 48. *Lactobacillus* spp.
(*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactics*.)
(Higa & James, 1994)

2. Bacterias Fototróficas

Son bacterias autótrofas (*Rhodopseudomonas* spp.) que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas (Córdor-Golec, Pérez, & Chinmay, 2007).

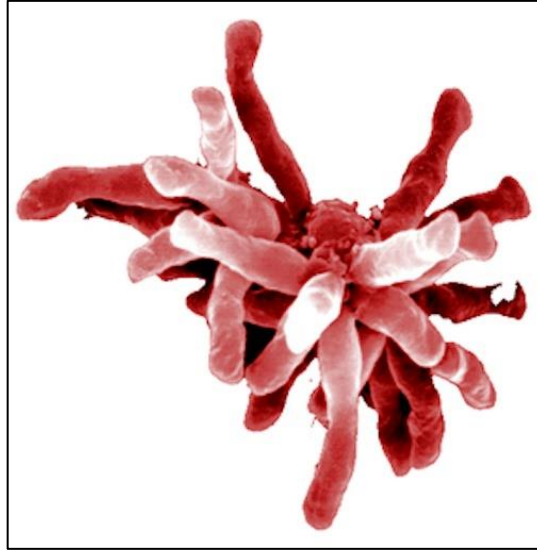


Figura 49. *Rhodospirillum rubrum*, *Rhodospirillum rubrum* (Cóndor-Golec, Pérez, & Chinmay, 2007).

3. Levaduras

Valenzuela (2012); y Serrano (2009), revelan que las sustancias bioactivas como las hormonas y las enzimas producidas por las levaduras, promueven la división activa celular y radical. Estas secreciones también son sustratos útiles para el EM como las bacterias ácido-lácticas y actinomicetos.

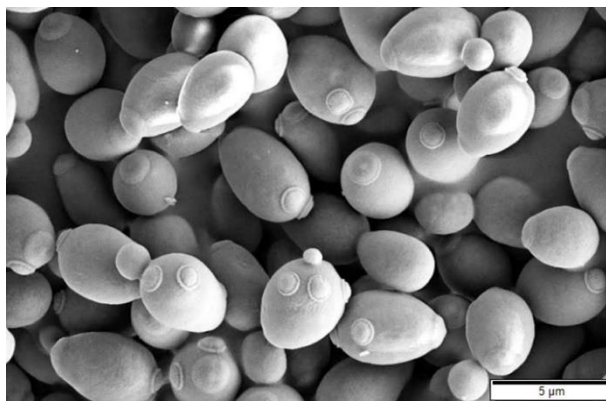


Figura 50. *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis* Higa & Wididana, 2004

4. Actinomicetos

Los actinomicetos controlan hongos y bacterias patogénicas y también aumentan la resistencia de las plantas, mediante un mecanismo de producción de antibióticos que provocan inhibición de patógenos del suelo y benefician el crecimiento y la actividad de *Azotobacter* y de las micorrizas (Asia Pacific Natural Agriculture Network, 2003; y Coutinho, 2011).

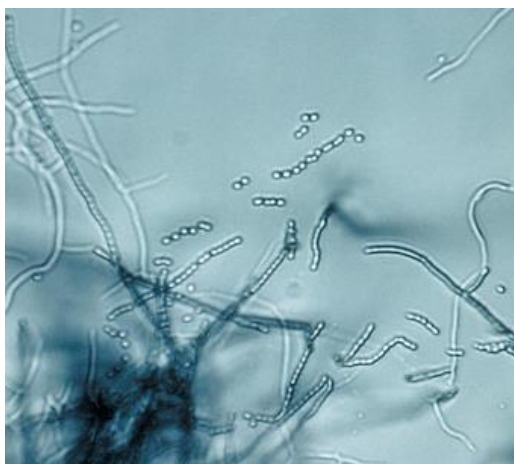


Figura 51. *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*.
Armenta-Bojórquez, et al., 2010

e. Reproducción: Según los manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos, se tiene la reproducción de microorganismos de montaña (INIFAP, 2021) para preparar 50 kilogramos, es necesario:

1. Costal y medio de sustrato sólido nutritivo de acuerdo con la disponibilidad, puede usarse: Maíz o Afrecho.
2. Costal y medio de microorganismos de montaña (costal de 50 litros de volumen, aproximadamente 75 litros en total).
3. litros de melaza u 8 kilogramos de piloncillo.
4. kilogramos de harina de rocas.
5. Agua no clorada.

f. Activación: Para la activación de los microorganismos de montaña solidos se necesitan:

1. Diluir en 10 litros de agua los 4 litros de melaza o los 4 kilogramos de piloncillo.
2. Se tomarán 5 kilogramos de microorganismos de montaña sólidos y se colocarán en un costal, para posteriormente atarlo perfectamente.

3. En el tambo agregar los 4 litros de melaza o 4 kilogramos de piloncillo previamente diluidos.
4. Agregar el costal con los microorganismos sólidos y llenar el tambo con agua no clorada, cerrar perfectamente el tanque y dejarlo reposar por cuatro días para que los microorganismos se multipliquen.

2.5 MARCO REFERENCIAL

2.5.1 Historia de Salamchó

Ajualip García, P. (2015) recopila información de la comunidad de Salamchó, la cual indica que: “El Caserío Salamchó de aldea la Laguna, del municipio de Cubulco del departamento de Baja Verapaz fue fundada en el año de 1,863 con la llegada de dos hombres que emigraron del departamento del Quiché. Los primeros pobladores quienes fundaron la comunidad de Salamchó fueron Juan Camaja y Tomas Ramos. Constituida esta comunidad únicamente dos personas que eran procedentes de Quiché. Llegaron a dicho lugar por el mandato del patrón Santiago Apóstol, específicamente los mando para distribuir la semilla y así formar la comunidad. El origen del nombre proviene de dos palabras que correspondientes al idioma Achí, estas son:

1. Salam: que significa: piedra laja,
2. Chó: que significa: pozo de agua.
3. Salamchó en castellano significa: La piedra de laja que sostiene un pozo.

Se refiere a un pozo grande encantado, que tiene como base una piedra plana luego sigue el pozo de agua cubierto con dos piedras inclinadas viéndose en forma de casa y que dentro de ello se forman remolinos observándose en guacaritos, según los pobladores esto sucede a partir de las dos de la mañana y a las doce del mediodía. (Ajualip García P., 2015)

Donde está situado actualmente el caserío Salamchó, anteriormente el lugar se veía cubierto con demasiados arboles formando grandes montañas al querer entrar al área costaba ya que no se contaban con caminos ya que se observaba muchas rocas se supo

que había varios nacimientos de agua que lamentablemente hoy en día ya no existe, el agua resultaba ser limpia que al beberla no causaba enfermedades (Ajualip García P., 2015). Dentro de esta comunidad habitaban diferentes clases de animales siendo los siguientes: Coyotes, mapaches, tepescuincles, coches y gatos de monte.” (Ajualip García P., 2015).

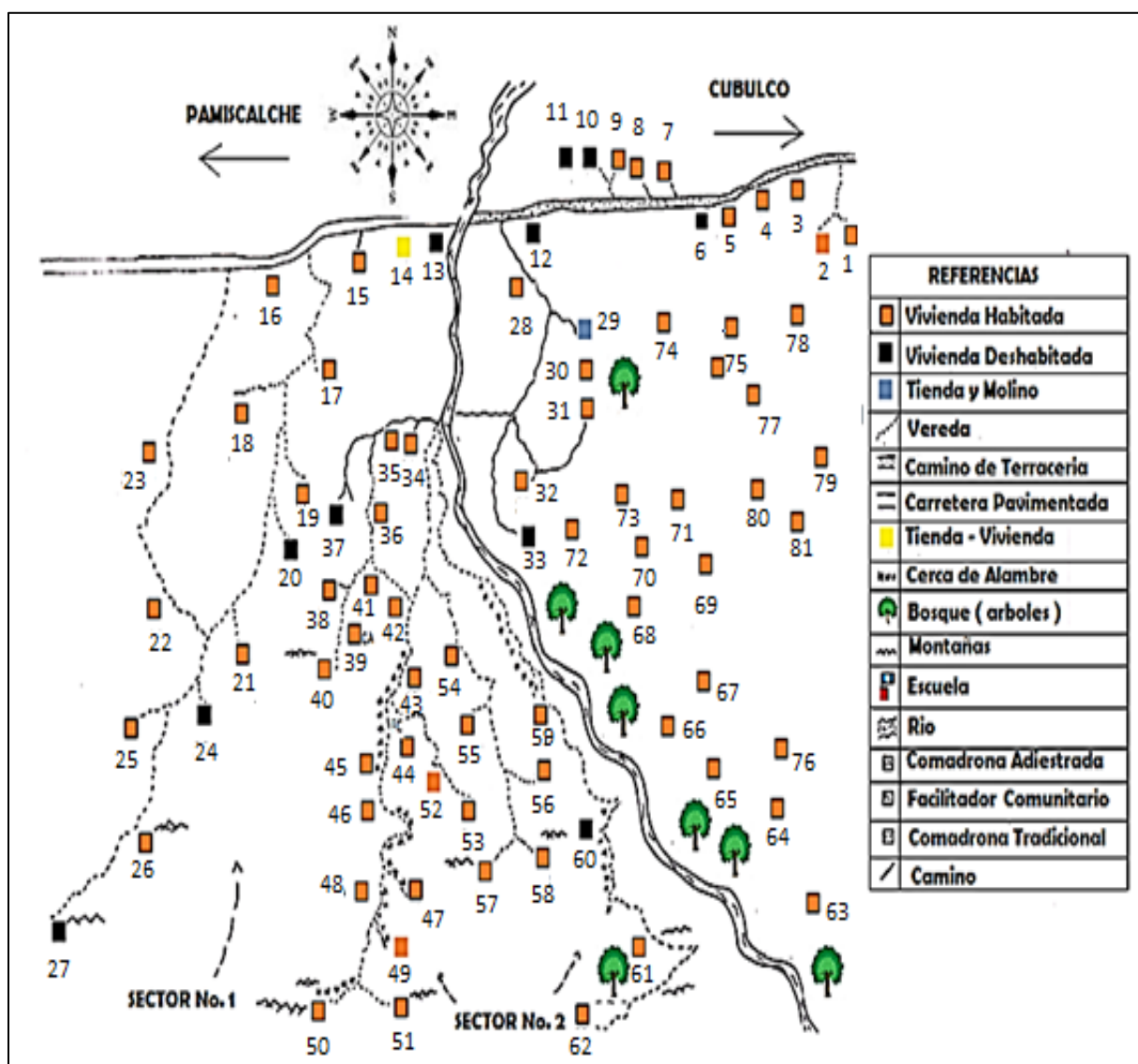


Figura 52. Mapa de ubicación del caserío Salamchó, Aldea La Laguna, Cubulco, B.V.
Fuente: Ajualip García, P., 2015.

2.5.2 Ubicación y Colindancias

El caserío Salamchó tiene una extensión territorial de seis kilómetros cuadrados teniendo sistemas de irrigación con tomas o canales, ríos y caudal, con esto obtienen regadíos para

sus cultivos en el verano. El caserío Salamchó colinda al Norte con el Caserío Pamiscalché, al Sur con el caserío Chinix, al Este con el caserío Chiul y al Oeste con el Caserío Chuipapop. (Ajualip García, P., 2015)

Las coordenadas para ubicar el caserío Salamchó obtenidas en Google maps son 15.113787911145549 latitud, -90.6474135746154 longitud.

2.5.3 Recurso Hídrico y Suelos

El caserío Salamchó posee un río que viene de lo alto de las montañas, que pasa por la comunidad de Chinix, el río es cristalino, cuenta con varios nacimientos de agua. Entre los tipos de suelos que encontramos tenemos de textura arcillosa y franco arenosos. También posee una vegetación exuberante, siendo su principal árbol maderable El Pino; que constituye su principal riqueza. Además de robles, encinos, pinabetes y otros. Posee diversidad de plantas y se cultivan flores y hortalizas. (Ajualip García, P., 2015)

2.5.4 Clima

Con relación al clima, en base a documentos y tomando datos de la estación del INSIVUMEH en Cubulco, Baja Verapaz, el caserío se encuentra a una altura de 1100 msnm, tenemos temperaturas entre 22.9°C y 33°C, con respecto a la precipitación pluvial podemos tomar como referencia la del caso urbano ya que no existe información de la comunidad en específico, además que la comunidad se encuentra alrededor de los 6 km de distancia, siendo la precipitación de 699.3 mm/año y humedad relativa entre 60% (febrero y marzo) y 80% (septiembre). (PDM-OT, 2019)

2.6 OBJETIVO

2.6.1 Objetivo General

Evaluar el desarrollo de las plantas, la incidencia y severidad de las enfermedades del cultivo de café (*Coffea arabica* var. *Parainema*) en etapa de vivero, mediante la aplicación de los microorganismos de montaña en estado líquido, en el caserío Salamchó, Aldea La Laguna, Cubulco, Baja Verapaz.

2.6.2 Objetivos específicos

- ✓ Medir el desarrollo de la planta de café en etapa de vivero, por medio de la longitud de la raíz primaria y raíces secundarias, altura de la planta y diámetro de tallo; en centímetros.
- ✓ Determinar la incidencia de enfermedades (en porcentaje) en las plantas de café en los diferentes tratamientos.
- ✓ Determinar la severidad de enfermedades (en porcentaje) en las plantas de café en los diferentes tratamientos.

2.7 HIPOTESIS

Al aplicar los microorganismos de montaña sobre las plantas de café (*Coffea arabica* var. *Parainema*) en etapa de vivero se obtendrán mejores características en el desarrollo de las plantas, principalmente en el follaje (altura de planta y diámetro del tallo), raíz primaria y raíces secundarias (longitud), habrá menos incidencia y severidad de enfermedades, en comparación con el testigo.

2.8 METODOLOGIA

Se consideraron las siguientes condiciones para la preparación de la investigación, descritas a continuación:

2.8.1 Material Experimental

a. Pilonos de café o soldaditos:

Se obtuvo el material genético en un vivero del caserío Salamchó, que produce pilonos de la variedad Parainema.

b. Preparación del sustrato:

Los componentes del sustrato utilizados fueron: suelo, arena, compost en las proporciones que se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 4. Materiales y proporciones utilizadas para el sustrato de las plantas de café.

Material	Proporción
Suelo	50%
Arena	25%
Compost	25%

c. Bolsas de plástico polietileno:

Por ser económico las bolsas son utilizadas con mayor frecuencia, siendo el contenedor más común entre los viveristas de la localidad.

La medida que utilizan comúnmente los productores es de 6 pulgadas por 8 pulgadas, siendo el tiempo promedio de las plantas en vivero de 6 meses, estando listas para la siembra en campo definitivo.

d. Microorganismos de montaña:

El material utilizado se obtuvo de la biofábrica del productor Alfredo Cortez Galiego ubicada en la microcuenca Xesiguán del municipio de Rabinal, Baja Verapaz. Como parte de la Asociación de Comités de Producción Agropecuaria (ACPC), organización que aglutina a productores comunitarios de once comunidades maya Achí; que busca fortalecer las capacidades de producción agrícola, agroforestal y pecuaria de las familias asociadas, a través del fortalecimiento de capacidades y el acompañamiento para conservar formas de producción tradicional y ancestral. La organización se ha preocupado y dedicado a la producción agroecológica para garantizar la disponibilidad de los alimentos sin agroquímicos, fomentando el acceso a la soberanía y seguridad alimentaria de las familias. (UTZ CHE', 2020).

La biofábrica tiene el apoyo, en el marco del proyecto AGRO-INNOVA, que es una iniciativa a cargo del IICA que, a partir del 2020, ha generado las condiciones necesarias para la transferencia tecnológica mediante sistemas agroforestales multiestratos, en cooperación técnica conjunta con el CATIE y la Unión Europea, socios clave para el desarrollo sostenible y la erradicación de la pobreza en Centroamérica. (IICA, 2020)



Figura 53. Biofábrica de Xesiguán

El manejo que se realizó para el establecimiento del experimento se describe en el siguiente cuadro:

Cuadro 5. Manejo agronómico del experimento.

Actividad	Metodología
Preparación del terreno	Se niveló el terreno de al menos 8.64 metros cuadrados y se armó un pequeño techo con sarán, para mantener condiciones de humedad y luz homogéneas.
Preparación del sustrato	Se prepararon los materiales y se realizó la mezcla con las proporciones anteriormente descritas.
Traslado de almacigo a vivero	Teniendo listos los pilones de café continuamos con el trasplante a la bolsa utilizando solo material genético de calidad.
Aplicación de los tratamientos	Mediante el proceso de aleatorización propio del diseño completamente al azar se aplicaron las dosis previamente establecidas con una frecuencia de 8 días.
Control de maleza	Para mantener un ambiente homogéneo se realizaron labores de control de maleza en todos los tratamientos.
Toma de datos	Llegando el tiempo establecido de 6 meses se tomaron los datos necesarios para analizarlos mediante un proceso estadístico y así completar el experimento.

2.8.2 Descripción de los tratamientos

a. Diseño experimental

Teniendo en cuenta la naturaleza de la investigación se eligió el diseño completamente al azar (DCA), ya que las características del sustrato serán homogéneas para todas las plantas, las bolsas a utilizar serán las mismas, el material genético será el mismo para todo el experimento y se plantea realizar el ensayo en una sola localidad.

El diseño consta de 4 tratamientos y 4 repeticiones, la unidad experimental estuvo compuesta por 8 plantas de doble hilera, teniendo un espacio entre unidades experimentales de 40 cm, utilizando un espacio total de 8.64 metros cuadrados aproximadamente.

Para mantener el control del experimento, minimizar el sesgo y reducir el error experimental, se aplicaron a cada una de las plantas 50 ml de la solución, cada tratamiento tendrá 4 repeticiones, por lo que en total se necesitaran 1.6 litros de la solución a las concentraciones descritas a continuación, para que el experimento contenga homogeneidad.

Cuadro 6. Tratamientos para la evaluación de los microorganismos de montaña.

No.	Tratamientos	Descripción
1	Solución al 6.25%	Se diluyeron 100 ml de microorganismos de montaña liquido (soluto) en 1500 ml de agua (solvente) para obtener 1.6 litros de la solución con la concentración descrita.
2	Solución al 4.69%	Se diluyeron 75 ml de microorganismo de montaña liquido (soluto) en 1525 litros de agua (solvente) para obtener 1.6 litros de la solución con la concentración descrita.
3	Solución al 3.13%	Se diluyeron 50 ml de microorganismos de montaña liquido (soluto) en 1550 ml de agua (solvente) para obtener 1.6 litros de la solución con la concentración descrita.
4	Testigo	No se realizó ningún tipo de aplicación de los microorganismos de montaña.

2.8.3 Modelo Estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}; \quad \text{con } i=1,\dots,a; j=1,\dots,n_i$$

En donde:

Y_{ij} : es la respuesta observada en la unidad experimental j-ésima del tratamiento i-ésimo.

μ : Es una media general de la respuesta observada en la unidad experimental

τ_i : es el efecto del i-ésimo tratamiento.

$\mu + \tau_i$ es la respuesta esperada para el tratamiento i-ésimo

ε_{ij} : es la discrepancia entre lo efectivamente observado en la unidad experimental j-ésima del tratamiento i-ésimo y la respuesta esperada para ese tratamiento.

2.8.4 Hipótesis experimental

Las hipótesis que se plantearon para validar el análisis de varianza del experimento son las siguientes:

a. Hipótesis nula (H_0):

Ninguno de los tratamientos aplicados tendrá una diferencia significativa sobre el mejoramiento en el desarrollo de las plantas, ni en la incidencia y severidad de enfermedades.

b. Hipótesis alternativa (H_a):

Al menos uno de los tratamientos aplicados tendrá una diferencia significativa sobre el mejoramiento desarrollos de las plantas, ni en la incidencia y severidad de enfermedades.

2.8.5 Variables de respuesta

Las variables que se analizaron en este experimento serán las siguientes:

- a. Altura de planta (cm)
- b. Diámetro de tallo (cm)
- c. Longitud de raíz (cm)
- d. Incidencia de enfermedades (%)
- e. Severidad de enfermedades (%)

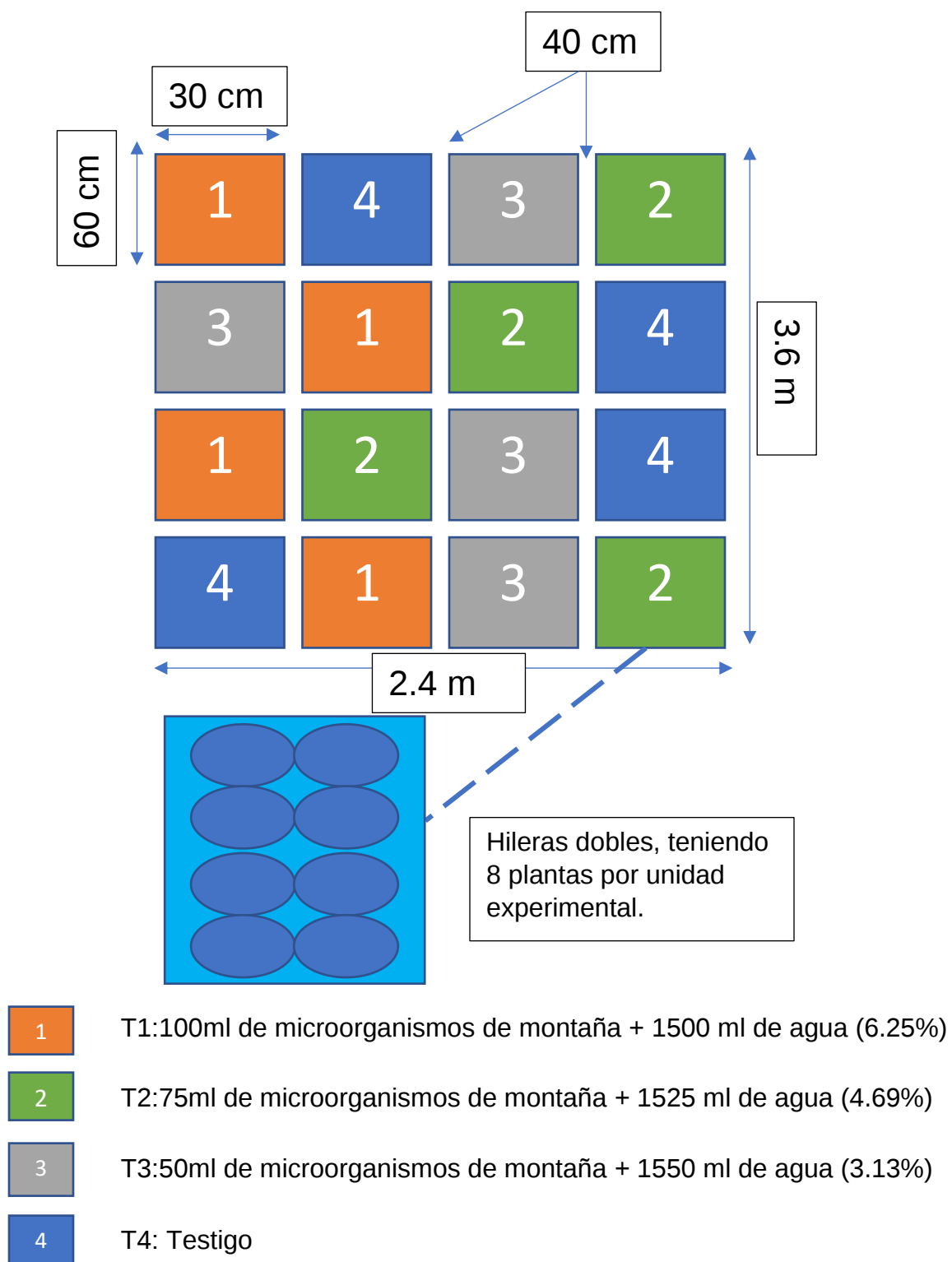


Figura 54. Diseño de la parcela experimental
Fuente: Elaboración Propia.

2.8.6 Cronograma de actividades

Cuadro 7. Cronograma de actividades del semillero y vivero de café

Labores Culturales	Meses								
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO
FECHA	1 al 31	1 al 31	1 al 30	1 al 31	1 al 30	1 al 31	1 al 31	1 al 29	1 al 31
SEMILLERO									
Preparación del semillero	x								
Siembra	x								
Manejo		x	x						
VIVERO									
Preparación del sustrato				x					
Llenado de bolsas				x					
Repique de mariposas				x					
Deshierbe riego de viveros				x					
Microorganismos de Montaña									
Aplicación de los tratamientos a cada 8 días				x	x	x	x	x	x
Recolección de datos									x

Fuente: Elaboración Propia.

2.8.7 Manejo del Experimento

Para el establecimiento del vivero de café, se siguieron las recomendaciones, basados en la experiencia del productor Domingo López Calo y la teoría propuesta por centros de investigación dedicados al cultivo de café (ANACAFE, 2021).

A. Material Vegetativo

El material utilizado para el experimento fue la variedad parainema (*Coffea arabica* var. *Parainema*), semilla utilizada por el productor Domingo López, ya que esta variedad ofrece una buena calidad de taza, granos de gran tamaño y buen rendimiento.

B. Preparación del terreno

La primera etapa inició con la preparación de la cama germinadora de 1 metro cuadrado, realizada con tierra, arena y pulpa de café, previamente procesada para obtener un sustrato con las condiciones ideales para la germinación de la semilla.

En la segunda etapa, se seleccionaron los pilones o mariposas, con las mejores características morfológicas para realizar el trasplante a la bolsa.

Se delimitó el área a trabajar por cada unidad experimental, distribuidos según el orden aleatorio previamente establecido, el vivero tuvo una estructura con techo de sarán para mantener una temperatura constante en la plantación y evitar la exposición directa a los rayos del sol.

C. Siembra

Para la siembra, se contemplaron las mismas condiciones morfológicas para la selección de los pilones asimismo se usó un solo tipo de sustrato (según lo describe el cuadro número 2), el agua para riego y preparación de los tratamientos fue la misma y la bolsa usada fue de la medida 6 por 8 pulgadas. Cada unidad experimental estuvo compuesta por 8 plantas, todas con el mismo distanciamiento entre planta y entre surco. Según se muestra en la figura 37.

D. Riego

El riego se realizó en base a la capacidad de campo y la temperatura, en promedio el riego se realizaba con una frecuencia entre 4 y 7 días.

E. Aplicación de los tratamientos

Para la preparación de cada tratamiento se usaron recipientes de 1 litro y 500 ml, usando microorganismos de montaña líquido provenientes de la biofábrica ubicada en Xesiguán, Rabinal, Baja Verapaz y agua proveniente del tanque de la comunidad de Salamchó ubicado en el terreno del productor Domingo López.

Para la aplicación se tomaban 50 ml de los 1.6 litros de la solución (según lo descrito en el cuadro número 4) y se aplicaban a las plantas de cada tratamiento, con una frecuencia de 8 días. (Aguilar, Et al., 2022)

F. Recolección de datos

Los datos se recolectaron a los 6 meses después del trasplante (World Coffee Research, 2021), para lo cual se usaron herramientas de medición como: 1 metro, un Vernier y una hoja impresa del diagrama de área estándar de la incidencia y severidad de las enfermedades del café según CENICAFE.

La metodología para la medición de longitud de raíz consistió en sacar las plantas de la bolsa de cada unidad experimental en orden de tratamiento y repetición, iniciando por el tratamiento 1 - repetición 1, quitándoles la tierra y luego sumergiéndolas en agua para dejarlas limpias y de esta manera realizar una medición correcta.

Para la medición de altura de planta se utilizó un metro y se midió desde el cuello de la raíz hasta la punta de la yema terminal.

Para determinar la incidencia y severidad se usó un diagrama con porcentajes y gráficas del área estándar para enfermedades del café según CENICAFE.

2.8.8 Análisis de los Datos

A. Análisis ANDEVA

Para determinar si existe diferencia significativa entre las medias de los grupos que han sido sometidos al tratamiento de los microorganismos de montaña se realizó el análisis de varianza con un 95% de confianza, ya que nos permite evaluar si la variabilidad entre tratamientos es lo suficientemente grande como para considerarse estadísticamente significativa, lo que sugiere que los tratamientos aplicados han tenido un efecto real sobre la variable de respuesta.

El análisis se realizó para el diseño completamente al azar (DCA) que estuvo conformado por 4 tratamientos y 4 repeticiones, para evaluar el desarrollo fenológico, morfológico, la incidencia de plagas y enfermedades del cultivo de café (*Coffea arabica* var. *Parainema*) en etapa de vivero, mediante la aplicación de los microorganismos de montaña en estado líquido.

Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el software INFOSTAT la cual brinda resultados confiables, en tablas y gráficas según sea necesario.

B. Análisis Post- ANDEVA

Una vez realizado el análisis de varianza, se logró observar que si existe diferencia significativa para las variables altura de planta, longitud de raíces secundarias, por lo que se realizó la prueba de Tukey con el objetivo principal de identificar cuáles grupos específicos presentan diferencias significativas entre sí en cuanto a la variable de respuesta.

2.9 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. Longitud de raíz primaria

A través de la toma de datos en campo se realizó el cuadro 6, donde se resumen los datos promedios de los 4 tratamientos para la variable longitud de raíz primaria, donde se observa que el tratamiento 1 (solución al 6.25%) fue el que tuvo mayor longitud con una media de 9.01 cm comparado con el tratamiento 3 (solución al 3.13%) con una media de 8.16 cm, siendo este el de menor longitud.

Cuadro 8. Longitud promedio de la raíz primaria

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	R1	R2	R3	R4		
T1	9.18	8.91	9.93	8.02	36.04	9.01
T2	7.93	8.59	9.78	8.37	34.68	8.67
T3	7.44	7.63	8.81	8.76	32.64	8.16
T4	8.35	7.62	8.44	9.75	34.16	8.54
TOTAL	32.90	32.76	36.95	34.91	137.52	34.38

Con ayuda del software estadístico InfoStat y con los datos recolectados en campo, se realizó el análisis de varianza, obteniendo el siguiente cuadro:

Cuadro 9. Análisis de varianza para la longitud promedio de la raíz primaria (LR-P)

LR-P					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
LR-P	16	0.16	0	9.31	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.48	3	0.49	0.77	0.5325
TRATAMIENTOS	1.48	3	0.49	0.77	0.5325
Error	7.68	12	0.64		
Total	9.16	15			

Según los datos que presenta el análisis de varianza, para la variable longitud de raíz primaria, indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ya que el p-valor es de $0.5325 > 0.05$. Por lo que tenemos que tomar en cuenta el coeficiente de variación igual al 9.31%, lo que indica que el experimento fue manejado adecuadamente y los datos obtenidos en campo son confiables.

En complemento, para demostrar que los resultados tienen distribución normal se realizó la prueba de Shapiro-wilks como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 10. Prueba de normalidad

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO LR-P	16	0	0.72	0.9	0.1879

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, el p-valor es de 0.1879 (>0.05), demostrando así que la hipótesis nula se acepta para esta variable. Es decir que el conjunto de datos presenta una distribución normal.

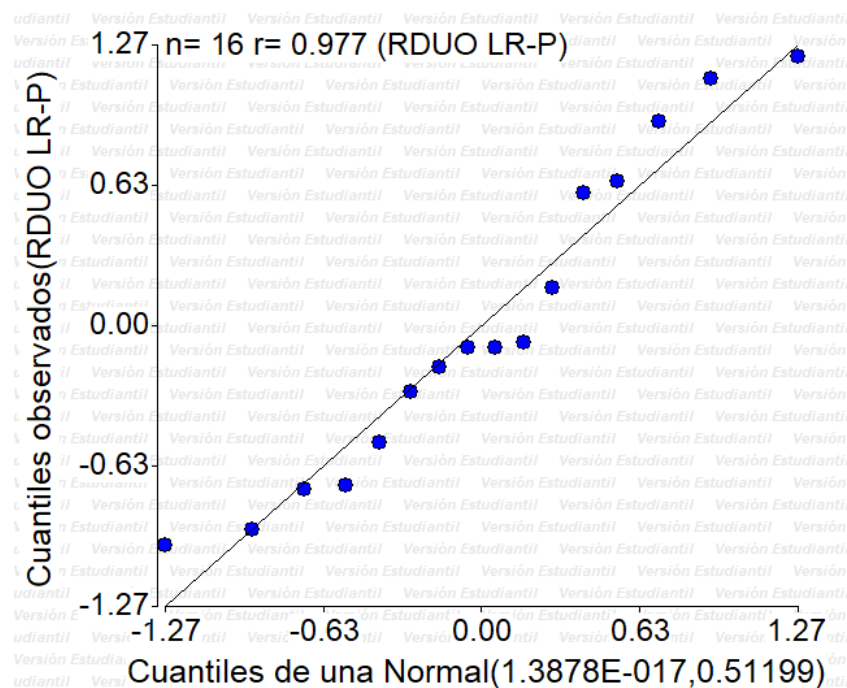


Figura 55. Gráfica de probabilidad normal (qq-plot) para la longitud de raíz principal

La prueba de Shapiro-wilks puede ser respaldada a través del grafico qq-plot, para este caso, los valores observados se alinean a los cuantiles de una normal, con un dato de correlación $r=0.977$, indicando una alta correlación, concluyendo que los residuos tienen una distribución normal.

B. Longitud de raíces secundarias

Los datos presentados a continuación, representan un resumen de los promedios de los 4 tratamientos de la variable longitud de raíces secundarias, en donde se observa que el tratamiento 1 (solución al 6.25%) obtuvo una media superior al resto de tratamientos de 17.81 cm, mientras que el tratamiento 3 (solución al 3.13%) obtuvo 15.64, siendo este el valor más bajo.

Cuadro 11. Longitud promedio de las raíces secundarias

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	R1	R2	R3	R4		
T1	16.71	17.67	20.12	16.75	71.25	17.81
T2	16.31	17.49	15.31	18.81	67.91	16.98
T3	14.74	15.23	17.77	14.81	62.55	15.64
T4	15.81	16.69	13.63	16.48	62.61	15.65
TOTAL	63.57	67.08	66.84	66.84	264.32	66.08

A continuación, se presentan los resultados del análisis de varianza para esta variable, con los datos obtenidos en campo, resumidos en el cuadro 10.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la longitud promedio de las raíces secundarias (LR-S)

LR-S					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
LR-S	16	0.59	0.49	8.75	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	34.11	3	11.37	5.82	0.0108
TRATAMIENTOS	34.11	3	11.37	5.82	0.0108
Error	23.44	12	1.95		
Total	57.54	15			

Según los datos que presenta el análisis de varianza, para la variable longitud de raíz secundaria, indican que si existe diferencia significativa entre los tratamientos ya que el p-

valor es de $0.0108 < 0.05$. Observando el coeficiente de variación igual al 8.75%, lo que indica que el experimento fue manejado adecuadamente y los datos obtenidos en campo son confiables. Por ello debemos realizar un análisis post-andeva para ser más específicos y conocer cuál de los tratamientos fue el que mejores resultados presentó.

Cuadro 13. Prueba múltiple de medias según el criterio Tukey para la Longitud de raíz secundaria en cm.

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.93376					
Error: 1.9529 gl: 12					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
T1	17.81	4	0.7	A	
T2	16.98	4	0.7	A	B
T3	14.55	4	0.7		B
T4	14.53	4	0.7		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

La prueba de Tukey indica que el T1 y el T2 son estadísticamente similares siendo el T1 el que presenta los mejores resultados, el T2, T3 y T4 presentan resultados que indican que no son significativamente diferentes.

En complemento, para demostrar que los resultados tienen distribución normal se realizó la prueba de Shapiro-wilks como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 14. Prueba de normalidad

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO LR-S	16	0	1.25	0.93	0.4849

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, el p-valor es de 0.4849 (>0.05), demostrando así que la hipótesis nula se acepta para esta variable, es decir que el conjunto de datos obtenidos presenta una distribución normal.

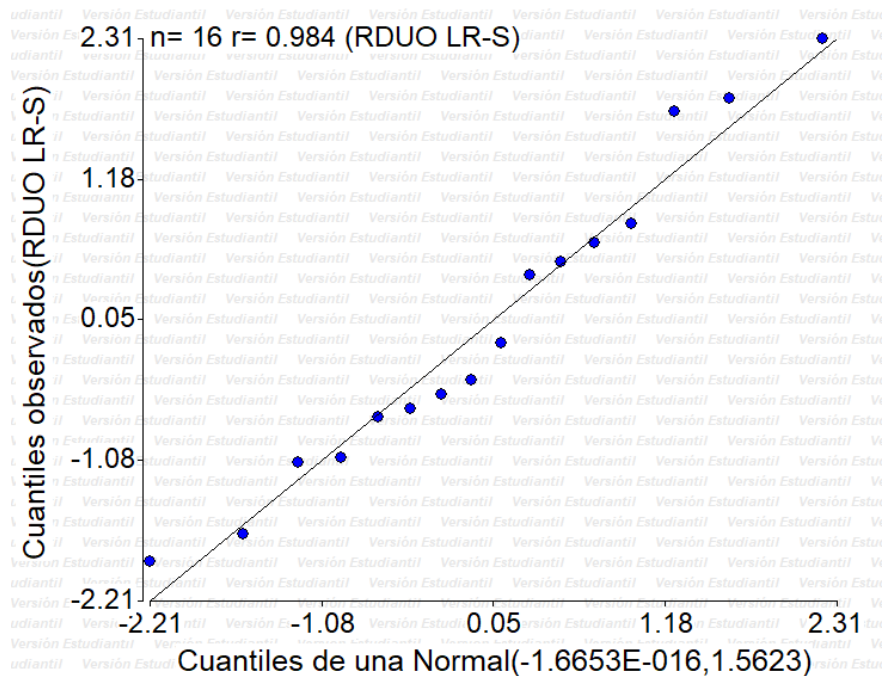


Figura 56. Gráfica de probabilidad normal (qq-plot) para la longitud de raíz secundaria

La prueba de Shapiro-wilks puede ser respaldada a través del grafico qq-plot, para este caso, los valores observados se alinean a los cuantiles de una normal, con un dato de correlación $r=0.984$, indicando una alta correlación, concluyendo que los residuos tienen una distribución normal.

C. Altura de planta

A continuación, se muestra el cuadro que representa los valores promedios de la altura de planta, aquí se comprueba que el T1 (solución al 6.25%) presenta el valor más alto siendo de 14.01 cm, mientras que el T4 (Testigo) presenta el valor más bajo siendo este de 12.58 cm.

Cuadro 15. Altura promedio de planta

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	R1	R2	R3	R4		
T1	13.85	14.01	13.83	14.34	56.03	14.01
T2	13.78	12.40	13.65	13.51	53.34	13.34
T3	14.77	11.17	12.09	13.20	51.22	12.81
T4	12.68	13.76	11.89	12.00	50.33	12.58
TOTAL	55.08	51.33	51.46	53.05	210.92	52.73

Para demostrar si existe diferencia significativa por la aplicación de los diferentes tratamientos se realizó el análisis de varianza, a continuación, se presenta el cuadro de resultados:

Cuadro 16. Análisis de varianza para la altura de planta

A-PROMEDIO					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
A-PROMEDIO	16	0.48	0.35	6.82	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.74	3	2.91	3.68	0.0434
TRATAMIENTOS	8.74	3	2.91	3.68	0.0434
Error	9.49	12	0.79		
Total	18.23	15			

Según los datos que presenta el análisis de varianza, para la variable altura de planta, indican que si existe diferencia significativa entre los tratamientos ya que el p-valor es de $0.0434 < 0.05$. Observando el coeficiente de variación igual al 6.82%, lo que indica que el experimento fue manejado adecuadamente y los datos obtenidos en campo son confiables. Por ello debemos realizar un análisis post-andeva para ser más específicos y conocer cuál de los tratamientos fue el que mejores resultados presentó.

Cuadro 17. Prueba múltiple de medias según el criterio de Tukey para la altura de planta en cm.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.86737					
Error: 0.7912 gl: 12					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
T1	14.01	4	0.44	A	
T2	13.34	4	0.44	A	B
T3	12.81	4	0.44	A	B
T4	11.99	4	0.44		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

La prueba de Tukey indica que el T1 es el que presenta los mejores resultados, el T2, T3 y T4 presentan resultados que indican que no son significativamente diferentes.

Cuadro 18. Prueba de normalidad

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO A-PROMEDIO	16	0	0.8	0.95	0.6849

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, el p-valor es de 0.6849 (>0.05), demostrando así que la hipótesis nula se acepta para esta variable, es decir que el conjunto de datos obtenidos presenta una distribución normal.

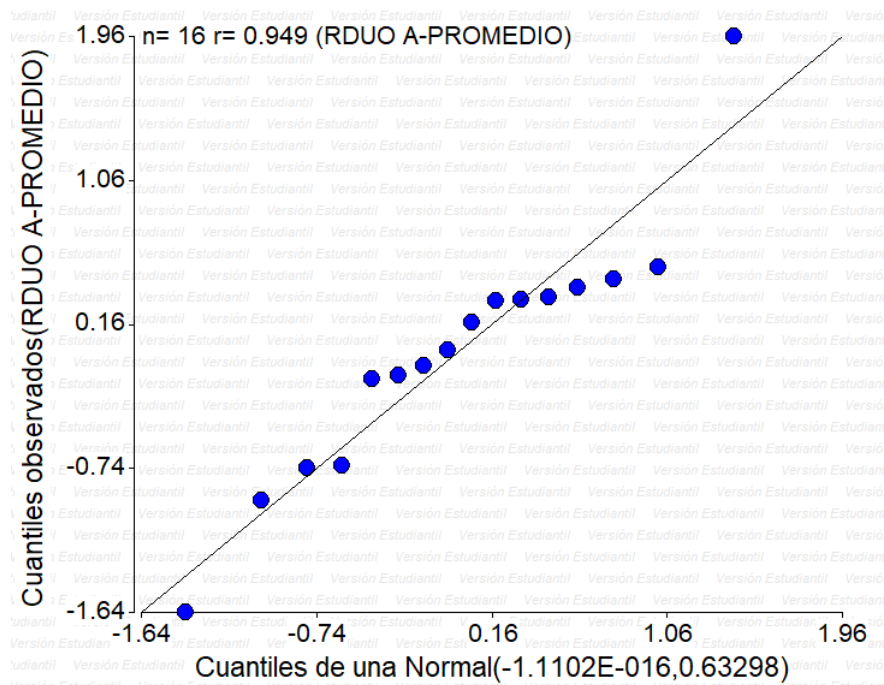


Figura 57. Gráfica de probabilidad normal (*qq-plot*) para la altura de planta.

La prueba de Shapiro-wilks puede ser respaldada a través del grafico qq-plot, para este caso, los valores observados se alinean a los cuantiles de una normal, con un dato de correlación $r=0.949$, indicando una alta correlación, concluyendo que los residuos tienen una distribución normal.

D. Diámetro de Tallo

A continuación, se muestra el cuadro que representa los valores promedios del diámetro de tallo, aquí se comprueba que el T1 (solución al 6.25%) presenta el valor más alto siendo de 0.26 cm, mientras que el T3 (3.13%) y el T4 (Testigo) presentan el valor más bajo siendo este de 0.24 cm.

Cuadro 19. Diámetro promedio de tallo

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	R1	R2	R3	R4		
T1	0.27	0.26	0.24	0.26	1.02	0.26
T2	0.25	0.25	0.26	0.26	1.01	0.25
T3	0.23	0.25	0.23	0.26	0.97	0.24
T4	0.25	0.24	0.25	0.23	0.97	0.24
TOTAL	1.00	1.00	0.97	1.00	3.97	0.99

Para demostrar si existe diferencia significativa por la aplicación de los diferentes tratamientos se realizó el análisis de varianza, a continuación, se presenta el cuadro de resultados:

Cuadro 20. Análisis de varianza para diámetro promedio de tallo

D-PROMEDIO					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
D-PROMEDIO	16	0.34	0.17	4.52	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.70E-04	3	2.60E-04	2.02	0.1654
TRATAMIENTOS	7.70E-04	3	2.60E-04	2.02	0.1654
Error	1.50E-03	12	1.30E-04		
Total	2.30E-03	15			

Según los datos que presenta el análisis de varianza, para la variable diámetro de tallo, indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ya que el p-valor es de $0.1654 < 0.05$. Observando el coeficiente de variación igual a 4.52%, observamos que el experimento fue manejado adecuadamente y los datos obtenidos en campo son confiables.

En complemento, para demostrar que los resultados tienen distribución normal se realizó la prueba de Shapiro-Wilks como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 21. Prueba de normalidad

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO D-PROMEDIO	16	0	0.01	0.93	0.4609

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, el p-valor es de 0.4609 (>0.05), demostrando así que la hipótesis nula se acepta para esta variable, es decir que el conjunto de datos obtenidos presenta una distribución normal.

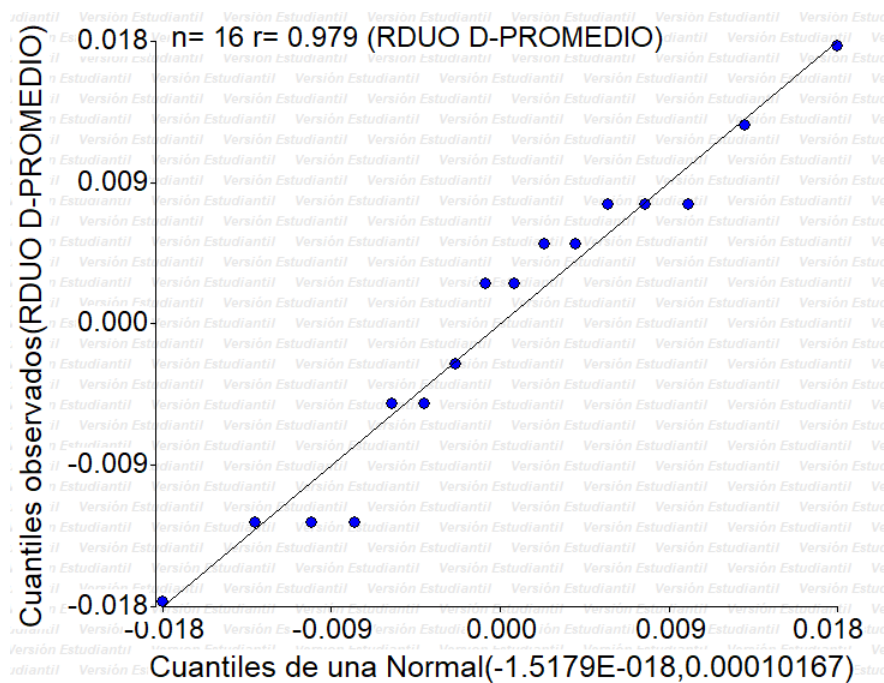


Figura 58. Gráfica de probabilidad normal (qq-plot) para el diámetro de tallo

La prueba de Shapiro-wilks puede ser respaldada a través del grafico qq-plot, para este caso, los valores observados se alinean a los cuantiles de una normal, con un dato de correlación $r=0.979$, indicando una alta correlación, concluyendo que los residuos tienen una distribución normal.

E. Incidencia de enfermedades en las plantas

A continuación, se muestra el cuadro que representa los valores promedios la incidencia de enfermedades en las plantas, aquí se comprueba que el T1 (solución al 6.25%) presenta el valor más bajo siendo de 22.80%, mientras que el T3 (3.13%) presenta el valor más alto siendo este de 28.99%.

Cuadro 22. Incidencia promedio de enfermedades en las plantas

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	R1	R2	R3	R4		
T1	24.10	21.43	25.68	20.00	91.20	22.80
T2	31.34	24.24	26.39	21.31	103.29	25.82
T3	28.36	31.94	28.38	27.27	115.95	28.99
T4	28.89	21.74	35.62	27.03	113.27	28.32
TOTAL	112.69	99.35	116.06	95.61	423.71	105.93

Para demostrar si existe diferencia significativa por la aplicación de los diferentes tratamientos se realizó el análisis de varianza, a continuación, se presenta el cuadro de resultados:

Cuadro 23. Análisis de varianza para la incidencia de enfermedades en las plantas

INCIDENCIA					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
INCIDENCIA	16	0.34	0.17	14.8	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	94.53	3	31.51	2.05	0.1604
TRATAMIENTOS	94.53	3	31.51	2.05	0.1604
Error	184.34	12	15.36		
Total	278.87	15			

Según los datos que presenta el análisis de varianza, para la variable incidencia de enfermedades en las plantas, indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos ya que el p-valor es de $0.1604 < 0.05$. Observando el coeficiente de variación igual a 14.80%, observamos que el experimento fue manejado adecuadamente y los datos obtenidos en campo son confiables.

En complemento, para demostrar que los resultados tienen distribución normal se realizó la prueba de Shapiro-Wilks como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 24. Prueba de normalidad

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO INCIDENCIA	16	0	3.51	0.97	0.9069

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, el p-valor es de 0.9069 (>0.05), demostrando así que la hipótesis nula se acepta para esta variable, es decir que el conjunto de datos obtenidos presenta una distribución normal.

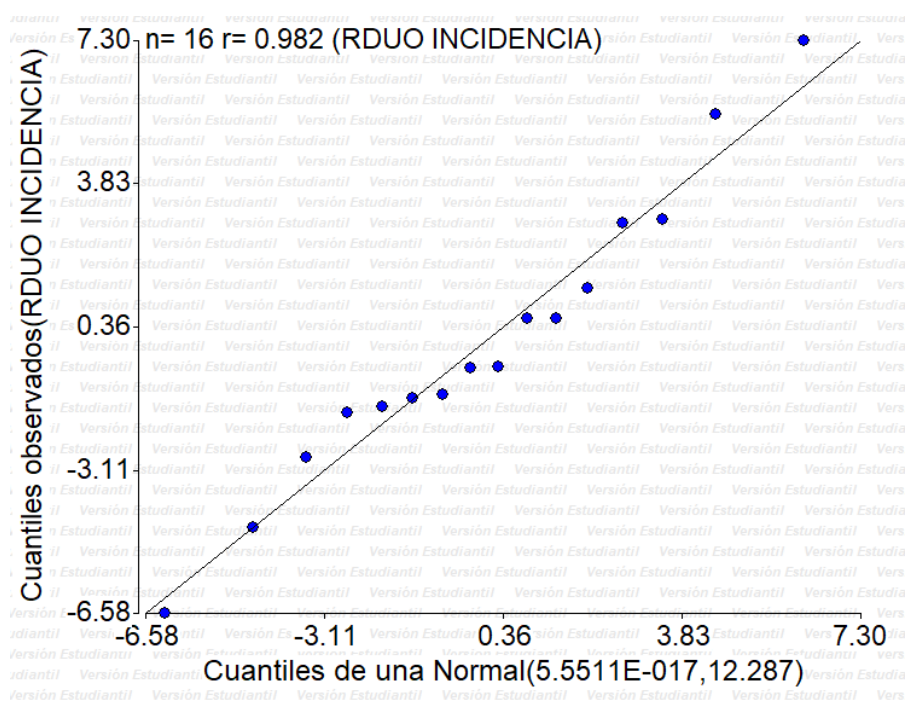


Figura 59. Gráfica de probabilidad normal (*qq-plot*) para la incidencia de enfermedades en las plantas

La prueba de Shapiro-wilks puede ser respaldada a través del grafico qq-plot, para este caso, los valores observados se alinean a los cuantiles de una normal, con un dato de correlación $r=0.982$, indicando una alta correlación, concluyendo que los residuos tienen una distribución normal.

F. Severidad de enfermedades en las plantas

A continuación, se muestra el cuadro que representa los valores promedios la severidad de enfermedades en las plantas, aquí se comprueba que el T1 (solución al 6.25%) presenta el valor más bajo siendo de 0.62%, mientras que el T4 (3.13%) presenta el valor más alto siendo este de 1.46%.

Cuadro 25. Severidad promedio de enfermedades en las plantas

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				TOTAL	MEDIA
	R1	R2	R3	R4		
T1	0.54	0.71	0.51	0.71	2.46	0.62
T2	0.75	0.75	0.58	0.73	2.81	0.70
T3	1.13	1.44	1.21	1.06	4.85	1.21
T4	1.64	1.09	1.51	1.61	5.84	1.46
TOTAL	4.06	3.98	3.80	4.12	15.96	3.99

Para demostrar si existe diferencia significativa por la aplicación de los diferentes tratamientos se realizó el análisis de varianza, a continuación, se presenta el cuadro de resultados:

Cuadro 26. Análisis de varianza para la severidad de enfermedades en las plantas

SEVERIDAD					
Variable	N	R ²	R ² Aj	CV	
SEVERIDAD	16	0.82	0.78	19.74	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.27	3	0.76	18.76	0.0001
TRATAMIENTOS	2.27	3	0.76	18.76	0.0001
Error	0.48	12	0.04		
Total	2.75	15			

Según los datos que presenta el análisis de varianza, para la variable severidad de enfermedades en las plantas, indican que si existe diferencia significativa entre los tratamientos ya que el p-valor es de $0.0001 < 0.05$. Observando el coeficiente de variación igual al 19.79%, lo que indica que el experimento fue manejado adecuadamente y los datos obtenidos en campo son confiables. Por ello debemos realizar un análisis post-andeva para ser más específicos y conocer cuál de los tratamientos fue el que mejores resultados presentó.

Cuadro 27. Prueba múltiple de medias según el criterio de Tukey para la severidad de enfermedades en las plantas

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.42166					
Error: 0.0403 gl: 12					
TRATAMIENTOS	Medias	n	E.E.		
T4	1.54	4	0.1	A	
T3	1.21	4	0.1	A	
T2	0.7	4	0.1		B
T1	0.62	4	0.1		B
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)					

La prueba de Tukey indica que el T1 y el T2 son estadísticamente similares siendo el T1 el que presenta los mejores resultados, el T3 y T4 presentan resultados que indican que no son significativamente diferentes, presentando los peores resultados.

Cuadro 28. Prueba de normalidad

Shapiro-Wilks (modificado)					
Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO SEVERIDAD	16	0	0.18	0.97	0.8698

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, el p-valor es de 0.8698 (>0.05), demostrando así que la hipótesis nula se acepta para esta variable, es decir que el conjunto de datos obtenidos presenta una distribución normal.

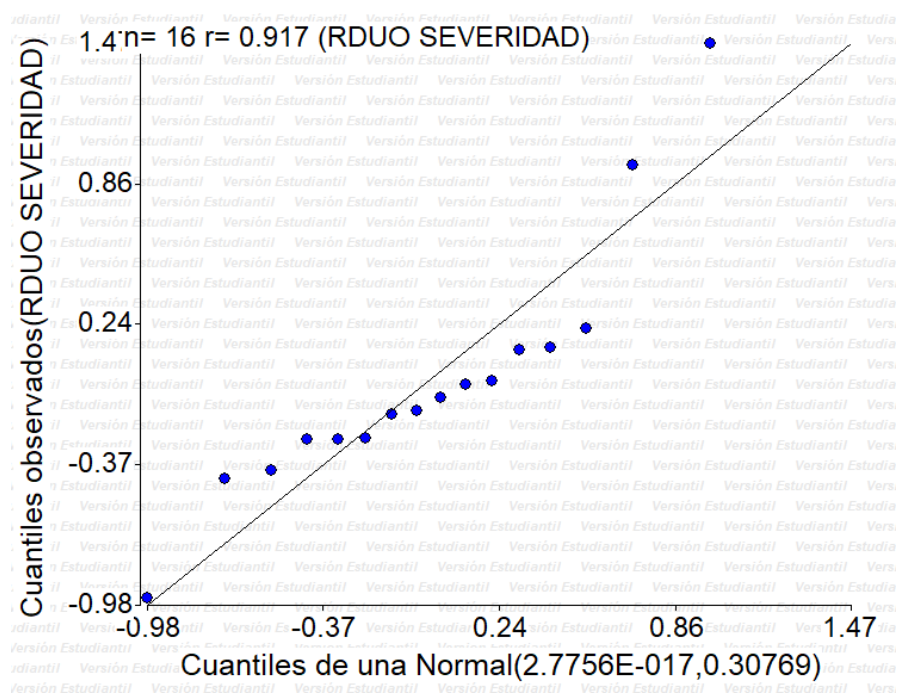


Figura 60. Gráfica de probabilidad normal (*qq-plot*) para la severidad de enfermedades en las plantas

La prueba de Shapiro-wilks puede ser respaldada a través del grafico qq-plot, para este caso, los valores observados se alinean a los cuantiles de una normal, con un dato de correlación $r=0.917$, indicando una alta correlación, concluyendo que los residuos tienen una distribución normal.

2.10 CONCLUSIONES

1. Se determinó que el tratamiento 1 (solución al 6.25%) mostró diferencia significativa para las variables altura, longitud de raíces secundarias y severidad de enfermedades respecto al tratamiento 4 (testigo), demostrando así la eficacia de los microorganismos de montaña líquido.
2. La aplicación del T1 (solución al 6.25%) contribuyó notablemente el desarrollo de raíces secundarias por encima de los demás tratamientos, esto sugiere que la concentración del T1 (solución al 6.25%) puede desencadenar respuestas específicas en el sistema radicular de las plantas, lo que potencialmente mejora su capacidad de establecimiento en el campo definitivo.
3. El tratamiento 1 (solución al 6.25%) mostró una mejor respuesta ante la incidencia y severidad de enfermedades, este resultado sugiere que la aplicación de microorganismos puede fomentar la fertilidad del suelo y la resistencia de las plantas a enfermedades, lo que beneficia a los agricultores a obtener plantas sanas en los viveros para establecer plantaciones de café de calidad.
4. Las variables diámetro de tallo y longitud de raíz principal no mostraron diferencia significativa mediante la aplicación de microorganismos de montaña líquido, debido a que las plantas de café en su etapa de crecimiento inicial, la raíz primaria tiene la función de anclaje y el tallo comienza a engrosar cuando la planta ya se encuentra en campo definitivo.

2.11 RECOMENDACIONES

1. Dado que el tratamiento 1 (solución al 6.25%) mostro resultados positivos, se recomienda realizar estudios adicionales para identificar la dosis optima de aplicación de microorganismos de montaña líquido que maximice el desarrollo y la sanidad de las plantas de café (*Coffea arabica*) en etapa de vivero. Con ello se pretende analizar, a partir de que concentración obtenemos los mejores resultados del desarrollo vegetativo, de incidencia y severidad de enfermedades en las plantas.
2. Impulsar el uso de microorganismos de montaña como insumo orgánico para el manejo de viveros de café, con el fin de apoyar a los pequeños y medianos agricultores ya que este insumo incrementa el desarrollo vegetativo de las plantas (altura de planta y longitud de raíces secundarias) y disminuye la severidad de las enfermedades en las plantas.
3. Realizar investigaciones que contribuyan al estudio del efecto que tienen los microorganismos de montaña sobre los microorganismos patógenos, en especial de enfermedades como la Roya (*Hemileia vastatrix*).
4. Realizar un estudio económico entre el manejo convencional de viveros de café y el manejo con microorganismos de montaña.
5. Promover el uso de este insumo, con los productores del departamento de Baja Verapaz, como una estrategia amigable para el medio ambiente que impulse la agricultura del pequeño y mediano agricultor.
6. Que el Centro Universitario de Baja Verapaz (CUNBAV) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), promueva la investigación que aporte a la agricultura orgánica de las comunidades del departamento de Baja Verapaz.

2.12 BIBLIOGRAFIA

1. Aguilar, JR & Gómez E. & Solís M. & Vázquez H. & Aguilar CE. & Torres JC. 2022. Evaluación del uso de microorganismos de montaña activados en el cultivo de rosas, Zinacantán, Chiapas, México. Consultado el 15 febrero 2024. Pág. 09. <https://www.redalyc.org/journal/6538/653869372005/html/>
2. Ajualip, PC. 2015. Fortalecimiento a mujeres del Caserío Salamchó, Aldea la Laguna, Cubulco, Baja Verapaz. Informe Practica Social y comunitaria. Universidad Panamericana. Rabinal, Baja Verapaz. Consultado el 12 Julio 2023. http://www.glifos.upana.edu.gt/library/images/4/43/TESIS_DE_PATRICIA_CARIBEL_AJUALIP_GARC%C3%8DA.pdf
3. Alvarado Soto, M. 1994. Cultivo y beneficiado del café. Primera edición. San José, Costa Rica. Editorial Universidad Estatal a Distancia. Consultado el 01 mayo 2023.
4. ANACAFE (Asociación Nacional del Café). 2018. Historia del Café. Consultado el 04 abril 2023. <https://www.anacafe.org/conozcanos/historia/>
5. ANACAFE (Asociación Nacional del Café). 2021. Guía de variedades de café. Cuarta edición. Guatemala. Consultado el 06 mayo 2023. <https://www.anacafe.org/uploads/file/4f91ff8c819a44548ce5f54900fb4e88/Guia-variedades-y-seleccion-semilla.pdf>
6. Arcila p., j. Farfan v., f.f. Moreno b., a.m. Salazar g., l.f. Hincapie g., e. 2007. Sistema de producción de Café de Colombia. Consultado el 14 abril 2023. <https://biblioteca.cenicafe.org/handle/10778/720>
7. Arias, JL. 2020. Proyecto de Tesis. Guía para la elaboración. Primera edición digital. Biblioteca nacional de Perú. ISBN: 978-612-00-5416-1
8. Armenta-Bojórquez, García-Gutiérrez, Camacho-Báez, Apodaca-Sánchez, Montoya, G., & Nava-Pérez. (2010, enero-abril). Biofertilizantes en el Desarrollo Agrícola de México. Ra Ximhai, 6(1), pp. 51-56. Consultado el 25 mayo 2023. <https://www.redalyc.org/pdf/461/46112896007.pdf>
broca.pdf
9. Camacho, F. 2019. Biofertilización orgánica de almácigos de café (*Coffea arabica* L.) con compost producido a partir de residuos biomásicos locales, microorganismos de montaña y lodos digeridos de biodigestor. Tesis PhD. Universidad Nacional de Costa

- Rica. Consultado el 10 mayo 2023.
<https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/18921/Tesis%20BioFertilizacion%20de%20Almacigos%20de%20Caf%C3%A9%20V16012019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
10. Camacho, Fabricio & Uribe, Lidieth & Newcomer, Quint & Masters, Karen & Kinyua, Maureen. (2018). Bio-optimización del compost con cultivos de microorganismos de montaña (MM) y lodos digeridos de biodigestor (LDBIO). UNED Research Journal. DOI: <https://10.22458/urj.v10i2.2163>.
https://www.researchgate.net/publication/327898054_Bio-optimizacion_del_compost_con_cultivos_de_microorganismos_de_montana_MM_y_lodos_digeridos_de_biodigestor_LDBIO
 11. CEDICAFE-ANACAFE (Centro de Investigaciones en Café de ANACAFE). 2018. Boletín técnico Broca del fruto del café. Guatemala. No. 2018-06. Consultado el 19 abril 2023. <https://www.anacafe.org/bcms-media/Files/Download?id=610c3def-a5cf-424b-b66d-a9b9011b564f>
 12. CEDICAFE-ANACAFE (Centro de Investigaciones en Café de ANACAFE). 2021. Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades -MIPE- Plantas saludables, más resistentes y productivas. (diapositiva). Guatemala. 21 diapositivas, color. (Congreso virtual de la caficultura)
 13. CEDICAFE-ANACAFE (Centro de Investigaciones en Café de ANACAFE). 2022. Boletín técnico Manejo integrado del Ojo de Gallo. Guatemala. No. 2022-10. Consultado el 13 abril 2023. <https://www.anacafe.org/uploads/file/a2bf7d50cdbb478b82b5ac173200fd62/Boletin-CEDICAFE-Agosto2022.pdf>
 14. CENICAFE (Centro Nacional de Investigaciones de Café). 2004. Cartilla Manejo Integrado de la broca. Colombia. No. 2004-14. Consultado el 21 abril 2023. https://www.cenicafe.org/es/publications/cartilla_14_manejo_integrado_de_la_
 15. CENICAFE (Centro Nacional de Investigaciones del Café). 2018. Diagramas de área estándar para la estimación visual de severidad de roya del cafeto. Manizales, Caldas, Colombia. Consultado el 06 febrero 2024. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/4244/1/avt0498.pdf>

16. CENICAFE (Centro Nacional de Investigaciones del Café). 2022. Antracnosis (Colletotrichum spp.) Consultado el 06 abril 2023. https://www.cenicafe.org/es/index.php/nuestras_publicaciones/publicaciones_recomendadas_2/publicaciones_antracnosis_colletotrichum_spp._factores_que_favorecen_y_man
17. CENICAFE (Centro Nacional de Investigaciones del Café). 2024. Diagramas de área estándar para la estimación visual de severidad de gotera del cafeto. Manizales, Caldas, Colombia. Consultado el 06 febrero 2024. https://publicaciones.cenicafe.org/index.php/avances_tecnicos/article/view/1390
18. CICAFAE (Centro de Investigaciones del Café)-ICAFAE (Instituto del Café de Costa Rica). 2020. Guía Técnica para el Cultivo del Café. Segunda edición. Heredia, Costa Rica. ISBN 978-9977-55-054-1. Consultado el 03 mayo 2023. <https://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA.pdf>
19. Córdor-Golec, Pérez, G., & Chinmay, L. (2007). Effective microorganisms: myth or reality? Revista Peruana de Biología, 14(2), págs. 315-319. Consultado el 25 mayo 2023. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195018549026>.
20. Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2020. Centro de Transferencia InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Consultado el 04 enero 2024. <http://www.infostat.com.ar>
21. Garden City Composting. (2002). A guide to effective micro-organisms (EM). Consultado el 23 mayo 2023. <http://www.envismadrasuniv.org/pdf/EMGuide.pdf>
22. Guzmán, ÓA & Gómez, EO & Rivillas, CA & Oliveros, CE. 2003. Utilización del procesamiento de imágenes para determinar la severidad de la Mancha de Hierro del Cafeto, en hojas de café. Colombia. CENICAFE. Consultado el 05 enero 2024. <https://www.cenicafe.org/es/publications/arc054%2803%29258-265.pdf>
23. Hernández, Y., García, O., & Ramon, M. (2001). Utilización de algunos microorganismos del suelo en cultivos de interés para la ganadería. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Tomo 35, No. 2, 2001., 35(2), pp. 85-97. Consultado el 26 mayo 2023. <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193018220001.pdf>
24. Herrera, J. C., & Cortina, H. A. 2013. Taxonomía y clasificación del café. En Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Manual del cafetero colombiano:

- Investigación y tecnología para la sostenibilidad de la caficultura (Vol. 1, pp. 117–121). Cenicafé. https://doi.org/10.38141/cenbook-0026_07
25. Higa, T., & James, P. (1994). Beneficial and effective microorganisms for a sustainable agriculture and environment. Atami, Japón: International Nature Farming Research Center. Consultado el 26 mayo 2023. <http://envismadrasuniv.org/pdf/em.pdf>
26. Higa, T., & Wididana, G. N. (2004). The concept and theories of effective microorganisms. Centro Internacional de Investigación de la Agricultura de la Naturaleza. Japón: Okinawa University of Rykyus. Pág. 2. Consultado el 25 mayo 2023. <https://www.infric.or.jp/knf/PDF%20KNF%20Conf%20Data/C1-5-015.pdf>
27. ICO (International Coffee Organization). (s/f). Historia del café. Consultado el 04 abril 2023. https://www.ico.org/ES/coffee_storyc.asp
28. IICA, (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2016. Redacción de Referencias Bibliográficas: Normas técnicas para ciencias agroalimentarias. 5ta ed. San José, Costa Rica, Biblioteca Conmemorativa Orton. Págs. 13, 19, 22, 36, 37. <http://repiica.iica.int/docs/B4013e/B4013e.pdf>
29. IICA. 2020. Agro-innova inauguró biofábrica para ADIPAZ y continua con el escalamiento de la elaboración de los SAFM. Consultado el 25 de julio 2023. <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/agro-innova-inauguro-biofabrica-para-adipaz-y-continua-con-el-escalamiento-de-la>
30. Laruta, AM. 2021. Evaluación de la eficiencia de microorganismos eficientes (em1) y microorganismos de montaña a diferentes concentraciones en plantines de café (*Coffea arabica* L.). Tesis Ing. Agr. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Consultado el 07 mayo 2023. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/26147>
31. MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería del Salvador)/CRS (Catholic Relief Services)/ PROCAGICA (Programa Centroamericano de Gestión Integral de la Roca del Café)/ IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2020. Guía práctica de caficultura. San Salvador, El Salvador. Consultado el 10 mayo 2023. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/13191>

32. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y alimentación). 2020. Determinación de la cobertura vegetal y uso de la tierra a escala 1:50,000 de la república de Guatemala. (en línea). Guatemala. Págs. 25,26,29,79 y 80. Consultado el 21 marzo. <https://www.maga.gob.gt/download/Cobertura-vegetal-uso-de-la-tierra-21.pdf>
33. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales)/MAGA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Alimentación)/Unidad de cambio Climático de la Cooperación Alemana. 2022. Estrategia de abordaje para el tema de cambio climático y manejo de plagas y enfermedades. Guía técnica sobre el manejo y control de plagas de Café y Maíz. Guatemala.
34. MCD (Ministerio de Cultura y Deportes). 2018. Ministerio de cultura y deportes declara proceso de producción del café como patrimonio cultural intangible. Consultado el 06 abril 2023. <https://mcd.gob.gt/ministerio-de-cultura-y-deportes-declara-proceso-de-produccion-del-cafe-como-patrimonio-cultural-intangible/>
35. Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial, Cubulco, Baja Verapaz. Guatemala. 2019 (en línea) Consultado el 12 julio 2023. Pág. 35. https://portal.segeplan.gob.gt/segeplan/wp-content/uploads/2022/08/1504_PDM_OT_CUBULCO.pdf
36. Ramírez Builes, V. 2014. La fenología del café. Una herramienta para apoyar la toma de decisiones. Manizales, Caldas, Colombia. No. 2014-441. Consultado el 12 abril 2023. <https://doi.org/10.38141/10779/0441>
37. UTZCHE'. 2020. Asociación de Comités de Producción Agropecuaria -ACPC-. Consultado el 25 de julio 2023. <https://asociacionutzche.org/asociacion-de-comites-de-produccion-comunitaria-acpc/>
38. WCR (World Coffee Research). 2012. History of Arabica. Consultado el 04 abril 2023. <https://varieties.worldcoffeeresearch.org/arabica-2/history-of-arabica>
39. WCR (World Coffee Research). 2012. History of Robusta. Consultado el 04 abril 2023. <https://varieties.worldcoffeeresearch.org/robusta-2/history-of-robusta>
40. Zeballos, MF. 2017. Caracterización de microorganismos de montaña (MM) en biofertilizantes artesanales. Tesis Ing. Amb. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. Consultado el 10 mayo 2023. <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6199>

2.13 ANEXOS



Figura 61. "A" Siembra de café en semillero



Figura 62. "A" Semillero a los 90 días



Figura 63. "A" Preparación de sustrato



Figura 64. "A" Cernido de sustrato



Figura 65. "A" Llenado de bolsas



Figura 66. "A" Colocación de bolsas según tratamiento



Figura 67. "A" Pilón obtenido del semillero



Figura 68. "A" Trasplante a bolsas



Figura 69. "A" Microorganismos de montaña líquido para preparar los tratamientos



Figura 70. "A" Agua para preparar los tratamientos

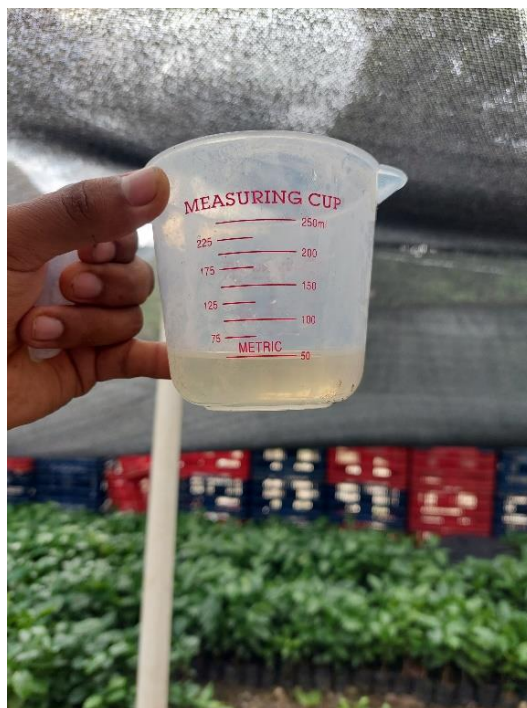


Figura 71. "A" Dosis de aplicación de 50 ml



Figura 72. "A" Aplicación de tratamientos



Figura 73. "A" Micelio colectado en campo



Figura 74. "A" Melaza utilizada para microorganismos de montaña solidos

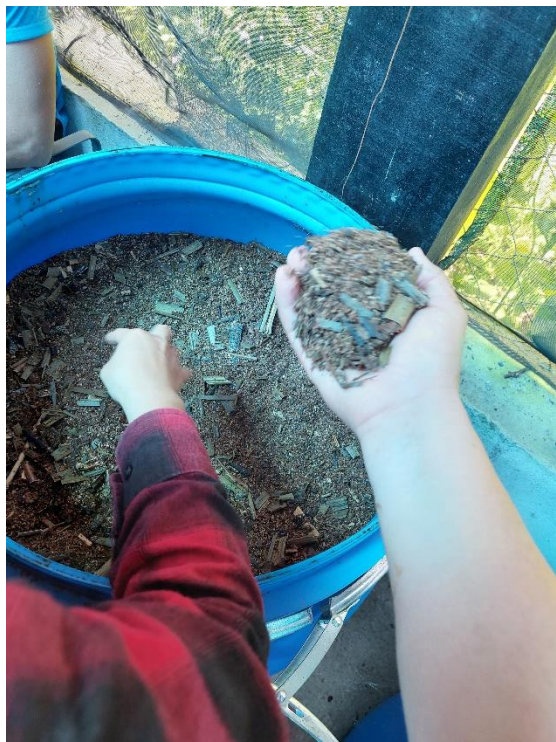


Figura 75. "A" Preparación de 1 tonel de microorganismos de montaña solidos



Figura 76. "A" Tonel de Microorganismos de montaña líquidos



Figura 77. "A" Identificación de los tratamientos y las repeticiones



Figura 78. "A" Plantas a los 6 meses.



Figura 79 "A" Riego de las plantas



Figura 80 "A" Herramientas usadas para la toma de datos

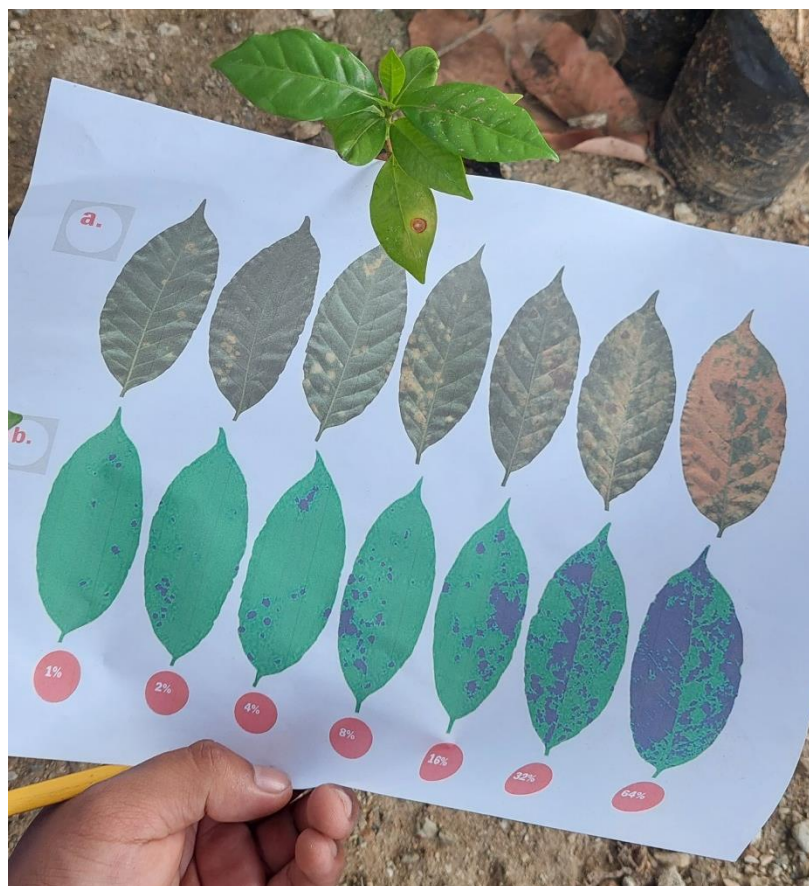


Figura 81 "A" Diagrama de área estándar CENICAFE

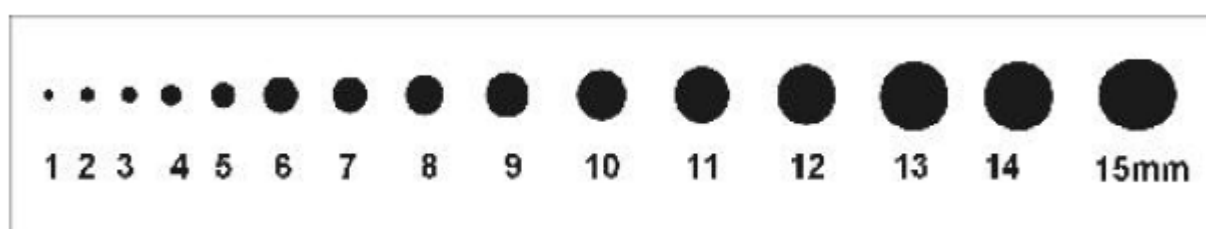


Figura 82 "A" Escala de medición de áreas superpuestas de enfermedades del café por Villegas.

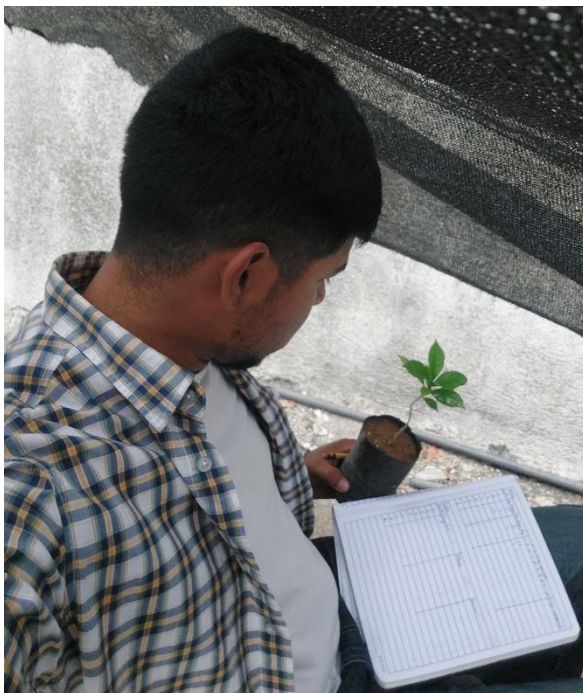


Figura 83 “A” Toma de datos de Incidencia y Severidad

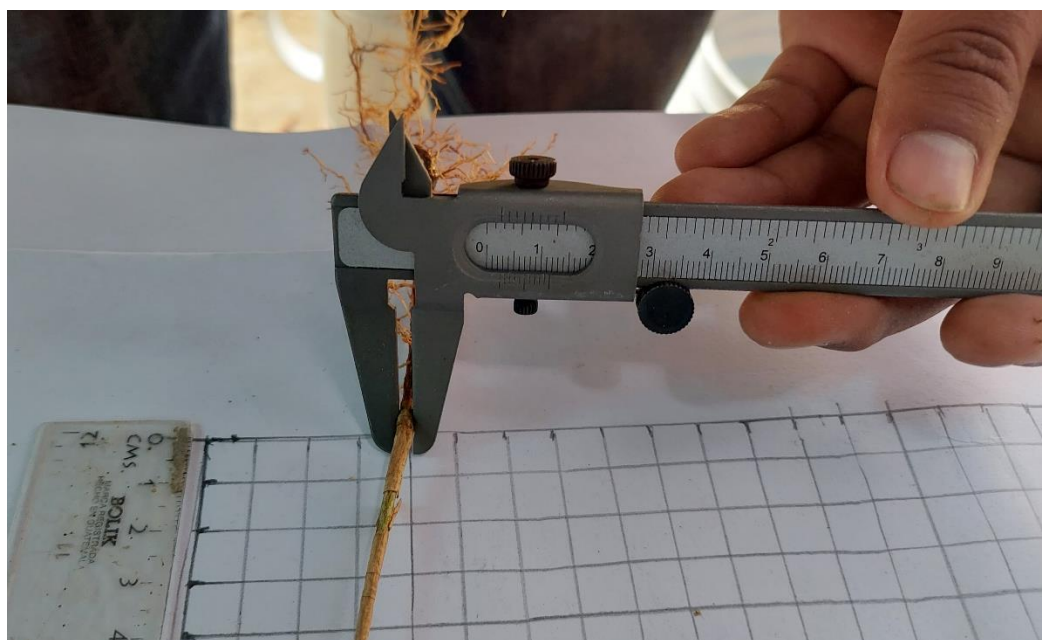


Figura 84 “A” Toma de datos del diámetro de tallo usando el vernier.



Figura 85 “A” Longitud de raíz del T3



Figura 86 “A” Longitud de raíz del T1



Figura 87 "A" Comparación de plantas de los 4 tratamientos.

CAPITULO III: SERVICIOS DE EXTENSIÓN AGRÍCOLA DEL EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EN AGRONOMÍA (EPSA), DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE BAJA VERAPAZ (CUNBAV) DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA (USAC) REALIZADOS EN EL PROYECTO DE ADAPTACION AL CAMBIO CLIMATICO EN EL CORREDOR SECO DE GUATEMALA, EJECUTADO POR EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN), CON EL APOYO DEL MINISTERIO DE AGRICULTURA GANADERIA Y ALIMENTACION (MAGA), EN CUBULCO, BAJA VERAPAZ.

3.1 INTRODUCCION

Como parte del Ejercicio Profesional Supervisado en Agronomía (EPSA), de la carrera de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola del Centro Universitario de Baja Verapaz (CUNBAV) de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC) en el proyecto de Adaptación al Cambio Climático en el Corredor Seco de Guatemala, implementado en el municipio de Cubulco, departamento de Baja Verapaz, representa un esfuerzo integral por parte del gobierno guatemalteco para enfrentar los desafíos que plantea el cambio climático en una de las regiones más vulnerables del país. Este proyecto es liderado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), con el respaldo estratégico del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), y se centra en la implementación de estrategias que promuevan la resiliencia de las comunidades rurales frente a las condiciones climáticas adversas. El Corredor Seco, caracterizado por su clima árido y recurrentes sequías, es una de las zonas más afectadas por la variabilidad climática, lo que ha provocado una disminución significativa en la producción agrícola y ha incrementado los niveles de inseguridad alimentaria. En este contexto, el proyecto de adaptación se ha enfocado en el desarrollo y la promoción de prácticas agrícolas sostenibles, que no solo buscan mitigar los efectos del cambio climático, sino que también tienen como objetivo mejorar la calidad de vida de las familias locales a través de la diversificación de sus fuentes de ingresos y la seguridad alimentaria. Como parte de las acciones de extensión agrícola del EPSA dentro de este proyecto, se llevaron a cabo diversas charlas educativas dirigidas a los agricultores locales. Estas charlas se centraron en la apicultura, tanto con abejas meliponas como *Apis mellifera*, que son fundamentales para la polinización de cultivos y la producción de miel, un recurso valioso en términos económicos y nutricionales. Además, se promovió la producción de tilapias, una alternativa acuícola que contribuye a la diversificación de la dieta y al incremento de los ingresos familiares. Por último, se brindaron capacitaciones sobre la implementación y manejo de huertos familiares, los cuales son esenciales para la producción de alimentos a nivel local, asegurando el acceso a productos frescos y nutritivos a lo largo del año. Estas iniciativas de extensión agrícola son fundamentales para fortalecer la capacidad de adaptación de las comunidades frente al cambio climático, al fomentar la adopción de prácticas sostenibles que no solo protegen el

medio ambiente, sino que también promueven el desarrollo económico y social. A través de este enfoque integrado, el proyecto busca empoderar a las familias rurales, dotándolas de las herramientas y conocimientos necesarios para enfrentar de manera efectiva los desafíos actuales y futuros derivados del cambio climático.

3.2 Objetivos

3.2.1 Objetivo general

Fortalecer la resiliencia de las comunidades rurales en Cubulco, Baja Verapaz, mediante la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y la diversificación de las fuentes de ingresos, en el marco del proyecto de Adaptación al Cambio Climático en el Corredor Seco de Guatemala.

3.2.2 Objetivos específicos

- ✓ Capacitar a los agricultores locales en técnicas de apicultura con abejas meliponas y *Apis mellifera*, promoviendo la polinización de cultivos y la producción de miel como fuente de ingresos y alimento.
- ✓ Fomentar la producción de tilapias a nivel familiar, proporcionando las herramientas y conocimientos necesarios para la implementación de sistemas acuícolas sostenibles que contribuyan a la seguridad alimentaria y a la diversificación económica de las comunidades.
- ✓ Desarrollar huertos familiares sostenibles que garanticen el acceso a productos frescos y nutritivos a lo largo del año, contribuyendo a la mejora de la dieta y la seguridad alimentaria de las familias rurales.
- ✓ Promover la adopción de prácticas agrícolas adaptadas al contexto del cambio climático en el Corredor Seco, enfocadas en la gestión eficiente de los recursos naturales y la mitigación de los impactos ambientales.
- ✓ Evaluar el impacto de las prácticas agrícolas sostenibles implementadas en términos de mejora en la resiliencia comunitaria, seguridad alimentaria y diversificación de ingresos en las familias beneficiadas.

3.3 SERVICIO 1: ENTREGA DE INSUMOS Y CAPACITACION PARA LA INSTALACION Y MANEJO DE APIARIOS.

3.3.1 Presentación

La apicultura, además de ser una práctica ancestral, desempeña un papel fundamental en la polinización de cultivos y en la preservación de la biodiversidad. Sin embargo, su importancia trasciende los límites de la naturaleza; también representa una oportunidad invaluable para el crecimiento económico de las comunidades rurales, así como para la seguridad alimentaria. En este contexto, la entrega de insumos y capacitación que se llevó a cabo con los productores beneficiarios del proyecto “adaptación al cambio climático en el corredor seco de Guatemala”, no solo constituye un acto de apoyo sino también un compromiso con el empoderamiento de quienes desean iniciarse en el mundo de la apicultura. La meta fue proporcionarles las herramientas necesarias para establecer y gestionar apiarios de manera exitosa y sustentable. Durante la jornada de entrega y capacitaciones, el enfoque estuvo en brindarles no solo los materiales adecuados, sino también conocimientos prácticos y teóricos que les permitan comprender los fundamentos de la apicultura moderna. Desde la selección y ubicación de las colmenas hasta las técnicas de manejo y cosecha de miel.

3.3.2 Objetivos

a. Objetivo general:

Fortalecer las capacidades técnicas y productivas de los apicultores en el Municipio de Cubulco a través de la entrega de insumos, capacitación para la instalación y manejo de apiarios.

b. Objetivos específicos:

- ✓ Incrementar la producción de miel en un 20% en el Municipio de Rabinal, a través de la entrega de insumos apícolas de calidad y la capacitación en técnicas modernas de manejo de apiarios.

- ✓ Mejorar la calidad de la miel producida en el Municipio de Rabinal, a través de la capacitación en buenas prácticas apícolas y la implementación de un sistema de control de calidad.
- ✓ Fortalecer la organización y comercialización de la miel producida en el Municipio de Rabinal, a través de la capacitación en gestión empresarial y la creación de una cooperativa de apicultores.

3.3.3 Metas

- ✓ Incremento del 20% en la producción de miel en el Municipio de Cubulco.
- ✓ Mejora en la calidad de la miel producida, con un 90% de la miel, cumpliendo con los estándares de calidad nacionales e internacionales.
- ✓ Fortalecimiento de la organización y comercialización de la miel, con la creación de una cooperativa de apicultores que gestione la venta de la miel a nivel local, nacional e internacional.

3.3.4 Metodología

Las actividades para el desarrollo de este servicio se centraron en:

- a. Entrega de insumos apícolas: Se entregaron cajas para colmenas, marcos, extractores de miel, trajes de protección, ahumadores, rasquetas, cera estampada, ácido oxálico, entre otros insumos necesarios para la instalación y manejo de apiarios.
- b. Capacitación en técnicas modernas de manejo de apiarios: Se impartieron talleres sobre la instalación de apiarios, el manejo de las colmenas, la cosecha de la miel y la prevención de plagas y enfermedades.
- c. Capacitación en buenas prácticas apícolas: Se impartieron talleres sobre la higiene en el apiario, el uso responsable de productos químicos y la trazabilidad de la miel.
- d. Capacitación en gestión empresarial: Se impartieron talleres sobre la elaboración de planes de negocio, la gestión financiera y la comercialización de la miel.

- e. Creación de una cooperativa de apicultores: Se apoyo a los apicultores en la creación de una cooperativa que gestione la venta de la miel a nivel local, nacional e internacional.

3.3.5 Materiales y equipo

Para el desarrollo de las actividades de capacitación se usaron varios materiales didácticos como trifoliales, videos, presentaciones en power point proyectados con una cañonera, lo que facilito la comprensión de los agricultores sobre el tema de instalación y manejo de apiarios. También se realizaron pequeñas demostraciones en campo, para lo cual se utilizaron cajas para colmenas, Cera estampada, marcos para las cajas, trajes de apicultor, ahumadores, cepillos y rasquetas.

3.3.6 Resultados

Se beneficiaron 13 comunidades de Cubulco (Chivaquito, Patuy, Pajales, Choven, Chuachacalte, Xeyoch Chitanil, Cebollal, La Rinconada, Sangre de Cristo, Canchel, Pacoxom, Patzulup) con un total de 100 agricultores distribuidos en cada una de las comunidades antes descritas. Se entregó material y herramientas de trabajo para la instalación y mantenimiento de los apiarios. Se realizaron capacitaciones teóricas y prácticas en lugares estratégicos con grupos de agricultores en cada una de las comunidades beneficiarias. Se realizaron visitas y asistencia técnica personalizada con cada productor beneficiario como método de control y supervisión.

A partir del trabajo realizado, los apicultores mejoraron su capacidad para mantener colmenas saludables y productivas, lo que resulto en un aumento en la producción de miel. Con un mejor entendimiento de las técnicas de manejo y cosecha, los apicultores fueron capaces de recolectar y procesar la miel de manera más eficiente y con mayores estándares de calidad, lo que puede aumento su valor en el mercado.

La apicultura ofrece una fuente adicional de ingresos para las comunidades rurales. Al haberles proporcionado capacitación sobre cómo iniciar y administrar un apiario, se pudo fomentar la diversificación económica y la reducción a la dependencia de una sola fuente de ingresos. Al fomentar la cría de abejas y la instalación de colmenas en áreas agrícolas, se pudo mejorar la polinización de los cultivos, lo conlleva al aumento de los rendimientos y la calidad de los productos agrícolas.

3.3.7 Anexos



Figura 88 "A". Entrega de ahumadores a beneficiarios



Figura 89 "A". Capacitación a productores de miel de abeja



Figura 90 "A". Colocación de cera en los marcos de madera



Figura 91 "A". Visitas técnicas con los apicultores beneficiados



Figura 92 "A". División de colmenas con los productores de miel



Figura 93 "A". Revisión y mantenimiento de las colmenas



Figura 94 "A". Colocación de comederos para las abejas

3.4 SERVICIO 2: CAPACITACION A PRODUCTORES SOBRE EL MANEJO DE LAS COLMENAS DE APIS MELLIFERA

3.4.1 Introducción

En Cubulco se manejan apiarios con abejas africanas e italianas siendo estas, las abejas melíferas (*Apis mellifera*) que son polinizadores esenciales para muchos cultivos, su miel y otros productos apícolas son valiosos en el mercado. Es fundamental que los apicultores tengan un conocimiento adecuado del manejo de las colmenas para garantizar la salud y la productividad de las abejas, así como la calidad de los productos apícolas. La abeja melífera, es de color negro con amarillo y tiene un aguijón, estas forman colonias permanentes donde almacenan grandes cantidades de miel y polen. En este sentido, la capacitación de los productores es crucial para el desarrollo sostenible de la apicultura.

3.4.2 Objetivos

a. Objetivo general:

Capacitar a los productores en el manejo adecuado y sostenible de las colmenas de *Apis mellifera*, con el fin de mejorar la productividad apícola, promover la conservación de las poblaciones de abejas y contribuir al desarrollo de la economía local.

b. Objetivos específicos:

- ✓ Mejorar el conocimiento de los productores sobre la biología, el comportamiento y el manejo de las abejas melíferas.
- ✓ Incrementar los ingresos de los productores apícolas a través de la mejora de la calidad y la comercialización de los productos apícolas.
- ✓ Incentivar la adopción de prácticas de apicultura que contribuyan a la preservación de la flora y fauna silvestre en las áreas circundantes a los apiarios.

3.4.3 Metas

- ✓ Aumentar los ingresos de los participantes por la venta de productos apícolas durante después de la capacitación.
- ✓ Disminuir las pérdidas de colmenas por plagas y enfermedades en los apiarios de los agricultores beneficiarios después de la capacitación.
- ✓ Lograr que los participantes implementen al menos dos buenas prácticas apícolas para la salud y productividad de las colmenas.

3.4.4 Metodología

- a. Se prepararon materiales didácticos claros y concisos que contribuyeron a la enseñanza, como presentaciones en PowerPoint, manuales de referencia y vídeos instructivos. De igual forma se fomentó, la participación activa de los participantes, alentándolos a hacer preguntas, compartir experiencias e involucrarse en actividades prácticas.
- b. Se brindó apoyo continuo a los participantes después de la capacitación. Se establecieron mecanismos para monitorear el impacto de la capacitación en la práctica de los participantes y se proporcionó asistencia adicional según fue necesario.

3.4.5 Materiales y equipo

- a. Para las capacitaciones se utilizaron diapositivas que ilustraron conceptos clave, diagramas de colmenas, gráficos de ciclo de vida de las abejas, imágenes de enfermedades, plagas comunes y cosecha de miel. Recursos audiovisuales que mostraron técnicas de manejo de colmenas, demostraciones de inspección de colmenas y extracción de miel.
- b. Se utilizaron también marcos vacíos, cera estampada de abejas, alambre y herramientas para construir y reparar marcos de colmena, ahumadores, palanca para

levantar marcos, cepillos, espátulas de cera, para que los participantes practiquen técnicas de manejo de colmenas, trajes completos de apicultor, guantes, botas y velos para proteger a los participantes de picaduras de abejas durante las demostraciones prácticas.

3.4.6 Resultados

- a. Los participantes habrán adquirido el conocimiento de la biología de las abejas *Apis mellifera*, las técnicas de manejo de colmenas, la identificación y prevención de enfermedades, así como el uso adecuado de equipos y herramientas apícolas.
- b. Como resultado de la capacitación, se espera que los participantes sean capaces de manejar sus colmenas de manera más eficiente y efectiva, lo que puede conducir a un aumento en la productividad y calidad de la miel y otros productos apícolas.
- c. La capacitación sobre el manejo de colmenas de *Apis mellifera* tuvo un impacto positivo en la comunidad al promover la conservación de las abejas y los ecosistemas naturales, así como al proporcionar productos apícolas de alta calidad a nivel local.

3.4.7 Anexos



Figura 95 “A”. Preparación de los ahumadores



Figura 96 “A”. Preparación de los marcos con cera estampada



Figura 97 "A". Limpieza de la colmena y colocación de marcos con cera estampada



Figura 98 "A". Inspección de la sanidad de las colmenas

3.5 SERVICIO 3: CAPACITACION Y PRACTICA SOBRE LA TECNIFICACION DE LAS ABEJAS MELLIPONAS.

3.5.1 Introducción

Las abejas meliponas, también conocidas como abejas sin aguijón, son polinizadores esenciales para los ecosistemas tropicales y subtropicales. Además de su importante papel ecológico, las meliponas también producen miel, propóleo y polen, productos con alto valor comercial y medicinal.

Las abejas meliponas, también conocidas como abejas sin aguijón, son una especie de abeja nativa de América Latina que presenta características únicas que las hacen valiosas para la apicultura. Sin embargo, su manejo en comunidades rurales aún no ha sido completamente tecnificado, lo que limita su potencial productivo y económico.

En este contexto, el servicio "Capacitación y práctica sobre la tecnificación de las abejas meliponas" está centrado en brindar a las comunidades rurales los conocimientos y herramientas necesarias para el manejo tecnificado de las abejas meliponas, con el fin de aumentar su productividad, mejorar sus condiciones de vida y contribuir a la conservación de la biodiversidad.

3.5.2 Objetivos

a. Objetivo General:

Capacitar a comunidades rurales en la tecnificación del manejo de abejas meliponas para promover la conservación de estas especies y el desarrollo sostenible de la apicultura local

b. Objetivos Específicos:

- ✓ Capacitar a los apicultores rurales en el manejo tecnificado de las abejas meliponas, incluyendo técnicas de cría, alimentación, cosecha y comercialización de productos.
- ✓ Facilitar el acceso a herramientas y materiales apícolas, como colmenas tecnificadas, equipos de extracción de miel y otros insumos necesarios para la tecnificación de la apicultura melipona.
- ✓ Contribuir a la conservación de la biodiversidad mediante la promoción de la apicultura melipona como una actividad sostenible y compatible con el medio ambiente.

3.5.3 Metas

- ✓ Mejorar los ingresos de los apicultores rurales como resultado del manejo tecnificado de las abejas meliponas.
- ✓ Aumentar la producción de miel y otros productos apícolas (cera y propóleo) en las comunidades rurales participantes.
- ✓ Incrementar el número de tecnologías apropiadas por el apicultor.
- ✓ Promover los beneficios del manejo tecnificado de las abejas meliponas en comparación al manejo tradicional.

3.5.4 Metodología

- a. Se realizaron de talleres de capacitación teórico-prácticos sobre el manejo tecnificado de las abejas meliponas, dirigidos a apicultores rurales.
- b. Se realizó la entrega de kits apícolas que contenían colmenas tecnificadas, equipos de extracción de miel y otros insumos necesarios para la tecnificación de la apicultura melipona.
- c. Se brindó acompañamiento técnico a los apicultores rurales en la implementación de las técnicas aprendidas en los talleres.

- d. Se realizó un seguimiento de los productores con colmenas tradicionales que realizaron la transición a colmenas tecnificadas, para determinar los beneficios obtenidos.

3.5.5 Materiales y equipo

Para las presentaciones usadas en la capacitación teórica se usaron:

a. Equipo de proyección:

- ✓ Proyector multimedia.
- ✓ Pantalla de proyección.
- ✓ Computadora portátil.

b. Equipo de sonido:

- ✓ Altavoces.
- ✓ Micrófono.

Para la capacitación en campo se visitaron a productores de manejo tradicional de abejas melíponas y se usaron cajas de pino de 20 x 20 cm, hojas de acetato y alambre galvanizado calibre 26.

3.5.6 Resultados

- a. Aumento de la productividad de la apicultura melípona, lo que se traducirá en mayores ingresos para los apicultores rurales.
- b. Mejora de las condiciones de vida de los apicultores rurales y sus familias, ya que la miel de abeja melípona tiene un valor elevado en el mercado debido a sus propiedades curativas y por su color blanco o ámbar claro.

- c. Contribución a la conservación de la biodiversidad mediante la promoción de la apicultura melipona como una actividad sostenible y compatible con el medio ambiente.

3.5.7 Anexos



Figura 99 “A”. Colmena tradicional de abejas sin aguijón (*Melipona beecheii*)



Figura 100 "A". Apertura del trozo para extracción del núcleo de la colmena



Figura 101 "A". Traspaso del núcleo a una base de madera



Figura 102 “A”. Colocación de la caja tecnificada



Figura 103 “A”. Colmena tecnificada para abejas sin aguijon (*Melipona beecheii*)

3.6 SERVICIO 4: ENTREGA DE INSUMOS Y CAPACITACION SOBRE EL MANEJO DE PRODUCCION DE TILAPIA.

3.6.1 Introducción

Como parte de las alternativas de producción en el corredor seco de Guatemala, donde la sequía y la escasez de recursos son desafíos cotidianos para las comunidades rurales, la producción piscícola emerge como una oportunidad valiosa para asegurar la seguridad alimentaria y mejorar la resiliencia ante condiciones climáticas adversas. En este contexto, la tilapia se presenta como una especie de pez idónea para el cultivo en estanques y sistemas de producción sostenibles.

Sin embargo, el éxito en la producción de tilapia en el municipio de Cubulco no solo depende de la disponibilidad de insumos, sino también del conocimiento y las habilidades necesarias para su adecuado manejo. Por lo que la entrega de insumos debe ir de la mano con una capacitación que aborde aspectos técnicos, ambientales y comerciales del cultivo de tilapia en esta región.

Aparte de proveer los recursos esenciales para la implementación de unidades de producción de tilapia en el municipio de Cubulco, también se capacitaron a los beneficiarios en prácticas de manejo sostenible, técnicas de producción eficientes, y estrategias de comercialización. Al hacerlo, se busca no solo fortalecer la seguridad alimentaria y la economía local, sino también fomentar la conservación de los recursos naturales y la adaptación al cambio climático en esta vulnerable región.

3.6.2 Objetivos

a. Objetivo general:

Proveer los recursos necesarios para iniciar o mejorar la producción de tilapia en comunidades rurales, sino también empoderar a los participantes a través de la adquisición de habilidades y conocimientos técnicos que les permitan gestionar de manera eficiente y sostenible sus unidades de producción acuícola

b. Objetivos específicos:

- ✓ Entregar insumos acuícolas de calidad a los productores participantes, incluyendo alevines, alimento balanceado, medicamentos y otros insumos necesarios para el cultivo de tilapia.
- ✓ Brindar capacitación teórica y práctica a los productores sobre el manejo de la producción de tilapia, incluyendo temas como la selección del sitio, la construcción de estanques, el manejo del agua, la alimentación, la prevención y control de enfermedades, la cosecha y la comercialización.
- ✓ Facilitar el acceso a asistencia técnica por parte de especialistas en acuicultura para el seguimiento y acompañamiento de los productores en sus proyectos de cultivo.
- ✓ Contribuir al desarrollo sostenible de la acuicultura en la región mediante la implementación de prácticas acuícolas amigables con el medio ambiente.

3.6.3 Metas

- ✓ Facilitar el acceso a asistencia técnica por parte de técnicos con conocimientos en producción de peces para el seguimiento y acompañamiento de los productores en sus proyectos de cultivo.
- ✓ Brindar capacitación teórica y práctica a productores sobre el manejo de la producción de tilapia, incluyendo temas como la selección del sitio, la construcción de estanques, el manejo del agua, la alimentación, la prevención y control de enfermedades, la cosecha y la comercialización.
- ✓ Mejorar los ingresos de los productores de tilapia mediante mejores técnicas de manejo.
- ✓ Contribuir a la seguridad alimentaria de la población del municipio de Cubulco mediante el aumento de la disponibilidad de tilapia a precios accesibles.

3.6.4 Metodología

- a. Identificación de productores beneficiarios: Se realizará un proceso de selección de productores acuícolas que cumplan con los requisitos establecidos para participar en el programa, considerando aspectos como la experiencia en acuicultura, la disponibilidad de recursos y el compromiso con el desarrollo sostenible.
- b. Entrega de insumos acuícolas: Se entregarán a los productores participantes los insumos necesarios para el cultivo de tilapia, de acuerdo con las características de sus proyectos y las condiciones locales.
- c. Implementación de talleres de capacitación: Se realizarán talleres teórico-prácticos sobre el manejo de la producción de tilapia, cubriendo los temas mencionados anteriormente. Los talleres serán impartidos por especialistas en acuicultura con amplia experiencia en el cultivo de tilapia.
- d. Asistencia técnica personalizada: Se brindará asistencia técnica individualizada a los productores participantes para el seguimiento y acompañamiento en sus proyectos de cultivo. La asistencia técnica incluirá visitas a los estanques, asesoría sobre el manejo de los parámetros del agua, la alimentación de los peces, la prevención y control de enfermedades y otros aspectos relevantes para el éxito del cultivo.
- e. Promoción de prácticas acuícolas sostenibles: Se sensibilizará a los productores sobre la importancia de implementar prácticas acuícolas amigables con el medio ambiente, como el manejo eficiente del agua, la alimentación responsable y la disposición adecuada de los residuos.

3.6.5 Materiales y equipo

- a. Kits de análisis de agua para medir parámetros como pH, oxígeno disuelto y alcalinidad.

- b. Lupas para observar la calidad del agua y la salud de los peces.
- c. Balanzas para pesar el alimento y medir el crecimiento de los peces.
- d. Registros de producción para llevar un control del cultivo.
- e. Deben provenir de criaderos certificados para garantizar su calidad genética y sanitaria.
- f. La cantidad de alevines a entregar dependerá del tamaño de los estanques y las condiciones de cultivo.
- g. El alimento debe ser de alta calidad y adecuado para la etapa de desarrollo de los peces.
- h. La cantidad de alimento a entregar dependerá de la biomasa de los peces y las condiciones de cultivo.

3.6.6 Resultados

- a. Se beneficiaron 4 comunidades de Cubulco (Chivaquito, Chitanil, Chirramos y La estancia) con la entrega de geomembranas, alevines y alimento para peces.
- b. Con la entrega de insumos y capacitación sobre el manejo de la tilapia, se mejoraron las condiciones de vida de las familias de los productores participantes, brindándoles mayores oportunidades de desarrollo económico y social, esto mediante el acceso a proteínas de alta calidad en la población del municipio de Cubulco, especialmente en los sectores más vulnerables obteniendo nuevas oportunidades de comercialización de sus productos, como la venta de peces vivos, filetes, productos procesados y otros derivados de la tilapia.

3.6.7 Anexos



Figura 104 “A”. Entrega de alevines de tilapia a beneficiarios



Figura 105 “A”. Monitoreo de charcas productoras de tilapia



Figura 106 “A”. Capacitación sobre manejo de charcas para producción de peces.



Figura 107 “A”. Monitoreo de charcas con geomembrana.



Figura 108 "A". Producción de tilapia con los beneficiarios



Figura 109 "A". Preparación de alimentos relacionados a la tilapia

3.7 SERVICIO 5: CAPACITACION SOBRE HUERTOS FAMILIARES PARA LA RESILIENCIA CONTRA LA INSEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL.

3.7.1 Introducción

El municipio de Cubulco, ubicado en el departamento de Baja Verapaz, es parte del corredor seco Guatemala, una región caracterizada por la escasez de agua y la pobreza extrema. Esta situación, junto con factores como la falta de acceso a tierras fértiles y técnicas agrícolas adecuadas, ha generado una alta prevalencia de inseguridad alimentaria y nutricional en la población.

Los huertos familiares pueden ser una herramienta fundamental para combatir la inseguridad alimentaria y nutricional en Cubulco. Al proporcionar a las familias acceso a alimentos frescos y nutritivos, los huertos familiares pueden mejorar la salud y el bienestar de las personas, especialmente de los niños y las mujeres embarazadas o en período de lactancia.

3.7.2 Objetivos

a. Objetivo general:

Implementar un programa integral de capacitación y entrega de insumos para promover la resiliencia contra la inseguridad alimentaria y nutricional mediante huertos familiares en el Municipio de Cubulco, Baja Verapaz.

b. Objetivos específicos:

- ✓ Diseñar y ejecutar sesiones de capacitación teórico-prácticas dirigidas a familias beneficiarias, centradas en técnicas agrícolas sostenibles, manejo de recursos hídricos y prácticas de nutrición adecuada.
- ✓ Proveer insumos agrícolas adecuados necesarios para el establecimiento y mantenimiento de huertos familiares, adaptados a las condiciones climáticas y de suelo específicas del área del Corredor Seco en Cubulco.

- ✓ Brindar el seguimiento y apoyo continuo a las familias participantes, a través de visitas técnicas regulares por parte del equipo de la AMER – MAGA en Cubulco, con el fin de brindar asesoramiento personalizado, monitorear el progreso de los huertos y ofrecer soluciones a desafíos específicos que puedan surgir.

3.7.3 Metas

- ✓ Establecer y mantener al menos 200 huertos familiares funcionales dentro de los primeros seis meses del proyecto, abarcando áreas geográficas representativas del Municipio de Cubulco y garantizando la diversificación de cultivos.
- ✓ Mejorar el acceso a alimentos nutritivos y variados para al menos el 90% de las familias participantes, reduciendo la prevalencia de la inseguridad alimentaria y nutricional en un 30% en comparación con el inicio del proyecto, dentro de un período de dos años.
- ✓ Fomentar la autonomía y la capacidad de autogestión de las familias participantes, logrando que al menos el 70% de ellos puedan mantener sus huertos familiares de manera independiente y sostenible al finalizar el proyecto, mediante el uso adecuado de técnicas aprendidas y la gestión eficiente de recursos disponibles.

3.7.4 Metodología

- a. Diagnóstico Participativo: Se realizó un diagnóstico participativo en el municipio para identificar las necesidades y recursos disponibles en las comunidades objetivo. Esto incluyó encuestas, entrevistas y reuniones con líderes comunitarios y familias para comprender sus prácticas agrícolas actuales, desafíos nutricionales y condiciones ambientales.
- b. Basado en los resultados del diagnóstico participativo, se diseñó un programa de capacitación integral que aborde las necesidades específicas de las familias en técnicas agrícolas sostenibles, manejo de recursos hídricos y prácticas de nutrición adecuada. El programa debe ser participativo, adaptado a las capacidades locales y culturalmente apropiado.

- c. Implementación de Sesiones de Capacitación: Realizar sesiones de capacitación periódicas en cada comunidad, utilizando métodos participativos como demostraciones prácticas, discusiones en grupo y actividades prácticas en los huertos familiares. Las sesiones deben ser interactivas y adaptadas al nivel de comprensión de los participantes.
- d. Acompañamiento y Monitoreo Continuo: Establecer un sistema de seguimiento y monitoreo para evaluar el progreso de los huertos familiares y el impacto del programa en la seguridad alimentaria y nutricional de las familias. Realizar visitas regulares a los hogares para brindar asesoramiento técnico, resolver problemas y proporcionar retroalimentación.
- e. Todo esto a través de promotores rurales y el CADER. Utilizando un espacio en campo como una parcela demostrativa para que los demás integrantes puedan realizar la práctica y la implementen en sus parcelas.

3.7.5 Materiales y equipo

- a. Semillas: Variedades de semillas de hortalizas, legumbres, cereales y frutas adecuadas para el clima y suelo de la región, preferiblemente semillas orgánicas y adaptadas a condiciones de sequía.
- b. Herramientas de jardinería: Azadas, palas, rastrillos, regaderas, tijeras de podar y otros utensilios necesarios para la preparación y mantenimiento de los huertos familiares.
- c. Materiales de riego: Mangueras, sistemas de riego por goteo, recipientes de agua y otros materiales para facilitar el riego eficiente de los cultivos.

- d. Abonos y fertilizantes orgánicos: Compost, estiércol, abonos verdes y otros materiales orgánicos para mejorar la fertilidad del suelo y promover un crecimiento saludable de las plantas.
- e. Protección de cultivos: Mallas de sombreado, insecticidas orgánicos, trampas para plagas y otros materiales para proteger los cultivos de enfermedades y plagas.
- f. Equipos de medición: Medidores de pH del suelo, termómetros, medidores de humedad y otros equipos para monitorear las condiciones ambientales y el estado de los cultivos.

3.7.6 Resultados

- a. Incremento en la seguridad alimentaria: Las familias participantes pueden experimentar una mejora en su acceso a alimentos nutritivos y variados debido al establecimiento de huertos familiares productivos. Esto puede reflejarse en una reducción de la inseguridad alimentaria y una mayor diversificación de la dieta.
- b. Mejora en la nutrición: La implementación de prácticas de nutrición adecuada puede conducir a una mejora en el estado nutricional de las familias, especialmente de niños y grupos vulnerables. Se pueden observar aumentos en el consumo de frutas, verduras y otros alimentos ricos en nutrientes.
- c. Fortalecimiento de la resiliencia comunitaria: El conocimiento y las habilidades adquiridas durante la capacitación pueden ayudar a las familias a enfrentar mejor los desafíos ambientales y económicos, como la sequía y la volatilidad de los precios de los alimentos. Esto puede contribuir a una mayor resiliencia frente a la inseguridad alimentaria y nutricional en el futuro.
- d. Generación de ingresos adicionales: Los excedentes de producción de los huertos familiares pueden ser comercializados, lo que proporciona una fuente adicional de

ingresos para las familias participantes. Esto puede ayudar a mejorar su situación económica y reducir su vulnerabilidad ante crisis financieras.

- e. Mejora en la conservación de recursos naturales: La adopción de prácticas agrícolas sostenibles, como el uso eficiente del agua y la fertilización orgánica, puede contribuir a la conservación de los recursos naturales y la protección del medio ambiente local.
- f. Empoderamiento y participación comunitaria: El proyecto puede fortalecer el sentido de comunidad y solidaridad entre los participantes, promoviendo la colaboración y el intercambio de conocimientos entre vecinos. Esto puede conducir a un mayor empoderamiento de las comunidades locales en la búsqueda de soluciones a los problemas de seguridad alimentaria y nutricional.

3.7.7 Anexos



Figura 110 “A”. Huertos familiares instalados en parcelas demostrativas



Figura 111 “A”. Producción de hortalizas con los productores beneficiarios.



Figura 112 “A”. Producción de hortalizas en parcelas demostrativas.



Figura 113 “A”. Asistencia técnica a productores de maíz.



Figura 114 “A”. Visita a productores de rosa de Jamaica.

3.8 SERVICIO 6: CAPACITACION SOBRE EL MANEJO DE GALLINAS PONEDORAS PARA LA PRODUCCION DE HUEVOS

3.8.1 Introducción

La producción de huevos es una alternativa de producción de alimentos y que genera ingresos económicos, el manejo adecuado de las gallinas ponedoras es esencial para garantizar una producción eficiente y de calidad. La capacitación sobre el manejo de gallinas ponedoras es crucial para mejorar las habilidades y conocimientos de los productores avícolas, así como para optimizar la salud y la productividad de las aves. Esta capacitación aborda diversos aspectos, desde el cuidado básico hasta prácticas avanzadas de manejo, nutrición, sanidad y bienestar animal.

3.8.2 Objetivos

a. Objetivos generales

Proporcionar a los participantes los conocimientos y habilidades necesarios para optimizar la producción, garantizando la salud y el bienestar de las aves, así como la calidad de los huevos.

b. Objetivos específicos

- ✓ Familiarizar a los participantes con los principios básicos del manejo de gallinas ponedoras, incluyendo su alimentación, manejo sanitario y control ambiental.
- ✓ Capacitar a los participantes en la identificación y prevención de enfermedades comunes en las gallinas ponedoras.
- ✓ Enseñar técnicas de manejo para mejorar la calidad del huevo, incluyendo la gestión de la puesta, la recolección y almacenamiento adecuado.
- ✓ Proporcionar conocimientos sobre el manejo del ambiente de las gallinas ponedoras, incluyendo la ventilación, iluminación y manejo del espacio.
- ✓ Promover prácticas de bienestar animal que mejoren la salud y la productividad de las aves.

3.8.3 Metas

- ✓ Capacitar a los participantes para que puedan implementar prácticas de manejo que mejoren la producción de huevos y la salud de las gallinas ponedoras.
- ✓ Reducir las pérdidas económicas asociadas con enfermedades, baja producción de huevos y problemas de manejo.
- ✓ Mejorar la calidad de los huevos producidos, aumentando su valor comercial y la satisfacción del consumidor.
- ✓ Fomentar el uso responsable de recursos y prácticas sostenibles en la producción avícola.

3.8.4 Metodología

- a. La capacitación se llevará a cabo a través de una combinación de sesiones teóricas y prácticas. Las sesiones teóricas incluirán presentaciones interactivas, material audiovisual y discusiones dirigidas por expertos en el tema.
- b. Las sesiones prácticas se llevarán a cabo en granjas avícolas, donde los participantes podrán aplicar los conocimientos adquiridos en un entorno real. Se fomentará la participación de los asistentes a través de ejercicios prácticos y estudios de caso.

3.8.5 Materiales y Equipo

Los materiales necesarios para la capacitación incluirán presentaciones en PowerPoint, material impreso (manuales, folletos), material audiovisual (videos educativos), equipo de proyección, y equipo de bioseguridad para las sesiones prácticas (como overoles, guantes, botas). Además, se requerirá acceso a instalaciones avícolas para las sesiones prácticas, así como el apoyo de personal capacitado en manejo avícola.

3.8.6 Resultados

Al finalizar la capacitación, los participantes adquirieron los conocimientos y habilidades necesarios para llevar a cabo un manejo eficiente de gallinas ponedoras para tener una producción de huevos, la salud de las aves y la calidad del producto final. Además, se espera que los participantes puedan aplicar prácticas de manejo sostenible y promover el bienestar animal en sus explotaciones avícolas.

3.8.7 Anexos



Figura 115 “A”. Vacunación de pollos pequeños.



Figura 116 "A". Vacunación de gallinas ponedoras



Figura 117 "A". Limpieza de gallineros



Figura 118 "A". Jornada de vacunación de gallinas criollas