


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE EL PROGRESO

ÁREA INTEGRADA (EPS)

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central shield with a blue background, a golden crown at the top, and a golden lion on the right. The shield is set against a light blue background with a green mountain range at the bottom. The text 'UNIVERSITAS CONSPICUA CAROLINA ACADEMICA COACTEMALENSIS INTER CETERA' is written around the perimeter of the seal.

EFFECTO DEL BIOFERTILIZANTE RHYZOL® SOBRE EL CRECIMIENTO DE MORINGA (*Moringa oleifera*) EN CONDICIONES DE CAMPO, UBICADO EN CALZADA FLORA DE RAMOS, PLAN GRANDE, SANARATE, EL PROGRESO, DIAGNOSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA COMUNIDAD SAN LORENZO, SANARATE, EL PROGRESO

JÉSSICKA MISHHELL COLINDRES FAJARDO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE, 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE EL PROGRESO

ÁREA INTEGRADA (EPS)

TRABAJO DE GRADUACIÓN

EFFECTO DEL BIOFERTILIZANTE RHYZOL® SOBRE EL CRECIMIENTO DE MORINGA (*Moringa oleifera*) EN CONDICIONES DE CAMPO, UBICADO EN CALZADA FLORA DE RAMOS, PLAN GRANDE, SANARATE, EL PROGRESO Y DIAGNOSTICO Y SERVICIOS REALIZADOS EN LA COMUNIDAD SAN LORENZO, SANARATE, EL PROGRESO

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO CENTRO UNIVERSITARIO DE EL PROGRESO UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

POR

JÉSSICKA MISHELL COLINDRES FAJARDO

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

EN

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, SEPTIEMBRE, 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Dr. GUSTAVO ENRIQUE TARACENA GIL

CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE EL PROGRESO

RECTOR

M.A. Pablo Ernesto Oliva Soto

CONSEJO DIRECTIVO

DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE EL PROGRESO

DIRECTOR	Ing. Agr. Julio César Martínez Fuentes
SECRETARIO	Ing. Agr. Luis Antonio Raguay Pirique
VOCAL PRIMERO	Lic. Ariel Alejandro Alvarado Ayala
VOCAL SEGUNDO	Licda. Gilma Friné Vásquez Ríos
VOCAL TERCERO	Lic. Edgar Adán Morales Falla
VOCAL CUARTO	Christopher Miguel Godínez Ortiz
VOCAL QUINTO	Alan Obdulio Archila Calderón

GUATEMALA, SEPTIEMBRE, 2021

Guatemala, septiembre, 2021.

Honorable Consejo Directivo.

Honorable Tribunal Examinador.

Centro Universitario de El Progreso.

Universidad de San Carlos de Guatemala.

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración el trabajo de graduación titulado: **EFFECTO DEL BIOFERTILIZANTE RHYZOL® SOBRE EL CRECIMIENTO DE MORINGA (*Moringa oleifera*) EN CONDICIONES DE CAMPO, UBICADO EN CALZADA FLORA DE RAMOS, PLAN GRANDE, SANARATE, EL PROGRESO.** Presentando como requisito previo a optar al Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciado.

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

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

JÉSSICKA MISHHELL COLINDRES FAJARDO

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS

Porque es el centro de mi vida y quien guía mis pasos, porque Él me ha permitido cumplir esta meta.

MIS PADRES

Alfredo Colindres y Fidela Fajardo, por haberme dado consejos, motivación e instrucciones que me ayudaron a seguir adelante y ser una mejor persona cada día. Este logro es gracias a ustedes.

MI PROMETIDO

Joseph Gil, por darme consejos y ánimos que me ayudaron a no rendirme y a finalizar este logro.

MIS HERMANOS

Alfredo Colindres y Gaby Colindres, por sus ánimos y por estar siempre cuando los he necesitado.

MIS ABUELAS

Natalia Garrido y Tomasa Alegría, por siempre aconsejarme y animarme.

COMPAÑEROS Y AMIGOS

Ingrid Argueta, Enrique Argueta, José Aguilar, Jeremy Aguilar, Karin Vásquez, Erick Aldana, Jeimy Monroy, Briana Aristondo, Marco Trigueros, Gaby Maldonado, Bryan López, Andrea Pérez. Por su amistad incondicional y por su apoyo en todo momento durante esta etapa de mi vida, siempre los recordaré con mucho cariño.

DOCENTES

Nery Marín, Alba Noj, Adriana Montejo, Ricardo Rivera, Ismar Pérez, Valerio Macs, Luis Raguay. Por sus enseñanzas, amistad y paciencia.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

DIOS

GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE EL PROGRESO

CARRERA DE AGRONOMÍA

FAMILIA

PROMETIDO

AMIGOS

COMPAÑEROS

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios por darme la oportunidad de haber concluido esta hermosa etapa de mi vida y por haberme dado sabiduría y entendimiento para hacer las cosas bien. A Él quien es el dueño de mi vida y quien nunca me ha abandonado.

Mis padres por darme siempre apoyo y brindarme su amor incondicional para haber luchado con entusiasmo y esfuerzo para concluir la carrera y el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS). Palabras me faltan para expresar la gratitud que siento hacia ustedes pudiendo decirles que este logro es gracias a ustedes. Los amo.

Mis hermanos Alfredo Colindres y Gaby Colindres por siempre estar a mi lado cuando más los necesito mostrando incondicionalmente su hermandad y amor hacia mí.

Mi prometido Joseph Gil, por su amor, consejos y apoyo incondicional y por estar en todo momento a mi lado cuando más lo necesito, porque es mi fuerza para seguir adelante. Lo amo.

Mis abuelas Natalia Garrido y Tomasa Alegría por sus consejos y cariño. Porque siempre puedo contar con ustedes.

Mi supervisor de EPS, ingeniero Ricardo Rivera, por el apoyo y consejos brindados durante el proceso final.

Inga. Aba Noj, Supervisora de Tesis e Investigación de Agronomía, por su paciencia, apoyo y consejos brindados durante esta última etapa.

Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso, por abrirme las puertas para la realización del EPS.

Mis amigos, Ingrid Argueta, Enrique Argueta y José Aguilar por estar siempre dándome apoyo y ánimos. Siempre los tendré en mi mente y corazón. Los quiero mucho.

Mis docentes Alba Noj, Adriana Montejo, Ismar Pérez, Nery Marín y Ricardo Rivera, por sus enseñanzas y apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN.....	xiv
1. CAPITULO I: DIAGNÓSTICO RURAL PARTICIPATIVO DE LA COMUNIDAD DE SAN LORENZO, PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE SANARATE, EL PROGRESO.....	15
1.1. Introducción.....	21
1.2. Marco referencial.....	22
1.2.1. Ubicación Geográfica	22
1.2.2. Extensión y límites.....	22
1.2.3. Comunicación	23
1.2.4. Economía	23
1.2.5. Ambiente natural.....	24
1.2.6. Relieve	24
1.2.7. Clima.....	24
1.2.8. Recurso hídrico	24
1.2.9. Capacidad de uso de la tierra	25
1.2.10. Uso actual del suelo	25
1.2.11. Zona de vida.....	26
1.2.12. Flora y Fauna	26
1.3. Objetivos.....	28
1.3.1. General.....	28
1.3.2. Específicos	28

1.4. Metodología.....	29
1.4.1. Croquis de la comunidad	29
1.4.2. Entrevista	29
1.4.3. Matriz FODA	29
1.4.4. Caminata en la comunidad.....	29
1.4.5. La telaraña de necesidades de todos los días	29
1.4.6. La nutrición en la comunidad	30
1.4.7. Árbol de problemas.....	30
1.4.8. Matriz de priorización de problemas	30
1.5. Resultados.....	31
1.5.1. Croquis de la comunidad	31
1.5.2. Entrevista	32
1.5.3. Matriz FODA	33
1.5.4. Caminata en la comunidad.....	34
1.5.5. La telaraña de necesidades de todos los días	36
1.5.6. La nutrición en la comunidad	36
1.5.7. Árbol de problemas.....	37
1.5.8. Matriz de priorización de problemas	38
1.6. Conclusiones.....	40
1.7. Recomendaciones	41
1.8. Bibliografía.....	42
1.9. Anexos.....	43
2. CAPITULO II: EFECTO DEL BIOFERTILIZANTE RHYZOL® (MICORRIZAS ARBUSCULARES) SOBRE EL CRECIMIENTO DE MORINGA (<i>Moringa oleifera</i>) EN CONDICIONES DE CAMPO, UBICADO EN CALZADA FLORA DE RAMOS, PLAN GRANDE, SANARATE, EL PROGRESO	44

2.1. Resumen	46
2.2. Introducción.....	47
2.3. Definición del Problema.....	48
2.4. Justificación.....	49
2.5. Marco Teórico	50
2.5.1. Marco conceptual.....	50
A. Aspectos generales de <i>Moringa oleifera</i>	50
B. Origen.....	50
C. Taxonomía y morfología	51
D. Hojas y tallo.....	51
E. Flores	52
F. Fruto	53
G. Semillas	53
H. Propiedades medicinales y nutricionales.....	54
I. Manejo agronómico de Moringa.....	55
2.5.2. Aspectos importantes de las micorrizas	57
2.5.3. Tipos de micorrizas	59
2.5.3. Importancia de la Micorrizas Arbusculares (MA)	61
2.5.4. Efecto de las micorrizas en el crecimiento de las plantas	62
2.5.5. Beneficios de las micorrizas para las plantas	63
2.5.6. Factores que afectan el desarrollo de las micorrizas	65
2.5.7. Etapas en la formación de micorrizas	65
2.5.8. Producto comercial RHYZOL®	66
2.5.9. Descripción de las micorrizas presentes en RHYZOL®	67
2.5.10. Crecimiento de una planta.....	69

2.5.11. Índice de área foliar.....	70
2.5.12. Relación beneficio/costo	71
2.5.13. Rentabilidad en un proyecto.....	71
2.5.13. Tasa de retorno marginal.....	72
2.4.2. Marco referencial	73
A. Ubicación geográfica.....	73
B. Extensiones y límites	73
C. Comunicación.....	74
D. Economía.....	74
E. Relieve	74
F. Clima.....	74
G. Recurso hídrico.....	75
H. Capacidad de uso de la tierra.....	75
I. Uso actual del suelo	75
J. Zona de vida	76
K. Flora y Fauna.....	76
L. Ensayos en el cultivo de moringa (<i>Moringa oleifera</i>) en Guatemala.....	76
2.5. Objetivos.....	78
2.5.2. General	78
2.5.3. Específicos	78
2.6. Hipótesis	79
2.7. Metodología.....	80
2.7.1 Ensayo experimental.....	80
2.7.2. Descripción de los tratamientos	80
2.7.3. Manejo agronómico	81

A. Preparación del suelo.....	81
B. Siembra.....	82
C. Aplicación del producto comercial RHYZOL®	83
D. Sistema de siembra.....	84
E. Control de malezas.....	84
F. Fertilización	85
G. Control de plagas y enfermedades.....	85
2.7.4 Material experimental	86
A. Cultivo de moringa (Moringa oleifera)	86
C. Abono orgánico	87
D. Biofertilizante RHYZOL®	87
2.7.5. Variables de respuesta.....	87
A. Crecimiento en altura de las plantas de moringa medida en cm	87
B. Crecimiento en diámetro del tronco de las plantas de moringa medido en cm	87
C. Índice de área foliar de las plantas de moringa medidas en %	88
2.7.6. Análisis de la información	88
A. Análisis estadístico de prueba de hipótesis T	88
B. Análisis económico.....	88
2.8. Resultados y discusión	89
2.8.1. Crecimiento en altura.....	89
2.8.2. Crecimiento en diámetro.....	90
2.8.3. Análisis de regresión de la altura	91
2.8.4. Análisis de regresión del diámetro.....	93
2.8.5. Datos obtenidos del IAF	94
2.8.6. Relación beneficio/costo de los tratamientos evaluados en el cultivo de moringa.	95

2.8.7. Rentabilidad del proyecto	96
2.9. Conclusiones.....	97
2.10. Recomendaciones	99
2.11. Bibliografía.....	100
2.12. Anexos.....	105
2.13. Apéndice.....	108
3. CAPITULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN LA COMUNIDAD SAN LORENZO, SANARATE, EL PROGRESO.....	110
3.1 Introducción.....	112
3.2. SERVICIO I: GUÍA PARA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN LA COMUNIDAD DE SAN LORENZO PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE SANARATE EL PROGRESO.....	113
3.2.1. Objetivos	113
3.2.2. Metodología	113
A. Identificación de diversas técnicas de captación y acumulación de agua de lluvia	113
3.2.4. Resultados	114
A. Tanque australiano para captar agua de lluvia	114
B. Tanque de agua de madera	117
C. Tonel con soporte de madera para captar agua de lluvia.....	119
D. Tonel con soporte de madera para captar agua de lluvia	121
3.2.5. Análisis de costos de los sistemas de captación de agua de lluvia.....	124
A. Tanque australiano para captar agua de lluvia	124
B. Tanque de agua de madera	125
C. Tonel con soporte de madera para captar agua de lluvia.....	125
D. Tonel con soporte de madera.....	126

3.2.5 Recomendaciones.....	127
3.2.6. Conclusiones.....	127
3.1.5. Bibliografía.....	128
3.3. SERVICIO II : CARACTERIZACIÓN ETNOBOTÁNICA DEL USO .MEDICINAL DE LAS PLANTAS NATIVAS DE LA COMUNIDAD DE SAN LORENZO, SANARATE, EL PROGRESO.	129
3.3.1. Objetivos	129
3.3.2. Metodología	129
3.3.4. Resultados	130
3.2.5. Recomendaciones.....	142
3.4. SERVICIO III: DIAGNOSTICO EN EMPRESA PALKI, S.A.....	143
3.4.1. Objetivos	143
3.4.2. Metodología	143
A. Observación al área de producción de <i>Aloe vera</i>	143
B. Conversación con jefe inmediato	144
C. Reunión con gerente de la empresa	144
D. Árbol de problemas	144
E. Matriz de priorización de problemas	144
3.4.3. Descripción del área de crecimiento de Aloe vera en maceta.....	144
A. Caracterización de la materia prima.....	144
B. Fertilización	145
C. Programa fitosanitario	145
D. Riego	145
E. Inductor de enraizamiento	145
F. Densidad de siembra	146
G. Porcentaje de sombra.....	146

H. Manejo Agronómico.....	146
3.4.5. Resultados	146
A. Fertilización.....	148
B. Programas fitosanitarios	148
C. Riego.....	149
D. Inductor de enraizamiento	149
E. Densidad de siembra.....	150
F. Porcentaje de sombra	150
3.4.5. Recomendaciones.....	157
3.5. SERVICIO IV: REFORESTACIÓN EN EL CENTRO UNIVERSITARIO	
DE EL PROGRESO -CUNPROGRESO-	153
3.5.1. Objetivos	153
3.5.2. Metodología	153
A. Reconocimiento del área a reforestar	153
B. Gestionamiento de arbolitos forestales.....	153
C. Limpieza del área a forestar.....	153
D. Siembra de arbolitos forestales.....	153
3.5.4. Resultados	154
A. Reconocimiento del área a reforestar	154
B. Gestionamiento de arbolitos forestales.....	154
C. Limpieza del área a forestar.....	155
D. Siembra de arbolitos forestales.....	156
3.5.5. Recomendaciones.....	157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la comunidad de San Lorenzo perteneciente al municipio de Sanarate, departamento de El Progreso, Guatemala.....	22
Figura 2. Comunidad San Lorenzo, vista a un lateral, industria Hispacensa.....	23
Figura 3. Desaprovechamiento de terrenos vacíos por parte de los habitantes de la comunidad San Lorenzo.....	26
Figura 4. Vegetación silvestre en la comunidad de San Lorenzo dentro del municipio de Sanarate, El Progreso.....	31
Figura 5. Croquis de la comunidad de San Lorenzo dentro del municipio de Sanarate, El Progreso.....	32
Figura 6. Entrevista al COCODE de la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso.....	33
Figura 7. Matriz FODA de la comunidad.....	33
Figura 8. Siembra de maíz con mucha maleza.....	34
Figura 9. Camino principal de terracería de la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso.....	35
Figura 10. Pequeños huertos implementados en la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso.....	35
Figura 11. Dibujo de la telaraña de las principales necesidades de la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso.....	36
Figura 12. Realización de encuestas hacia amas de casa en la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso.....	37
Figura 13 A. Encuesta elaborada para señoras amas de casa con fines de obtener información sobre la nutrición del hogar de los habitantes de la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso.....	43
Figura 14. Árbol adulto de Moringa (<i>Moringa oleifera</i>), crecida en un campo experimental.....	51
Figura 15. Detalle de la hoja de moringa (<i>Moringa oleifera</i>).....	52
Figura 16. Detalle de la flor de moringa (<i>Moringa oleifera</i>).....	52
Figura 17. Frutos de moringa (<i>Moringa oleifera</i>).....	53
Figura 18. Semillas de moringa (<i>Moringa oleifera</i>).....	54

Figura 19. Asociación de hongos micorrícicos con raíz.	57
Figura 20. Colonización de ectomicorrizas	59
Figura 21. Colonización de endomicorrizas	60
Figura 22. Principales tipos de micorrizas.	61
Figura 23. Diferencia entre una planta formada de micorrizas arbusculares 2; y sin Micorrizas	62
Figura 24. Dispersión de micorrizas beneficiando el crecimiento de las plantas.....	63
Figura 25. Beneficios potenciales de las micorrizas a las plantas cultivadas.....	64
Figura 26. Mapa de ubicación de Comunidad en donde fue realizado el ensayo experimental	73
Figura 27. Preparación del área experimental	82
Figura 28. Preparación de pilones de moringa (<i>Moringa oleifera</i>).....	83
Figura 29. Producto RHYZOL® a base de micorrizas.	83
Figura 30. Siembra de pilones de moringa (<i>Moringa oleifera</i>).....	84
Figura 31. Limpieza de malezas en el área experimental.....	85
Figura 32. Aplicación de Folidol a los pilones de moringa (<i>Moringa oleifera</i>).....	86
Figura 33. Análisis de regresión lineal para la variable de crecimiento en altura.	91
Figura 34. Análisis de regresión lineal en grafica para la variable de crecimiento en altura.	92
Figura 35. Análisis de regresión lineal para la variable de crecimiento en diámetro.....	93
Figura 36. Análisis de regresión lineal en grafica para la variable de crecimiento en diámetro	94
Figura 37A. Preparación del área experimental	105
Figura 38A. Área experimental	105
Figura 39A. Planta de moringa vista desde arriba.....	106
Figura 40A. Toma de datos en área experimental.....	106
Ilustración 41A. Evaluación de crecimiento de los pilones	107
Figura 42A. Crecimiento de pilones de moringa.....	107
Figura 43. Tanque australiano captador de agua de lluvia	117
Figura 44. Tanque captador de agua de lluvia de madera	119
Figura 45. Tonel con soporte de madera para captar agua de lluvia	121

Figura 46. Tonel recolector de agua de lluvia	123
Figura 47. A la izquierda se muestra la planta de higuierillo en campo y en la derecha planta recolectada herborizada	137
Figura 48. A la izquierda se muestra la planta de mango en campo y en la derecha planta recolectada herborizada	137
Figura 49. A la izquierda se muestra la planta de girasol silvestre en campo y en la derecha planta recolectada herborizada	138
Figura 50. A la izquierda se muestra la planta de sábila en campo y en la derecha planta recolectada herborizada	138
Figura 51. A la izquierda se muestra la planta de Chipilín en campo y en la derecha planta recolectada herborizada	139
Figura 52. A la izquierda se muestra la planta de mango en campo y en la derecha planta recolectada herborizada	139
Figura 53. A la izquierda se muestra la planta de ayote en campo y en la derecha planta recolectada herborizada	140
Figura 54. A la izquierda se muestra la planta de yuca en campo y en la derecha planta recolectada herborizada	140
Figura 55. A la izquierda se muestra la planta de buganvilia en campo y en la derecha planta recolectada herborizada	141
Figura 56. A la izquierda se muestra la planta de papaya en campo y en la derecha planta recolectada herborizada.	141
Figura 57. Caracterización de la materia prima según proveedor	148
Figura 58. Medición de EC para controlar la cantidad de sales en sustratos.	148
Figura 59. Planta dañada, presentando sintomatología de daño causado por hongo.	149
Figura 60. Sistema radicular desarrollado en maceta tamaño 21 cm.	150
Figura 61. Densidad de siembra de plantas en maceta de tamaño de 21 cm, puestas sobre block	150
Figura 62. Densidad de siembra en maceta tamaño 21 cm, puestas en camas.....	151
Figura 63. Porcentaje de luz en maceta de tamaño 21, siendo este de 100 %	151
Figura 64. Bandejas con pilones y maceta de tamaño 7 cm, bajo Zarán.....	152
Figura 65. Reconocimiento del área a reforestar.....	154

Figura 66. Gestionamiento de arbolitos en municipalidad de Guastatoya.	155
Figura 67. Limpieza del área a reforestar en lugar asignado.....	155
Figura 68. Siembra de especies forestales.....	156

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Componentes del biofertilizante RHYZOL®</i>	39
Tabla 2: <i>Prueba t para dos muestras con varianzas iguales en crecimiento en altura</i>	67
Tabla 3: <i>Prueba t para dos muestras con varianzas iguales en crecimiento en diametro</i> .	89
Tabla 4: <i>Índice de área foliar de los tratamientos evaluados</i>	90
Tabla 5: <i>Relación de beneficio/costo de la investigación realizada</i>	94
Tabla 6: <i>Análisis de varianza de la variable de crecimiento evaluada</i>	95
Tabla 7: <i>Análisis de varianza de la variable de Diámetro evaluada</i>	124
Tabla 8: <i>Análisis de costos de los sistemas de captación de agua de lluvia de tanque australiano</i>	125
Tabla 9: <i>Análisis del sistema de captacion de agua de lluvia de tanque de madera</i>	125
Tabla 10: <i>Análisis de costos del sistema de captación de agua de lluvia de tonel con soporte</i>	126
Tabla 11: <i>Análisis del sistema de captación de agua de lluvia de tonel con soporte de madera</i>	131
Tabla 12: <i>Caracterización de plantas medicinales encontradas en la comunidad de San Lorenzo</i>	132
Tabla 13: <i>Propiedades medicinales de las plantas recolectadas en la comunidad de San Lorenzo</i>	135

EFECTO DEL BIOFERTILIZANTE RHYZOL® (MICORRIZAS ARBUSCULARES) SOBRE EL CRECIMIENTO DE MORINGA (*Moringa oleifera*) EN CONDICIONES DE CAMPO, UBICADO EN CALZADA FLORA DE RAMOS, PLAN GRANDE, SANARATE, EL PROGRESO.

EFFECT OF RHYZOL® BIOFERTILIZER (ARBUSCULAR MYCORRHIZES) ON THE GROWTH OF MORINGA (*Moringa oleifera*) IN FIELD CONDITIONS, LOCATED IN CALZADA FLORA DE RAMOS, PLAN GRANDE, SANARATE, EL PROGRESO.

RESUMEN

El ejercicio profesional supervisado -EPS- de la carrera de Agronomía del Centro Universitario de El Progreso -CUNPROGRSO-, fue llevado a cabo en la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso. Se realizó el diagnóstico, el cual da a conocer las principales problemáticas con que cuenta dicha comunidad, enmarcando el desaprovechamiento del uso del suelo, ya que son poco fértiles y no hay disposición de agua potable para la agricultura, tampoco han sido aprovechados los recursos naturales pertenecientes al área como lo es las plantas medicinales y nutricionales silvestres. Debido a la situación que se vive a causa de la pandemia COVID-19, es indispensable darle importancia a la seguridad alimentaria de las familias, mayormente porque cuentan con recursos que pueden ser aprovechados por los mismos habitantes y construir nuevas fuentes de alimento y pequeños negocios.

Con respecto a la investigación, se llevó a cabo la evaluación del efecto del producto comercial Rhyzol® (micorrizas arbusculares) elaborado a base de las micorrizas arbusculares *Glomus intraradices*, *Glomus clarum*, *Glomus mosseae*, *Gigaspora margarita* y *Rhizopogon fulvigleva*, sobre el crecimiento de moringa (*moringa oleifera*) en condiciones de campo, se dio a conocer el efecto que tiene este producto en el crecimiento en altura y en diámetro sobre las plantas de moringa en un tiempo de 140 días desde su trasplante. Se utilizaron dos poblaciones, una con plantas inoculadas y otras no inoculadas; este producto no causa ningún efecto significativo en el crecimiento en altura de las plantas inoculadas con el producto en comparación con las que no fueron inoculadas, sin embargo, existe un efecto en el crecimiento en diámetro del tallo de las plantas inoculadas. Además, se demostró el índice del área foliar que fue mayor en las plantas inoculadas.

En cuanto a los servicios realizados se llevó a cabo una guía para la elaboración de captadores de agua de lluvia, mostrando una serie de captadores de agua aprovechando el recurso hídrico, en donde se muestra a detalle los materiales y la metodología para su elaboración. Además, se realizó una caracterización etnobotánica de las plantas nativas de la comunidad, mostrando los beneficios que cuentan cada una de las plantas. Se tomó en cuenta el diagnóstico realizado en la empresa PALKI, S.A., en donde se inició el EPS, sin embargo, por causas de la problemática sanitaria COVID-19 no se pudo completar dicha actividad. Por último, se ha realizado un servicio dentro del Centro Universitario de El Progreso, dentro de sus instalaciones, reforestando el área con especies forestales de la región.

**1. CAPITULO I: DIAGNÓSTICO RURAL PARTICIPATIVO DE LA COMUNIDA
SAN LORENZO, PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE SANARATE, EL
PROGRESO.**



1.1. Introducción

El municipio de Sanarate, perteneciente al departamento de El Progreso, es uno de los más importantes a nivel departamental, debido a que cuenta con una densa población y su economía es bastante fluyente. Se encuentra constituido por 25 aldeas y 34 caseríos, uno de ellos es la comunidad de San Lorenzo. Esta comunidad se encuentra localizada en el km. 57.3 ruta al Atlántico, en donde su mayor actividad para obtener alimento es la producción de maíz para el sustento familiar. Recientemente fueron incorporados algunos proyectos para la elaboración de huertos familiares, sin embargo, no se ha aprovechado el uso del suelo en su totalidad, ya que los suelos son poco fértiles y no hay disposición de agua potable para la agricultura, tampoco han sido aprovechados los recursos naturales pertenecientes al área como lo es las plantas medicinales y nutricionales silvestres. Debido a la situación que se vive a causa de la pandemia COVID-19, es indispensable darle importancia a la seguridad alimentaria de las familias, mayormente porque cuentan con recursos que pueden ser aprovechados por los mismos habitantes y construir nuevas fuentes de alimento y pequeños negocios. Por ello es indispensable darles apoyo a los habitantes de las comunidades para que establezcan las buenas prácticas agrícolas en sus cultivos y sea de provecho los recursos que contienen.

Debido a lo anterior, se estableció un plan de servicios y una investigación principal en la comunidad de San Lorenzo, en el municipio de Sanarate, departamento de El Progreso, y así se pudo contribuir con la seguridad alimentaria y disminución de la pobreza para la comunidad.

1.2. Marco referencial

1.2.1. Ubicación Geográfica

El municipio de Sanarate, se encuentra dentro del departamento de El Progreso dentro de la república de Guatemala. Es uno de los más importantes del departamento, debido a que ocupa el segundo lugar en población y el tercero en extensión con 283 Km². se localiza en 14° 47' 12" de latitud y 90° 12' 02" de longitud. Está integrado por 25 aldeas y 34 caseríos, ocupando este municipio el tercer lugar en superficie, superado por San Agustín Acasaguastlán y Morazán. La comunidad de San Lorenzo se encuentra ubicada en km. 57.3 ruta al Atlántico, perteneciente a la región I de Sanarate, esto significa que es una comunidad ubicada en la Carretera Jacobo Árbenz Guzmán (CA-9 Ruta al Atlántico). En esta se desarrollan actividades comerciales, industriales y agroindustriales del municipio. Siendo el esta comunidad perteneciente al centro de convergencia del municipio (MiProgresoGT, 2016).



Figura 1. Localización de la comunidad de San Lorenzo perteneciente al municipio de Sanarate, departamento de El Progreso, Guatemala. Google Earth Pro. (2021).

1.2.2. Extensión y límites

El municipio cuenta con una extensión territorial de 283 Km². Colinda al norte con el municipio de Morazán y el municipio de Salamá perteneciente al departamento de Baja Verapaz; al este con los municipios de Guastatoya y Sansare, pertenecientes al departamento

de El Progreso; al sur limita con el departamento de Jalapa; al oeste con los municipios de San Antonio La Paz, perteneciente al departamento de El Progreso, con San José del Golfo y Chuarrancho, pertenecientes al departamento de Guatemala. La comunidad de San Lorenzo se encuentra ubicada en medio de las industrias Guaparqué e Hispacensa (Valladares, 2017).

1.2.3. Comunicación

Este municipio se comunica con la ciudad capital por medio de la carretera Jacobo Árbenz Guzmán cuyo nombre fue oficial en el sistema de la red vial de Guatemala. Sin embargo, esta ruta es conocida como Carretera al Atlántico. La comunidad de San Lorenzo cuenta con una entrada única, en medio de las industrias de Guaparque e Hispacensa, en un camino de terracería en toda la comunidad (Fuentes, 2015).



Figura 2. Comunidad San Lorenzo, vista a un lateral, industria Hispacensa. Colindres F. (2020).

1.2.4. Economía

El municipio de Sanarate es uno de los más comerciantes en todo el departamento de El Progreso, ya que existen muchos almacenes de ropa, tiendas de abarrotería, tiendas de zapatos, tiendas de aparatos eléctricos, comedores, panaderías, carnicerías, gasolineras, talleres mecánicos, barberías, salas de belleza, entre muchos otros establecimientos comerciales. Así también se encuentran empresas tales como Cementos Progreso, Hispacensa, Guaparque, entre otros. Actualmente no se cuenta con estadísticas agropecuarias en cuanto a las cosechas y producción agrícola. El municipio de San Lorenzo, cuenta con

actividad económica principalmente de la producción de frijol y maíz, así también otras actividades (MiProgresoGT, 2016).

1.2.5. Ambiente natural

El municipio cuenta con una topografía, vocación del suelo, y aridez en los terrenos no apta para un frondoso bosque. Cuenta con un bosque promedio de 10,192 hectáreas, entre coníferas y especies propias del lugar. Este bosque se encuentra de manera dispersa, localizándose su mayoría en los límites del departamento de Jalapa. El mayor bosque es de monte espinoso subtropical, así como en la comunidad de San Lorenzo, en donde la vegetación es propia del monte espinoso subtropical (MiProgresoGT, 2016).

1.2.6. Relieve

Sanarate cuenta con la montaña Las Guacamayas, así como también varios cerros que se imponen con su presencia para poder hacer pendientes y hondonadas que hacen que el territorio cuente con un relieve quebrado. Los cerros con los que cuenta este municipio son La Vigía, de Fuego, Piedra de Cal, de Pino, Alto, Las Pitahayas, Ojo de Agua, Almolonga, La Presa, La Palma, Las Guacamayas, El Pinalito y Peña de la Virgen. (MiProgresoGT, 2016).

1.2.7. Clima

Según el INSIVUMEH, los promedios de temperatura muestran unas variantes con una máxima de: 30°C en las épocas de verano, en donde corresponde a los meses de marzo a junio y con una mínima de 18°C, esta es variable según sea el invierno que se presente de mayo a octubre, en los meses de noviembre a febrero se muestra una temperatura media de 27°C. En Sanarate es bastante escasa la lluvia, se obtiene un promedio anual de 500 a 799 mm con algunas variantes, estas lluvias se presentan en los meses de julio a octubre, con un promedio de 100 a 125 días de lluvia teniendo en cuenta la canícula (Fuentes, 2015).

1.2.8. Recurso hídrico

En el municipio se encuentran tres micros cuencas hidrográficas que drenan en el Río Motagua, siendo estos la del Río Los Plátanos, Río Agua Caliente y Río Las Vacas. La primera proviene de la ciudad de Guatemala, la segunda del municipio de Jalapa y Santa Rosa y la tercera de San Antonio La Paz. Además, en el municipio se encuentran muchos

riachuelos y corrientes no permanentes que alimentan las micro cuencas anteriormente mencionadas, en estas se pueden encontrar como, por ejemplo, Agua Blanca, Agua Colorada, Briseña, Monte Grande, Pila Escondida, El Sinaca, El Arco, El Barro, El Jute, La Hamaca, El Limar, entre otros. En la comunidad de San Lorenzo no recorre ningún río cercano, y recientemente fue incorporado un tanque de captación de agua para abastecer las necesidades de los habitantes (Fuentes, 2015).

1.2.9. Capacidad de uso de la tierra

El suelo tiene una capacidad de vital importancia para el municipio, mayormente para la producción agropecuaria, la tierra es usada mayormente para suelos anuales o temporales y en otras con menor medida, para otras actividades económicas. Los suelos predominantes del municipio son de tipo ondulado e inclinado, y con características texturales de arenosas, arcillosas y franco arcillosas, con una pendiente de aproximadamente de 0 a 5% (Fuentes, 2015).

1.2.10. Uso actual del suelo

Un problema que se tiene en muchos lugares de la comunidad es la degradación del suelo por altos niveles de erosión hídrica. En otros lugares de Sanarate es por la pérdida de la fertilidad de los suelos, por la degradación genética de las semillas, por la presencia de plagas en especial por el gusano cogollero y también por la falta de prácticas de conservación del suelo para las comunidades que se dedican a cultivar en laderas como por ejemplo en las aldeas Santa Lucía, Los Ocotes, Quebrada Grande, y Montepeque. Los suelos del municipio cuentan con variedad en sus características refiriéndonos al color, textura, pH y profundidad. En la comunidad de San Lorenzo cultivan maíz y frijol para autoconsumo, sin embargo, no existe un aprovechamiento y uso del suelo máximo, por falta de capacitación y falta de recursos (Fuentes, 2015).



Figura 3. Desaprovechamiento de terrenos vacíos por parte de los habitantes de la comunidad San Lorenzo. Colindres F. (2020).

1.2.11. Zona de vida

El municipio se encuentran distintas zonas de vida tales como Monte espinoso subtropical, esta zona se encuentra localizada en el límite del municipio de Guastatoya. La vegetación está constituida mayormente por Limoncillo, Guayacán, Cactus, Nopal, Tuna, entre otros; Bosque seco subtropical, esta zona se encuentra localizada en la cabecera municipal incluyendo las aldeas de El conacaste, Los llanos y Agua Salógrega. La vegetación que se puede encontrar en esta zona es Yaje, Ceibillo, entre otros. Los suelos en esta área son bastante homogéneos en cuanto a su profundidad y textura; Bosque húmedo subtropical, esta zona se encuentra localizada en las aldeas de Montepeque y Quebrada Grande. La vegetación que predomina en esta área es Pino Colorado, Roble, Encino, Nance, algunos frutales, entre otros (Fuentes, 2015) .

1.2.12. Flora y Fauna

La diversidad de flora que se encuentra en el municipio es propia de las zonas semiáridas, entre ellas tenemos, achiote, almendro, amate, anona, aripín, bambú, brasil, buruche, campeche, cacao, caoba, cedro, capulín, casuarina, caulote, ceiba, chaparrón, chaperno, chaquiro, chawai, chichipate, chico, ciprés común, conacaste, copal cortecho, cuajado, cushin, cuyón, encino, encino negro, eucalipto, flor amarillo, guanaba, guarumo, guayabo, guayacán, maguey, lagarto, lima, limón, mamey, mandarina, mango, pino de ocote, marañón, plumajillo, morro, roble, palo blanco, trueno, upay, quebracho, árboles frutales y

yaje. En cuanto a la fauna, a pesar de que las condiciones de humedad no son buenas y las temperaturas son altas, el municipio cuenta con especies de animales tales como comadreas, conejos, iguanas, tecolotes, gavilanes, tacuazín, codornices, cantadoras, venados, armadillos, pijuy, tórtolas, coyotes, gatos de monte, ranas, sapos, serpientes, tortugas, entre otros (Fuentes, 2015).

1.3. Objetivos

1.3.1. General

- ✓ Elaborar un diagnóstico rural participativo en comunidad San Lorenzo perteneciente al municipio de Sanarate, El Progreso.

1.3.2. Específicos

- ✓ Identificar mediante el uso de herramientas de diagnóstico, los principales problemas que afectan la comunidad de San Lorenzo, perteneciente al municipio de Sanarate, El Progreso.
- ✓ Conocer el uso actual del suelo por los habitantes de la comunidad de San Lorenzo, perteneciente al municipio de Sanarate, El Progreso.
- ✓ Conocer el aprovechamiento actual de las plantas nativas silvestres y comestibles en la comunidad de San Lorenzo, perteneciente al municipio de Sanarate, El Progreso.
- ✓ Elaborar una propuesta de investigación y una serie de servicios a realizar en la comunidad de San Lorenzo, perteneciente al municipio de Sanarate, El Progreso.

1.4. Metodología

El desarrollo del diagnóstico fue efectuado a partir de la ejecución de un plan, se hizo uso de herramientas de diagnóstico basadas principalmente en la creatividad y en la búsqueda de problemas que presentó la comunidad de San Lorenzo, que llevó a una solución eficiente. El diagnóstico fue llevado a cabo mediante el uso de las siguientes herramientas.

1.4.1. Croquis de la comunidad

Se realizó con ayuda del -COCODE- y de dos personas habitantes de la comunidad que conocen con exactitud el área en donde habitan, luego se realizó un mapa comunitario completo, con sus límites, orientación, distancia de otras comunidades, caminos, ríos, casas, escuelas, iglesia, cultivos agrícolas, entre otros. Se construyó con ayuda de hojas de papel y marcadores.

1.4.2. Entrevista

Esta herramienta fue implementada a 5 habitantes de la comunidad, se eligieron de forma al azar, fueron visitados a su casa para ser entrevistados. Y así se pudo dar a conocer los problemas y necesidades con que ellos cuentan como comunidad.

1.4.3. Matriz FODA

Esta herramienta fue empleada para la visualización gráfica de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se presentaron en la comunidad, estos datos fueron recopilados mediante la conversación con los comunitarios y observación en la comunidad en general.

1.4.4. Caminata en la comunidad

Se realizó una caminata por la comunidad en donde se identificó mediante la observación la situación actual de esta, se llevó a cabo en los caminos principales y en donde se encontraba más poblado, también se observaron los huertos y la vegetación con que cuentan. Así también la actividad económica que se maneja dentro de la comunidad, se tomaron fotografías de lo relevante.

1.4.5. La telaraña de necesidades de todos los días

Se realizó por medio de gráficas, luego que se realizó la entrevista, el mapa a futuro y la caminata por la comunidad. Y así se evaluó las principales necesidades de las familias con

que se encuentran actualmente. Se obtuvo así una visión de lo que pudo ser mejorado o implementado para beneficio de los mismos, según también con los recursos que disponían.

1.4.6. La nutrición en la comunidad

Esta información fue recopilada por medio de encuestas elaboradas para 10 mujeres amas de casa de la comunidad, se llevaron estas encuestas a cada una de las 10 casas, con el debido respeto, sabiendo que contaban con el tiempo y la disposición de ser encuestadas. Estas encuestas fueron llevadas únicamente a mujeres, ya que son ellas las que manejan el tema de alimentación para su familia, además tienen en cuenta los gastos en alimentos y la necesidad con que viven día a día.

1.4.7. Árbol de problemas

Esta herramienta fue utilizada para concluir la información recopilada mediante las herramientas anteriormente utilizadas, se dieron a conocer las necesidades reales y los problemas con que contaban los habitantes de la comunidad San Lorenzo.

1.4.8. Matriz de priorización de problemas

Esta herramienta fue llevada a cabo luego de ser realizado el árbol de problemas, se describió así la priorización de cada uno de los problemas encontrados en la comunidad.

1.5. Resultados

Mediante el uso de herramientas de diagnóstico, se identificaron los principales problemas y necesidades con que contaba la comunidad de San Lorenzo, ubicada en el municipio de Sanarate, El Progreso. Esta comunidad es un poco marginada, ya que cuentan con ingresos económicos medio-bajos, se encuentra localizada en una zona poco apta para la agricultura ya que los suelos no son ricos en materia orgánica y son bastante pedregosos, sin embargo, una de la fuente de alimento principal es el maíz y sus derivados por lo que se ven en la necesidad de cultivar. La comunidad cuenta con una gran parte de siembra de maíz por parte de las familias, siendo este la base de alimento de los hogares de San Lorenzo. Sin embargo, el desconocimiento del manejo agronómico se ve reflejado, la comunidad cuenta con mucha vegetación silvestre, por lo que la maleza es un problema para el cultivo de maíz. La falta de agua es factor relevante en la falta de producción agrícola, ya que no cuentan con este recurso vital para establecer huertos familiares o comunales.



Figura 4. Vegetación silvestre en la comunidad de San Lorenzo dentro del municipio de Sanarate, El Progreso. Colindres F. (2020).

1.5.1. Croquis de la comunidad

El croquis de la comunidad fue realizado con ayuda del COCODE, se dieron a conocer las colindancias y las calles y casas ubicadas, así como el área vegetal que se encuentra, también

se pudo identificar los espacios en donde se encuentran ubicados unos pequeños huertos familiares aledaños a la escuelita de la comunidad.

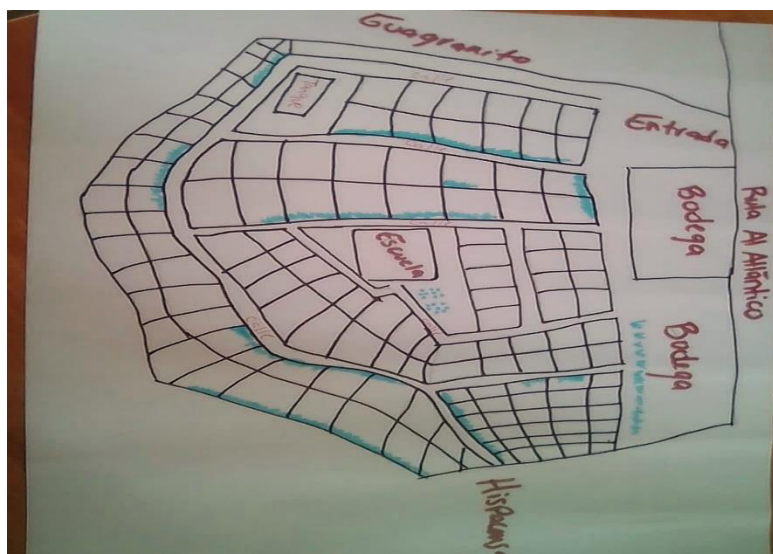


Figura 5. Croquis de la comunidad de San Lorenzo dentro del municipio de Sanarate, El Progreso. Colindres F. (2020).

1.5.2. Entrevista

Se realizó una entrevista a los comunitarios y a las autoridades del –COCODE–, en donde hicieron saber las necesidades y problemas reales con que cuentan. Siendo estas las siguientes:

- ✓ La falta de agua potable
- ✓ Falta de apoyo por parte de autoridades comunitarias
- ✓ Poca ayuda con sus cultivos de maíz y frijol
- ✓ Madres solteras sin apoyo económico
- ✓ Molestias a causas del polvo proveniente de las empresas cercanas
- ✓ Falta de espacio para producir sus propios alimentos
- ✓ Suelos pobres en materia orgánica
- ✓ Falta de seguimiento a los proyectos comunitarios



Figura 6. Entrevista al COCODE de la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso. Daniel Quezada (2020).

1.5.3. Matriz FODA

Con esta herramienta se pudo determinar a detalle las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la comunidad. Dándose a conocer a continuación:



Figura 7. Matriz FODA de la comunidad. Colindres F. (2020).

1.5.4. Caminata en la comunidad

Se realizó una caminata en toda el área de la comunidad, yendo por los caminos más importantes y observando los recursos disponibles con potencialidad, así también como los principales problemas y necesidades, confirmando lo entrevistado por las autoridades de la comunidad –COCODE-. Se pudo observar un proyecto de un tanque de agua para abastecer de agua potable a los comunitarios, sin embargo, aún no es suficiente para suministrar de agua potable a los comunitarios, por lo que deben comprar semanalmente toneles de agua. Al realizar la caminata, se observó gran parte de vegetación en las orillas de los caminos y terrenos vacíos, vegetación que pudiera contener un uso importante por los habitantes. En los terrenos donde se siembra maíz se observó que no cuentan con un manejo agronómico adecuado y la maleza es un factor importante que se observa dentro de los cultivos, siendo importante tomar en cuenta ya que puede influir en el rendimiento de la cosecha.



Figura 8. Siembra de maíz con mucha maleza. Daniel Herrera (2020).

Los caminos de la comunidad son totalmente de terracería y en invierno, se forma una quebrada que afecta el paso de las personas. No se han realizado proyectos ni mejoras en la infraestructura de la comunidad.



Figura 9. Camino principal de terracería de la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso. Colindres F. (2020).

Además, se observó un pequeño huerto comunitario que se estableció con algunas hortalizas, sin embargo, no se les ha dado el suficiente cuidado requerido y están en cierto abandono. En no ha sido establecido un buen y técnico huerto comunitario porque según el COCODE, no hay suficiente materia orgánica o abono para nutrir el suelo poco fértil con que cuentan.



Figura 10. Pequeños huertos implementados en la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso. Colindres F. (2020).

1.5.5. Telaraña de necesidades diarias

Esta se realizó según las respuestas obtenidas en la entrevista a las autoridades –COCODE- y algunos habitantes, el croquis y la caminata realizada en la comunidad. Se tuvo una visión más clara acerca de las necesidades puramente familiares con que cuentan actualmente, por lo que se ha obtenido:

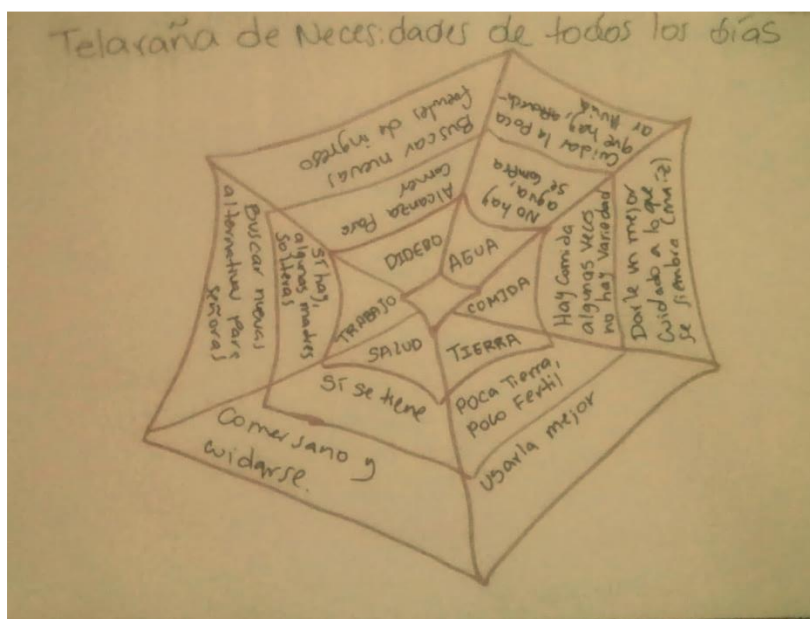


Figura 11. Dibujo de la telaraña de las principales necesidades de la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso. Colindres F. (2020).

1.5.6. La nutrición en la comunidad

Se obtuvieron los datos por medio de una encuesta a cerca de la nutrición de los habitantes de la comunidad. Siendo estos:

- ✓ Las señoras amas de casa compran sus alimentos vegetales, ya que no pueden ser producidos.
- ✓ Consumen 3 tiempos de comida.
- ✓ Tienen una dieta variada, principalmente de frijol y tortilla.
- ✓ Procesan el maíz para obtener masa y hacer tortillas y otros derivados.
- ✓ No cuentan con una venta de verdura cercana.

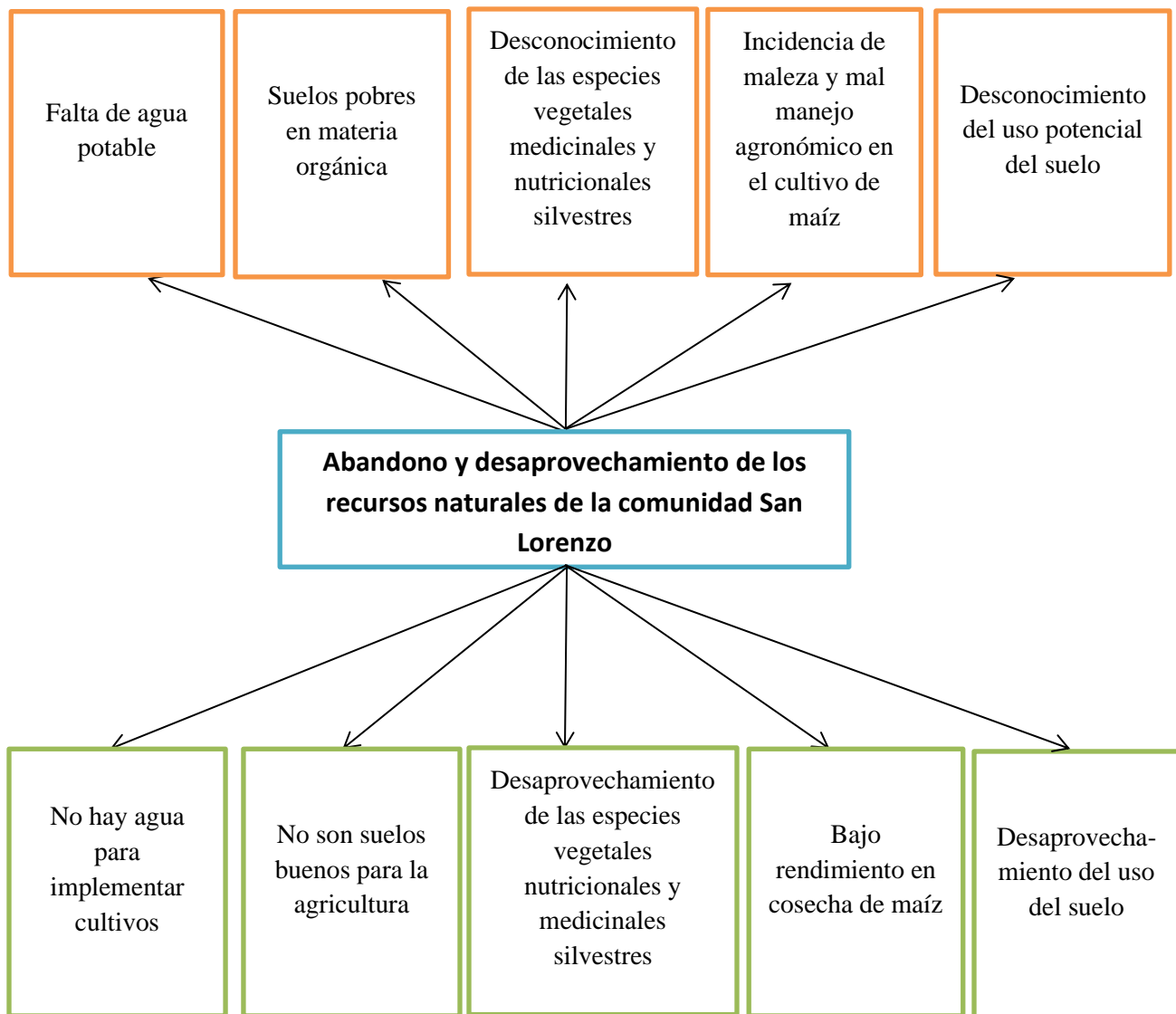
- ✓ La mayoría de los habitantes no han cambiado su dieta alimentaria a causa del COVID-19.
- ✓ El principal alimento para los niños es la Incaparina.
- ✓ Les gustaría producir sus propios alimentos, sin embargo, no cuentan con el espacio suficiente.
- ✓ A la mayoría de señoras les gustaría pertenecer a un huerto comunitario, sin embargo, las condiciones edáficas y falta del recurso agua no se los permite.



Figura 12. Realización de encuestas hacia amas de casa en la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso. Jácamo B. (2020).

1.5.7. Árbol de problemas

Esta herramienta se utilizó para concluir la información recopilada mediante las herramientas anteriormente utilizadas, se dieron a conocer las necesidades reales y los problemas con que cuentan los habitantes de la comunidad San Lorenzo.



1.5.8. Matriz de priorización de problemas

Esta herramienta se llevó a cabo luego de ser realizado el árbol de problemas, se describió así la priorización de cada uno de los problemas encontrados en la comunidad. Además de ser descrito el % de solución que se le puede dar a cada uno de ellos.

En la primera columna se plasmaron los problemas identificados según su prioridad, en las columnas adyacentes se describe la magnitud con una cantidad en porcentaje de 10% a 100%; la gravedad se describe entre grave, medianamente grave y leve; en la capacidad de posibles soluciones se describe en muy alta, alta y baja; y en el beneficio de la solución del problema se describe en muy alto, alto y bajo.

Tabla 1.

Matriz de priorización de problemas de la comunidad de San Lorenzo.

problema	Magnitud	Gravedad	Capacidad de posibles soluciones	Beneficio
Incidencia de maleza y mal manejo agronómico en el cultivo de maíz	80%	grave	Alta	Muy alto
Suelos pobres en materia orgánica	80%	grave	Baja	Muy alto
Desconocimiento de las especies vegetales medicinales y nutricionales silvestre	60%	Medianamente grave	Alta	Muy alto
Falta de agua potable	100%	Muy grave	Baja	Muy alto
Desconocimiento del uso potencial del suelo	60%	Medianamente grave	Alta	Alto

Fuente: Elaboración propia.

1.6. Conclusiones

- ✓ Se identificaron los principales problemas que afectaban a la comunidad de San Lorenzo, en donde las necesidades se hicieron notorias debido al abandono de la elaboración de proyectos por parte de las autoridades correspondientes. Los principales problemas focalizados fueron la incidencia de maleza y mal manejo agronómico en el cultivo de maíz, suelos pobres en materia orgánica, el desconocimiento de las especies vegetales medicinales y nutricionales silvestres, la falta de agua potable y el desconocimiento del uso potencial del suelo. Por lo que es indispensable darles prioridad a los problemas con mayor porcentaje de magnitud y un alto porcentaje de poder solucionado a un corto plazo.
- ✓ El suelo es utilizado mayormente para viviendas, siembra de maíz y sitios abandonados con mucha vegetación. Los suelos son talpetate en su gran mayoría con poca materia orgánica, por lo que no son del todo aptos para la agricultura, sin embargo, la producción del cultivo de maíz ha sido incorporado en algunas zonas de la comunidad, por lo que es importante darle un buen manejo agronómico para que los habitantes tengan buen rendimiento de sus cosechas y pueda contribuir con la seguridad alimentaria mayormente por la situación actual a causa del COVID-19.
- ✓ Hay mucha vegetación silvestre nativa, sin embargo, no ha sido del todo aprovechada debido al desconocimiento de las plantas y sus usos medicinales y nutricionales.
- ✓ Mediante la determinación de los problemas en la comunidad de San Lorenzo se dio prioridad a algunos problemas encontrados que pueden ser corregidos o bien a darles inicio para que su impacto no sea del todo negativo.

1.7. Recomendaciones

- ✓ Realizar un mapa para indicar el uso actual de la tierra de la comunidad de San Lorenzo perteneciente al municipio de Sanarate, El Progreso. Para así conocer el aprovechamiento y desaprovechamiento de la tierra de la comunidad.
- ✓ Realizar proyectos para arreglar las vías de acceso hacia la comunidad, ya que todos los caminos son totalmente de terracería y se dificulta el paso en el invierno, esto no permite que la comunidad pueda alzar sus fortalezas y realizar un futuro prometedor en cuanto al aprovechamiento de sus recursos.
- ✓ Darle seguimiento a cada uno de los proyectos propuestos en este trabajo, para beneficio de muchos habitantes de esta comunidad y así avanzar en el desarrollo del municipio de Sanarate. Iniciar con el cambio, hacia un mejor futuro.

1.8. Bibliografía

- Barreto, L. (2004). *Árbol de problemas*. Recuperado el 19 de Junio de 2020, de [https://sswm.info/es/taxonomy/term/2647/problem-tree-analysis#:~:text=\(Resumen%20Ejecutivo\)](https://sswm.info/es/taxonomy/term/2647/problem-tree-analysis#:~:text=(Resumen%20Ejecutivo))
- Barrios, L. (2010). *Manual de Diagnóstico Rural Participativo*. Guatemala, Guatemala .
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2008). *Diagnóstico Rural Participativo y Planificación Comunitaria*. Managua, Nicaragua .
- Fuentes, C. (2015). *Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión en el municipio de Sanarate* (Tesis). USAC, Guatemala.
- Martín, J. (2018). *Matriz de prioridades*. Recuperado el 19 de Junio de 2020, de <https://www.cerem.es/blog/que-es-y-como-hacer-una-matriz-de-priorizacion#:~:text=Una%20matriz%20de%20priorizaci%C3%B3n%20es,apropiadas%20ante%20un%20objetivo%20determinado.>
- Miguel, M. L. (2015). *La conversación como herramienta de aprendizaje*. Recuperado el 19 de Junio de 2020, de <http://aquavitacoaching.com/la-conversacion-como-herramienta-de-aprendizaje/>
- MiProgresoGT. (2016). *Datos generales de Sanarate*. Recuperado el 7 de Julio de 2020 de: https://miprogresogt.com/Informaci%C3%B3n_General_De_Sanarate.html
- Raffino, M. (2020). *Concepto de entrevista*. Recuperado el 15 de Julio de 2020, de <https://concepto.de/entrevista/>
- Valladares, L. (27 de Julio de 2017). *GUATEMALA.COM*. Recuperado el 7 de Julio de 2020, de Municipio de Sanarate, El Progreso : <https://aprende.guatemala.com/historia/geografia/municipio-de-sanarate-el-progreso/>

1.9. Anexos

Encuesta Nutrición De La Comunidad

1. ¿Cómo obtienen su familia los alimentos vegetales?
Los producen Los compran Otra fuente _____

2. ¿Cuántas comidas diarias consumen los miembros de su hogar?
1 2 3 4 Otra _____

3. ¿Qué tipo de alimento es más consumido por los miembros de su hogar?
Hortalizas Frutas Carnes Otra _____

4. ¿Procesa alguno de los alimentos que compra o produce?
Sí No Me gustaría, pero no sé como

5. ¿Cuenta con una venta de verduras y frutas dentro de su comunidad?
Sí No Sí, pero no cubre mis necesidades No, pero me gustaría

6. ¿Ha cambiado sus hábitos alimenticios últimamente a causa de la crisis causada por el COVID-19?
Sí ¿Por qué? _____
No

7. ¿La economía familiar le es suficiente para comprar los alimentos necesarios?
Sí No

8. ¿Cuál es el principal alimento para los niños de su hogar?
Frutas y verduras Carnes Comida rápida Otra _____

9. ¿Le gustaría producir sus propias hortalizas para consumo familiar?
Sí No

10. Si la respuesta fue Sí a la pregunta anterior, ¿Le gustaría que su familia perteneciera a la elaboración de un huerto comunitario?
Sí No

Figura 13A. Encuesta elaborada para señoras amas de casa con fines de obtener información sobre la nutrición del hogar de los habitantes de la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, El Progreso. Fuente propia (2020).



2. CAPITULO II: EFECTO DEL BIOFERTILIZANTE RHYZOL® (MICORRIZAS ARBUSCULARES) SOBRE EL CRECIMIENTO DE MORINGA (*Moringa oleifera*) EN CONDICIONES DE CAMPO, UBICADO EN CALZADA FLORA DE RAMOS, PLAN GRANDE, SANARATE, EL PROGRESO.

EFFECT OF RHYZOL® BIOFERTILIZER (ARBUSCULAR MYCORRHIZES) ON THE GROWTH OF MORINGA (*Moringa oleifera*) IN FIELD CONDITIONS, LOCATED IN CALZADA FLORA DE RAMOS, PLAN GRANDE, SANARATE, EL PROGRESO.

2.1. Resumen

Moringa oleifera es la especie más conocida del cultivo de moringa, siendo un árbol originario del sur de la India. En Guatemala se cultiva esta planta, mayormente en el departamento de Zacapa y El Progreso. Este árbol presenta un alto contenido nutricional y medicinal por poseer un alto nivel de proteínas, aminoácidos esenciales, antioxidantes, vitamina A y C, hierro, fósforo y potasio. Este cultivo cuenta con un gran potencial por sus altas propiedades nutricionales y medicinales, pudiendo subsanar deficiencias alimentarias en el país. Una alternativa para aumentar la producción son las micorrizas, siendo estas la asociación simbiótica entre las raíces de las plantas y micelios de los hongos. El objetivo principal fue evaluar el efecto del biofertilizante RHYZOL[®] de la casa comercial Agroindustrias Successo, S.A., elaborado a base de las micorrizas arbusculares *Glomus intraradices*, *Glomus clarum*, *Glomus mosseae*, *Gigaspora margarita* y *Rhizopogon fulvigleba*, en plantas de moringa (*Moringa oleifera*) en condiciones de campo.

Se utilizaron dos grupos de plantas, cada uno contaba con una población de 15 árboles. Los tratamientos fueron: T1, siendo las plantas inoculadas con micorrizas y T2. Las variables de respuesta fueron crecimiento en altura, crecimiento en diámetro e índice de área foliar (IAF). Los datos para evaluar las variables de crecimiento se tomaron en el día del momento del trasplante de los pilones, es decir en el día en que fueron sembrados los pilones con 15 días de edad, luego se tomaron los siguientes datos al finalizar el ensayo, a los 4 meses después del trasplante de los pilones. Mediante un análisis de prueba de hipótesis se determinó que no existe una diferencia significativa en crecimiento en altura, no existe un efecto al aplicar el biofertilizante RHYZOL[®] en la parte de crecimiento en altura en la etapa inicial del cultivo. Mediante esta prueba también se determinó que sí existe una diferencia significativa en el crecimiento en diámetro al utilizar este producto.

Se tomaron datos cada diez días desde la siembra durante cuatro meses, se midieron en ambos tratamientos el crecimiento en altura y en diámetro de las plantas para determinar que existe una tendencia lineal, se indicó que hay una relación positiva entre el crecimiento en altura y en diámetro de las plantas y el tiempo, es decir, que conforme aumente el tiempo el crecimiento aumentará de forma exponencial en las condiciones edafológicas y climáticas de la comunidad Calzada Flora de Ramos, Sanarate, El Progreso.

2.2. Introducción

El recurso suelo es uno de los ecosistemas con mayor biodiversidad del planeta, ya que en él se encuentran una gran variedad de organismos, como lo son los artrópodos, arácnidos, nematelmintos y los microorganismos como bacterias, algas y hongos. Estos últimos microorganismos mencionados constituyen un gran reino, entre ellos se encuentran los hongos micorrizógenos, los cuales son capaces de colonizar las raíces de las plantas y formar una asociación simbiótica en donde la planta y el hongo se benefician mutuamente dentro de la rizosfera. Estos hongos facilitan la absorción de los nutrientes a las plantas hospederas, además de facilitarle la absorción de agua y darle mayor inmunidad contra agentes patógenos; obteniendo las plantas mejores condiciones que influyen en el desarrollo y crecimiento de estas.

Por lo tanto, es necesario generar información a través de la investigación sobre el comportamiento de este hongo micorrícico en distintas especies vegetales de importancia nutricional y medicinal, para obtener resultados que se puedan aplicar y replicar para beneficio de la producción de estas especies vegetales.

Moringa oleifera es una especie forestal proveniente de la India, este es un árbol perenne con muchos beneficios y propiedades medicinales y nutricionales, aunque estas cualidades no se han explotado del todo aún. Actualmente muchas organizaciones están implementando esta planta en el tema de la seguridad alimentaria por sus múltiples cualidades mencionadas. El Progreso es un departamento con las condiciones óptimas y favorables para la producción de este árbol y dando a conocer sus múltiples usos se puede llegar a tener una alternativa para combatir la desnutrición en el departamento y en el país.

En la investigación ejecutada durante el Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-, se realizó la evaluación de los tratamientos de plantas de moringa inoculadas y no inoculadas con micorrizas con el biofertilizante RHYZOL[®], para evaluar el crecimiento durante la etapa inicial del cultivo, se determinó el comportamiento del crecimiento en la altura y diámetro del tallo, además del índice de área foliar. Se demostró que no existe diferencia significativa en el crecimiento en altura de la población de plantas inoculadas con el producto, por el contrario, se ha demostrado que existe una diferencia significativa en el crecimiento del diámetro de la población de plantas inoculadas con el producto.

2.3. Definición del Problema

La aplicación de micorrizas influye en el incremento de agua y nutrientes para plantas forestales, proporcionándole muchas ventajas (Morten, 2002). La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización de la Salud (OMS) definen esta planta como “el alimento de primer orden en el mundo y el descubrimiento del siglo”. Hace unos años fue cultivada esta planta en mayores extensiones en Guatemala, mayormente en los departamentos de El Progreso y Zacapa, ya que cada vez se está divulgando el conocimiento acerca de esta planta en muchas personas. Organizaciones tales como la FAO y la OMS, que se ocupan en mejorar la nutrición del país y del mundo, optan por consumirla.

Existen muchas técnicas y procesos que pueden mejorar y contribuir en el buen desarrollo de esta planta tan beneficiosa. La micorrización es la asociación simbiótica entre un hongo micorrícico y la raíz de una especie vegetal, en donde ambos se ayudan mutuamente obteniendo un gran beneficio recíproco. Por lo que se recopiló información y amplió el conocimiento sobre esta técnica altamente efectiva de micorrización para contribuir con el rendimiento y crecimiento de moringa.

2.4. Justificación

La planta de moringa (*Moringa oleifera*) es llamada “La planta milagrosa” ya que es muy generosa con sus muchas propiedades, sean medicinales y nutricionales, pudiéndose llegar a aprovechar para múltiples usos como según lo menciona la OMS y la FAO. Puede ser consumida todas sus partes hablando de su corteza, hojas, raíz, frutos y semillas; prácticamente pueden ser consumidas todas las partes de esta increíble planta. De acuerdo con el Consejo Nacional de Investigación de Salud de los Estados Unidos, tiene un gran potencial de mejorar la nutrición de las personas y por ello es tan valiosa en la seguridad alimentaria y puede contribuir en gran manera con el desarrollo rural.

Este cultivo en los últimos años ha sido implementado en Guatemala específicamente en los departamentos de El Progreso y Zacapa, por la adaptabilidad a sus condiciones ambientales de la región y por la necesidad de producir esta planta de gran beneficio, ya que se está dando a conocer sus propiedades y cada vez más personas están conscientes de ello. Se han realizado investigaciones por la FAO, OMS, etc., en el área alimenticia y nutricional de esta planta, sin embargo, no ha sido tan estudiada el área agrícola donde su producción puede ser mejorada en cuanto a su rendimiento, elaborando nuevos métodos de producción agrícola, aplicando las BPA.

La micorrización consiste en poner en contacto una raíz con algún tipo de hongo micorrícico a través de un proceso de inoculación por medio del uso de esporas o micelio, el cual se está dando a conocer y puede ser promovida para que los agricultores tengan conocimiento de este proceso tan eficiente ya que a través de las micorrizas las plantas obtienen más alimento y agua, creando una defensa contra patógenos que pueden influir en el rendimiento de la producción. Por lo tanto, la micorrización en el cultivo de moringa puede ser aprovechada por los habitantes de la comunidad de Calzada Flora de Ramos, Plan Grande, Sanarate, El Progreso, obteniendo beneficios directos ya que puede ser aprovechada la producción a gran escala y mejorando la economía de la comunidad. Se obtuvo mayor investigación en el efecto de la inoculación de micorrizas sobre el crecimiento de moringa para incrementar la producción. El fin de esta investigación es para que muchos agricultores, técnicos agrícolas, etc., de moringa tomen en cuenta esta metodología para innovar e implementar la micorrización en relación con la seguridad alimentaria.

2.5. Marco Teórico

2.5.1. Marco conceptual

A. Aspectos generales de *Moringa oleifera*

Esta planta es llamada “Árbol de la vida” por sus múltiples beneficios medicinales y nutricionales. Es comúnmente llamada Moringa en Guatemala, aunque en otros países se le conoce como Ben, árbol del ben, Marango, Cedro, Rábano picante y Ángela (Camaléo, 2002). Este árbol tiene un tamaño pequeño y su crecimiento es bastante acelerado, alcanzando normalmente un tamaño de 10 a 12 m de alto. Su copa es abierta con muchas ramas inclinadas y bastante frágiles, con un follaje con hojas pinadas en tres, una corteza gruesa y blanquecina. Su valor es principalmente por sus frutos, hojas, flores, raíces y por su aceite que es comestible, realmente es muy aprovechable la mayor parte de sus partes (Parrotta, 1993).

B. Origen

La moringa es el único género de la familia Moringaceae, este género comprende 13 especies en donde todas las especies son árboles de climas tropicales y subtropicales. La especie más común es la *Moringa oleifera*, siendo este un árbol originario de Kerala, India. Aunque esta planta proviene propiamente de la India y del norte de África, se adapta perfectamente a los climas tropicales por ello se ha establecido en el istmo centroamericano, principalmente en Costa Rica y Nicaragua. La moringa es la que predomina en estas zonas, además es la que posee mayores propiedades medicinales y curativas que se mencionarán adelante (Sebastián, 2015).



Figura 14. Árbol adulto de Moringa (*Moringa oleifera*), crecida en un campo experimental. Moringa10 (2019).

C. Taxonomía y morfología

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Brassicales
Familia:	Moringaceae
Género:	<i>Moringa</i>
Especie:	<i>Moringa oleifera</i> (Balbir, 2005).

D. Hojas y tallo

Hablando de sus hojas, son compuestas que miden unos 2 cm de largo de color verde claro. Estas tienen propiedades nutritivas importantes que se encuentran entre las mejores de todos los vegetales perennes. En cuanto a sus tallos, contienen una corteza un tanto blanquecina con un tronco generalmente espeso y de irregular tamaño y forma, rara vez el tronco supera los 10 m de alto (Figueredo, 2015).



Figura 15. Detalle de la hoja de moringa (*Moringa oleifera*). Moringa10 (2019).

E. Flores

Sus flores son de color crema, son muy numerosas, con aroma y son bisexuales. Miden aproximadamente de 1 a 1.5 cm de largo, estas se encuentran de forma agrupada y se encuentran constituidas con sépalos lineales, los pétalos son un poco más grandes que los sépalos (Figueredo, 2015).



Figura 16. Detalle de la flor de moringa (*Moringa oleifera*). Moringa10 (2019).

F. Fruto

Su fruto son una capsula de color pardo, con tres lados, usualmente cuentan con un tamaño de 20 a 45 cm de largo, aunque algunas veces puede llegar a medir 120 cm de largo, de 2 a 2.5 cm de ancho que le dan una apariencia de vaina. Si se corta de forma transversal se puede observar una sección triangular con varias semillas carnosas cubiertas con una cascara fina de coloración café, estas poseen tres alas de aprox. 2.5 mm de largo. La fruta alcanza la madurez en 3 meses más o menos después del florecimiento (Figueredo, 2015).



Figura 17. Frutos de moringa (*Moringa oleifera*). Moringa10 (2019).

G. Semillas

Las capsulas de moringa pueden producir aproximadamente desde 3,000 a 9,000 semillas por kilogramo, cada árbol puede producir 1,5000 a 2,5000 semillas por año. Las vainas maduras con semillas permanecen en el árbol por varios meses antes de partirse y ser liberadas, siendo dispersas por el viento, el agua y animales. Las semillas son una fuente de nutrientes alimenticios y medicinales (Figueredo, 2015).



Figura 18. Semillas de moringa (*Moringa oleifera*). Moringa10 (2019).

H. Propiedades medicinales y nutricionales

Este es un árbol muy rico en nutrientes, lleno de vitaminas y con múltiples beneficios para nuestro organismo, la mayor parte de esta planta cuenta con estas propiedades como lo es las hojas, la corteza, sus frutos y también su raíz. Todas sus partes son usadas como alimento ya que aportan proteínas, calcio, betacaroteno, vitamina C, potasio, pocas grasas y ataca al colesterol dañino. En cuanto a sus beneficios medicinales se encuentra que esta planta contiene propiedades antiinflamatorias, antimicrobianas, antioxidantes, cardiovasculares, controla el azúcar en la sangre y hepatoprotectoras, además de reforzar el sistema inmunológico. Es rica en fitonutrientes que son eficaces para construir un sistema inmunológico sólido (Penelo, 2018).

El ser humano necesita de por lo menos 22 nutrientes o elementos minerales para que adquiera un bienestar pleno, lo cual solo pueden ser aportados por medio de una dieta balanceada y apropiada. Se estima que el 60% de la población mundial cuenta con ciertas deficiencias de Fe, 30% de Zn y I, y 15% de Se, además de ciertas deficiencias de Ca, Mg, Cu y Mn en los países en vía de desarrollo. Pues es un problema a nivel mundial y un reto que se debe tomar muy en cuenta, el cual consiste en incorporar ciertos alimentos vegetales como algunas plantas silvestres, mencionando a la moringa que sean de alto beneficio para los habitantes con este tipo de situación en donde la pobreza es un factor principal que evita

el buen alimento de las personas. Por lo que la planta de moringa proporciona estos nutrientes necesarios, así como otros beneficios (Cáceres, 2015).

I. Manejo agronómico de Moringa

✓ Clima

Esta planta se adapta a condiciones en donde las precipitaciones son de 300 a 1500 mm anuales, pudiéndose cultivar en regiones áridas y semiáridas. Pudiéndose adaptar en regiones con altitudes de entre 0 a 1800 msnm, aunque se han obtenido mejores resultados en altitudes por debajo de los 600 msnm. Esta planta es muy adaptada a diferentes temperaturas muy frías desde entre -1°C y 3°C, y en climas cálidos de 38°C a 48°C (Nurys Valenciaga et al., 2018).

✓ Suelo

Este factor es de suma importancia ya que es limitante en el desarrollo de las plantas, pues posee características que son determinantes como el pH. La moringa se desarrolla en suelos con pH de entre 4.5 y 8, aunque prefiere los suelos neutros o ligeramente ácidos. En cuanto a la estructura del suelo, es más adaptada esta planta a suelos franco-arcillosos, con buen drenaje. Se adapta a suelos duros o pesados y también a suelos pobres franco-arenosos. Es importante que el suelo en donde se vaya a plantar tenga un muy buen drenaje (Nurys Valenciaga et al., 2018).

✓ Siembra

El momento de siembra es un elemento clave a tomar para el proceso de establecimiento del cultivo. Es importante darle la suficiente humedad a las semillas para que tengan una buena germinación. Es aconsejable realizar un semillero para germinar la moringa, luego ya incorporarla en bolsas de propileno durante aproximadamente 35 días para posteriormente establecerla en campo abierto. Se siembra normalmente a inicios de la temporada de lluvia para que el suelo tenga la humedad necesaria para que la semilla germine y se pueda establecer de la mejor manera en la etapa de establecimiento. La siembra puede ser manejada con diferentes métodos, puede ser por semilla o bien por estaca, el método de siembra por semilla depende puramente del porcentaje de viabilidad de las semillas. En algunos lugares se dificulta la floración debido a las condiciones climáticas de la zona, entonces la plantación tendrá que sembrarse por estacas. Es importante hacer mención que los árboles obtenidos por semillas producen raíces más fuertes y profundas, por lo que en regiones áridas y semiáridas

es conveniente sembrar con semilla. Cuando no es posible sembrar la semilla directamente al suelo, se debe de realizar en bolsas de vivero y se debe de llenar la bolsa con sustrato y abono para que la germinación esté lista en dos semanas, en 2 meses aproximadamente, las plántulas se pueden trasplantar a campo definitivo (Nurys Valenciaga et al., 2018).

✓ Riego

Esta planta como bien se mencionaba anteriormente, no requiere de mucha agua, necesita por lo menos 700 mm anuales, aunque hay estudios que demuestran que con 300 mm esta planta crece de buena manera. Una vez establecidos los árboles jóvenes son más resistentes a sequías. El riego es una práctica necesaria si no se cuenta con lluvias frecuentes, deben ser regados con una frecuencia de 2-3 días durante el primer mes después de la siembra, luego cada 9 días. Esta frecuencia varía dependiendo del tipo de suelo y el clima del lugar (Nurys Valenciaga et al., 2018).

✓ Fertilización

La fertilización puede ser química y orgánica, ya que la moringa posee la capacidad de establecerse de la mejor manera en la mayoría de los suelos sin añadirle fertilizantes, pues cuenta con un profundo sistema radicular lo que permite la absorción de los nutrientes del suelo de la mejor manera. Debido a que esta planta produce mucha biomasa y requiere de los nutrientes presentes en el suelo, puede ser que el suelo quede deficiente de este, por lo que se debe contar con un programa de fertilización si se desea establecer producciones estables en el tiempo. Se recomienda una fertilización nitrogenada, pudiendo ser aplicada con abonos orgánicos (Nurys Valenciaga et al., 2018).

✓ Densidad de siembra

Se deben tener en cuenta todos los aspectos que favorecen la buena producción de la moringa, siendo así también la densidad con que se siembra. Es necesario dales a las plantas la densidad de siembra adecuada ya que estas compiten entre ellas mismas dentro de su hábitat y esto puede disminuir en su rendimiento. La densidad de siembra aconsejada si se desea obtener su semilla es de 3.0 m entre planta x 2.5 m entre calle (Nurys Valenciaga et al., 2018).

2.5.2. Aspectos importantes de las micorrizas

La palabra micorriza, proviene del griego (myces) que significa hongo, y (rhiza) que significa raíz. Siendo las micorrizas una asociación entre algunos hongos del filum Glomeromycota, Ascomycota y Basidiomycota, con las raíces de las plantas. El término de “micorriza” fue añadido por Frank en el año de 1877, siendo el un patólogo forestal alemán, dedicado al estudio de raíces de algunos forestales. Un científico llamado Trappe, en el año 1994, define las micorrizas en términos funcionales y estructurales como “órganos de absorción dobles que se forman cuando los hongos simbiosntes viven dentro de los órganos de absorción sanos de las plantas terrestres, acuáticos o epifitas”. La planta le proporciona al hongo alimento para que pueda vivir, le comparte azúcares producto de la fotosíntesis y un micro hábitat para que pueda vivir de la mejor manera. Mientras que el hongo le permite a la planta una mejor captación de agua y nutrientes minerales con baja disponibilidad en el suelo (principalmente fosforo), así también lo defiende de patógenos que se encuentran en el suelo. Ambos organismos, hongos y plantas, se benefician mutuamente, por lo que a su asociación se le considera como “mutualismo” (UNAM, 2012).



Figura 19. Asociación de hongos micorrícicos con raíz Biotri-ton S.A. (2003).

Desde que fue añadida la palabra “micorriza” por Frank fue usada en un sentido morfológico de la asociación, por lo que se ha distinguido dos tipos de micorrizas, siendo estas las endo y ectomicorrizas, de acuerdo con la forma en que las hifas del hongo se asocian con las células de la raíz. Con el paso del tiempo algunos científicos se dieron cuenta que la palabra estaba asociada solamente con el estudio morfológico de la asociación, por lo que se ha ampliado el termino de micorriza, para tomar en cuenta la interacción ecológica, fisiológica y funcional de esta relación raíz-hongo. En el año de 1960 ya se comenzaron a distinguir tres tipos

principales de micorrizas, siendo denominadas ectotrófica, endotrófica y ectendotrófica (Andrade, 2010).

La micorriza no es simplemente una interacción y asociación entre la raíz de una planta y una especie de hongo, sino que es una comunidad compleja e increíble formada por diferentes hongos y la raíz de la planta. Esta interacción también se define como un mutualismo-parasitismo, ya que se analiza desde una perspectiva diferente, analizando el costo-beneficio; analizando el estado de desarrollo de las plantas, así como de los hongos involucrados, así también las condiciones ambientales y edáficas. Se dice que los hongos micorrizógenos fueron importantes para que las plantas pudieran colonizar el medio terrestre y responder adecuadamente a las condiciones ambientales cambiantes. Las especies vegetales que forman micorrizas presentan una fisiología y ecología diferente a aquellas que no forman esta asociación, y es esta asociación micorrícica uno de los factores que promueven la diversidad vegetal, ayudando a las plantas a tener un mayor porcentaje de supervivencia, crecimiento y reproducción.

Las hifas de estos hongos son consumidas por la fauna del suelo, como nematodos y pequeños artrópodos, asimismo las hifas forman parte importante de la biomasa del suelo y suministran carbono, ya que los hongos micorrizógenos asociados a las especies vegetales reciben entre el 57 y 90% del carbono de los árboles, llegando a representar hasta el 50% de la biomasa microbiana total del suelo. Algunos estudios relatan que las micorrizas generan una densa y gran red de micelio que se extiende en gran área del suelo, explorando el suelo en búsqueda de nutrientes y de agua, además esta red conecta las raíces de la misma planta e incluso de diferentes especies vegetales para que tengan una conexión y comunicación como lo ha demostrado la científica Suzanne Simard (UNAM, 2012).

Como bien se ha mencionado, las micorrizas son asociaciones simbióticas entre hongos y raíces, pero solo pocas personas conocen a detalle sobre esta interesante conexión que existe entre estos dos diferentes organismos. Suzanne Simard es una científica ecóloga que ha estudiado a profundidad este tema. Ha cartografiado con detalle la red de micorrizas en una parcela de bosque de abetos (*Pseudotsuga menziesii*) en Canadá en donde ha identificado los genotipos de los árboles y hongos mediante un análisis de ADN. En donde demostró que un abeto de 94 años estaba conectado con otros 47 árboles mediante 11 genotipos diferentes

Rhizopogon Sp. Encontrando un micelio de una longitud media de 20 m. Esta red de conexiones debe ser más compleja ya que solo se identificaron las micorrizas formadas por dos especies de hongos mientras que en esa comunidad pueden haber más de 50 especies diferentes de hongos micorrícicos (Simard, 2017).

2.5.3. Tipos de micorrizas

A. Ectomicorrizas

Son formadas por hongos Ascomycota y Basidiomycota, y conforman el 3-5% del total de especies de gimnospermas y angiospermas. A pesar del aparente bajo porcentaje de plantas capaces de realizar esta asociación, cabe resaltar su importancia no solo por su interés forestal, sino de su interés económico. El micelio del hongo rodea a la raíz formando un manto fúngico, y las hifas del hongo se desarrollan por los espacios intercelulares formando una red que es conocida como Hartig. La identificación de las ectomicorrizas es fácil debido al cambio morfológico que sufre la raíz (Román, 2000).

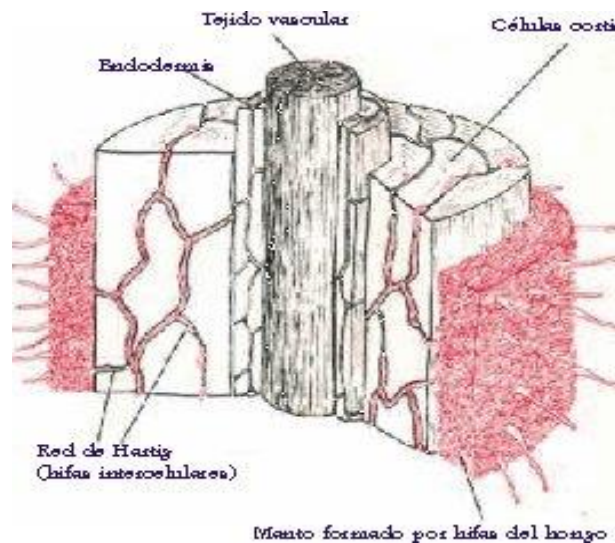


Figura 20. Colonización de ectomicorrizas. Dávila (2009).

B. Endomicorrizas o arbusculares

Estas son debidas a la asociación de hongos Zygomycetes del orden Glomales con el 90% del total de especies de gimnospermas y angiospermas, por lo que son más extendidas en el reino vegetal. Las hifas se desarrollan tanto entre los espacios intercelulares como dentro de las células corticales de la raíz, produciendo lo que se conoce como arbusculos y vesículas.

En estas las hifas invaden la raíz en forma inicial pero luego son capaces de penetrar en las células radicales, desde la rizodermis hasta las células corticales, sin que la planta sea afectada. Estas son más habituales y representan aproximadamente el 80 % del total (Román, 2000).

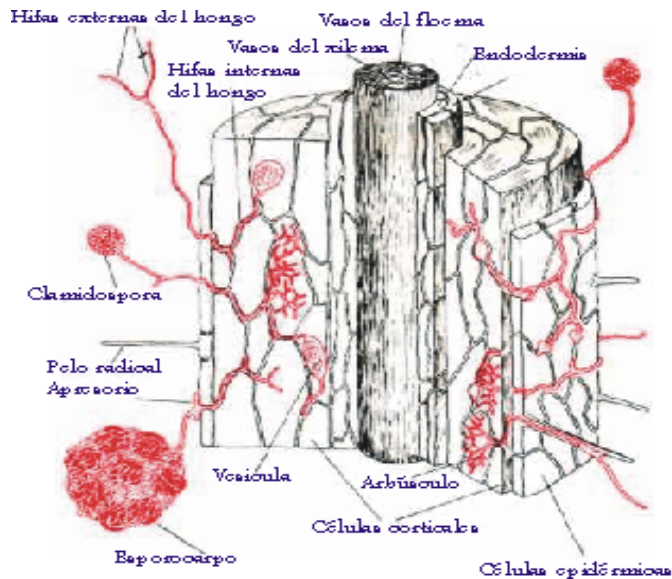


Figura 21. Colonización de endomicorrizas. Dávila (2009).

C. Orquideomicorrizas

Estas no producen red de hartig, están formadas por basidiomicetos y plantas de la familia Orchideaceae. Este hongo penetra en las células de la raíz formando ovillos dentro de la célula, así como agregados de hifas poco estructuradas. Las orquídeas son las principales poseedoras de este tipo de micorrizas y representan el tercer tipo más importante de micorrizas (Román, 2000).

D. Ericomicorrizas

Estas pertenecen únicamente al orden Ericales, estas no presentan manto ni red de Hartig, aunque si logran desarrollar hifas intracelulares en forma rizo (Miguel A. , 2000).

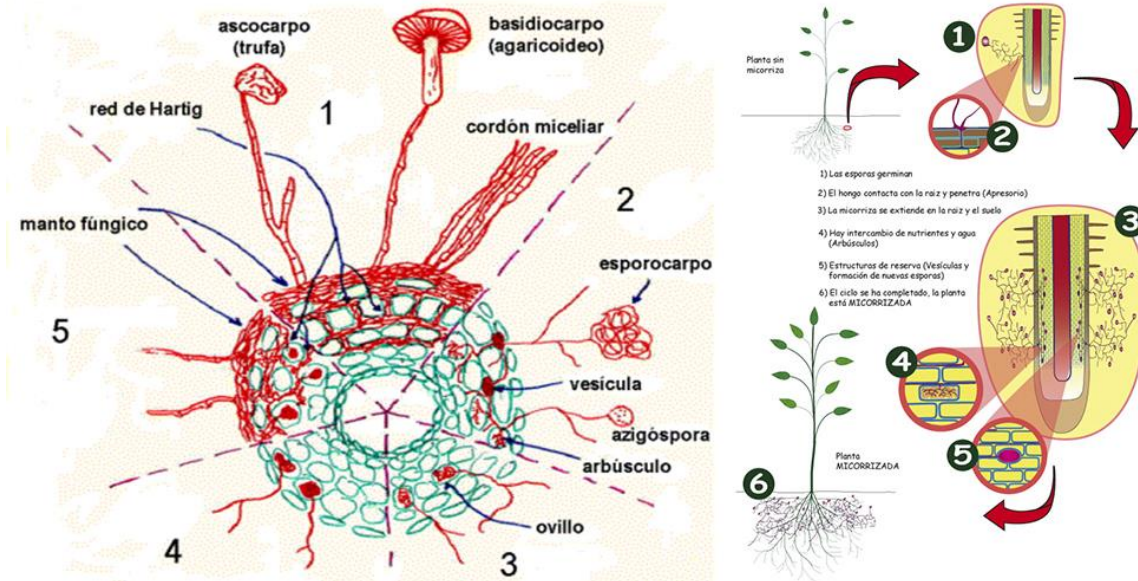


Figura 22. Principales tipos de micorrizas. 1. ectomicorrizas; 2. Micorrizas arbusculares; 3. Micorrizas orquioides; 4. Micorrizas ericoides; 5. Micorrizas arbutoides. Portal frutícola (2016).

2.5.3. Importancia de la Micorrizas Arbusculares (MA)

Los hongos formadores de micorrizas arbusculares tienen la propiedad de aumentar el crecimiento de un gran porcentaje de especies de plantas, por medio del mejoramiento en su nutrición mineral, especialmente si el suelo cuenta con un nivel de nutrientes bajo, además también pueden mejorar la toma de agua en condiciones de poca disponibilidad (Linderman, 1992).

Las micorrizas arbusculares son asociaciones mutualistas y únicamente los géneros *Glomus*, *Scutellospora*, *Acaulospora*, *Entrophospora* y *Gigaspora* forman micorrizas vesículo arbuscular. Una de las características que se han descubierto es que estas se encuentran en forma natural en todos los suelos, sin importar del clima. Se ha estimado que cerca del 95% de las plantas vasculares en el mundo pertenecen a familias que son micorrícicas (Cuenca, 2007).

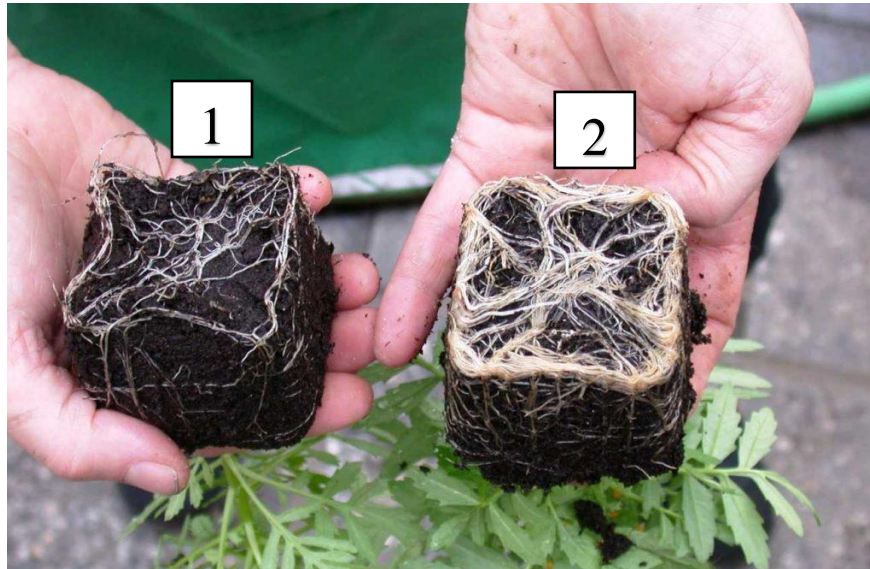


Figura 23. Diferencia entre una planta formada de micorrizas arbusculares 2; y sin Micorrizas 1. Portalfruticola (2016).

2.5.4. Efecto de las micorrizas en el crecimiento de las plantas

Las micorrizas tienen un efecto positivo en el crecimiento de las plantas, ya que cuando los cultivos están bajo condiciones de estrés hídrico se observa un mayor número del contenido de proteínas, de esta forma se ha comprobado que cuando una planta se encuentra en situación de estrés se produce un adelanto en la síntesis de proteínas de alto peso molecular en las plantas no micorrizadas, por lo que el patrón proteico de determinadas proteínas pueden estar alterados en el desarrollo de frutos, como por ejemplo, en las plantas micorrizadas este efecto se frena. La micorrización puede disminuir las alteraciones que son provocadas por la falta de agua y mejorar la resistencia al estrés, además de que las micorrizas tienen una importante función en el mejoramiento de la absorción de agua por parte de las plantas (Intagri, 2001).

Se dice mucho sobre que las micorrizas también aumentan la asimilación de nutrientes y agua a las plantas, esto es evidentemente acertado gracias a que las micorrizas facilitan una adecuada evapotranspiración de la planta y un mejor funcionamiento fisiológico al aumentar la ramificación y crecimiento de las raíces, alargar las células. Las micorrizas hacen más eficiente el sistema radicular de las plantas, pues estas son capaces de alcanzar mayor distancia y obtener nutrientes y agua en los lugares donde las raíces no podrían llegar (Intagri, 2001).



Figura 24. Dispersión de micorrizas beneficiando el crecimiento de las plantas. Bioespacio (2018).

2.5.5. Beneficios de las micorrizas para las plantas

Los beneficios de las micorrizas hacia las plantas son de gran importancia como anteriormente se ha mencionado. Debido a los problemas ambientales y ecológicos que tenemos, la asociación micorrícica nos otorga muchos beneficios, ya que las plantas micorrizadas ya sean agrícolas o forestales son más resistentes a condiciones ambientales adversas como lo es la falta de agua y nutrientes esenciales, y también el ataque de microorganismos fitopatógenos o plagas, además de que estimula su crecimiento hablando de biomasa (UNAM, 2012). Etayo y De Miguel (1998), señalan que “una planta mejor micorrizada puede asimilar diez veces más fósforo que una no micorrizada, por lo que el efecto positivo más visible es un rápido crecimiento y posterior aumento de biomasa producida”.

La simbiosis micorrícica es un fenómeno que se ha ido fundamentado y reconocido por la comunidad científica internacional, y se ha demostrado de los incrementos en la absorción

de los nutrientes y del agua en las plantas micorrizadas, así como de un mayor crecimiento y rendimiento de los cultivos. Las investigaciones de este tema han ido incrementando con el paso del tiempo. Un manejo efectivo de esta se ha impulsado en los últimos años en América Latina, a través de la utilización de las micorrizas arbusculares (Noda, 2009).

La simbiosis micorrícica aumenta de forma exponencial la absorción de nutrientes como lo es el nitrógeno, el potasio, el calcio, el zinc, el magnesio y principalmente el fósforo. Mejorando el transporte y la absorción del agua en el vegetal, así como lo es la resistencia de la planta huésped a la sequía. Además, contrarresta el ataque de patógenos, ya sea por la ocupación previa del espacio de las raicillas o ya sea por la estimulación de los mecanismos de defensa bioquímica, y contribuye además a la formación de agregados del suelo (Noda, 2009).

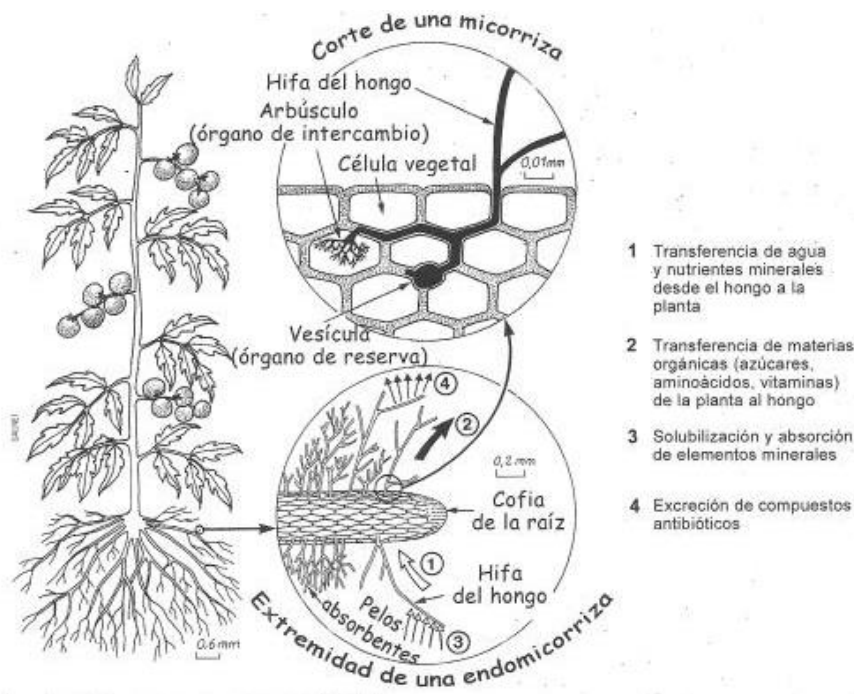


Figura 25. Beneficios potenciales de las micorrizas a las plantas cultivadas. La Garance Voyageuse. (2000).

2.5.6. Factores que afectan el desarrollo de las micorrizas

Existen diferentes factores que afectan el desarrollo de las micorrizas, como lo es el agua, temperatura, pH y la fertilización que estos son importantes para lograr una buena micorrización. Se debe tener en cuenta los factores (Gomez & Antonio, 2018):

A. Exceso de agua

Si hay una saturación de agua las plantas desarrollan unas raíces gruesas y carnosas que actúan como esponjas de acumulación y no se producen raíces micorrizables.

B. Temperatura

afecta a menor medida la viabilidad del hongo. El rango de temperatura óptimo que el hongo puede sobrevivir es de 0 a 38 grados C, aunque depende de la especie.

C. pH del suelo

No es un factor de mucha importancia que puede afectar el desarrollo del hongo, cada hongo tiene un óptimo crecimiento a un determinado pH, pero la viabilidad de este está en un rango de 4-6.

D. Fertilizantes

Es conveniente utilizar soluciones bajas de fosforo, nitrógeno y de potasio a los cultivos para evitar cualquier elemento contaminante como metales pesados, fungicidas, herbicidas, etc., ya que puede tener un efecto negativo en la viabilidad del hongo y la planta, por lo tanto, en el proceso de micorrización

2.5.7. Etapas en la formación de micorrizas

La simbiosis es efectuada en diferentes etapas, ya que lleva un proceso la evolución de los hongos interactuando con las raíces de las plantas, estas etapas se muestran a continuación

A. Etapa de infección (Penetración)

La raíz de la planta es susceptible a ser infectada, puede ser infectada siempre y cuando el hongo presente una estructura de infección cuando entra en contacto con los pelos absorbentes de la raíz de la planta. Se le consideran unidades infectivas a las esporas y otras

estructuras del hongo. En buenas condiciones esto puede ocurrir de 2-3 días (Barrera J. , 2016).

B. Etapa de colonización y distribución

Cuando el hongo ya ha invadido la raíz, se distribuye en ella y crece intracelularmente invadiendo toda la corteza de la raíz, además se forma el micelio interno. La duración de este proceso depende de las condiciones ambientales en las que se encuentren, de la especie vegetal y del hongo. Esta puede durar de 10 días hasta varias semanas (Barrera J. , 2016).

C. Etapa de estabilización o efectividad

Luego de la etapa anterior, el hongo forma su micelio externo en donde absorbe los nutrientes y los transporta a la raíz de la planta, en este momento es cuando la simbiosis empieza a funcionar en forma benéfica para la planta. La efectividad de esta simbiosis se expresa por el beneficio que tenga la planta, siendo este un factor importante para el agricultor (Barrera J. , 2016).

D. Etapa de reproducción

De 1-4 meses de la etapa C acontece esta etapa, en donde el hongo comienza a reproducirse formando esporas asexuales en el micelio externo. Estas esporas son consideradas los órganos de supervivencia del hongo por largo tiempo en el suelo (Barrera J. , 2016).

2.5.8. Producto comercial RHYZOL®

Es un producto líquido elaborado a base de micorrizas, formulado a partir de consorcios de micorrizas del género *Glomus* y *Rhizopogon*. Dichos microorganismos optimizan la nutrición vegetal, descomposición de nutrientes, incorporan materia orgánica y favorecen los procesos de estimulación vegetal; aplicados periódicamente pueden mejorar de manera gradual las condiciones de suelos agotados por la actividad agrícola, mejorando la productividad.

Este producto se ha demostrado ser eficaz en la movilización, solubilización y fijación de nutrientes debido a que el producto tiene la capacidad de mejorar la interacción radicular con el suelo a través de hongos micorrizogénicos que tienen la capacidad de colonizar el tejido radicular, ampliando la zona de exportación del suelo, esta relación benéfica hace más

eficiente a las plantas la absorción de nutrientes, agua, tolerancia a condiciones de estrés por salinidad, compactación del suelo, déficit hídrico y variación de pH (Successo, 2019).

A. Empleo y dosis

Se deben de aplicar 2.5 cc por litro de agua, mezclando y diluyéndolo muy bien. Se deben aplicar el litro de agua al tronco de los arbolitos ya sembrados por cada 2 meses (Successo, 2019).

B. Composición

En la siguiente tabla, se muestran las especies de los hongos arbusculares micorrícicos junto con la cantidad de propágulos por litro, presentes en el producto RHYZOL®.

Tabla 2

Componentes del biofertilizante RHYZOL®

Especies de micorrizas	propágulos/L
<i>Glomus intraradices</i>	50,000
<i>Glomus clarum</i>	50,000
<i>Glomus mosseae</i>	50,000
<i>Gigaspora margarita</i>	50,000
<i>Rhizopogon fulvigleba</i>	1,000,000

Fuente: Agroindustrias Successo, 2020.

2.5.9. Descripción de las micorrizas presentes en RHYZOL®

A. *Glomus intraradices*

Esta especie es perteneciente al género de micorrizas arbusculares *Glomus*, perteneciente a la familia Glomeraceae, miembro de las micorrizas arbusculares que estimulan el crecimiento y desarrollo de diferentes especies vegetales. Estos hongos penetran las células de la raíz en donde se forman las estructuras arbusculares. Estos hongos son muy utilizados como inoculo de suelos en agricultura y también en jardinería. Es encontrada en manera natural en casi

todo tipo de suelos, mayormente en plantas de bosques y en suelos con gramíneas. Esta micorriza es asociada a numerosas familias de plantas vasculares y se ha demostrado que, con la simbiosis de este hongo, aumenta la absorción de fosforo y mejora la estructura del suelo (ControBio, 2021).

B. *Glomus mossaea*

Esta especie es perteneciente al género de micorrizas arbusculares *Glomus*, pertenece a la división Glomeromycota, cuyo principal componente estructural de la pared celular es la quitina. Esta especie es un componente importante del ecosistema por sus múltiples beneficios que proporciona, ya que proporciona agua y nutrientes a las plantas hospederas a cambio del carbono de las plantas. Se ha demostrado que esta especie altera la comunidad bacteriana de la rizosfera contra el patógeno del suelo *Phytophthora*. Por lo que puede ser utilizado no solo para ayudar a la alimentación y proporción de agua a la planta, sino que además le proporciona un cuidado contra bacterias del suelo (Mitra, 2021).

C. *Glomus clarum*

Esta especie es perteneciente al género de micorrizas *Glomus*. Fueron realizadas investigaciones en el cultivo de tomate el cual se ha determinado que las plantas inoculadas con esta especie de micorriza han tenido una mayor absorción de los macrolelementos N, P, K (Francis, 2005).

D. *Gigaspora margarita*

Esta especie forma parte de división de los Glomeromycota, el cual forman micelio cenocítico o especialmente septado, además cuentan con un hábitat hipogeo y esporas blasticas formadas en el extremo de la hifa, seguido por engrosamiento de los componentes estructurales de la pared (Albanesi, 2013).

E. *Rhizopogon fulvigleba*

Rhizopogon es un género de basidiomicetos ectomicorrízicos de la familia Rhizopogonaceae, en donde se encuentra esta especie formando esporocarpos hipogenos comúnmente conocidos como trufas falsas. Las especies de *Rhizopogon* son miembros comunes de las comunidades de hongos que colonizan las raíces de los árboles durante el establecimiento de

las plántulas. Esta especie vive mucho tiempo en el suelo y las esporas pueden persistir durante al menos cuatro años (Molina, 1999).

2.5.10. Crecimiento de una planta

El crecimiento de una planta es la formación de los tejidos en el cual sigue tres pasos básicamente, siendo estos a división de las células, el agrandamiento y alargamiento de estas células y su diferenciación final en células con funciones específicas, que desempeñan una función distinta. El crecimiento de las plantas se debe a los meristemos ubicados en distintas partes de las plantas que permiten que se cumplan los pasos anteriormente mencionados. El crecimiento en las plantas es un proceso que puede variar su velocidad según algunos factores que influyan en él, o bien por su naturaleza; hay plantas que alcanzan grandes tamaños en un corto tiempo y otras que se llevan muchos años en llegar a su tamaño adulto (Yanos, 1997).

A. Factores que influyen en el crecimiento de las plantas

Para que los cultivos tengan el óptimo rendimiento y crecimiento, es necesario que se tengan en cuenta los factores inherentes. Existen factores no solo del suelo, también factores que son relacionados con la planta y el clima, es lo que se llama suelo-planta-clima. Es una relación de que actúan e interactúan unos con otros, afectando en el crecimiento y rendimiento de la planta. Las características que deben tenerse en cuenta y que tienen relación en el crecimiento la moringa es (Barrera J. , 2003):

- La fecha en que se siembra: en especial se debe tener en cuenta la precipitación si es será la única fuente de agua.
- Densidad de siembra: si se siembran pocas plantas en espacio establecido se van a producir bajos rendimientos, y si se siembran plantas demasiado juntas entonces habrá problemas por competencia.
- El control de plagas y enfermedades: mejor si es de carácter preventivo, es decir, evitar antes que se presente algún factor biológico que pueda causar daños a mi cultivo. Las plagas y enfermedades afectan de gran forma el crecimiento de las plantas.

- Combate de malezas: existen diferentes productos que son precisos para el ataque de hierbas no deseadas, siendo esta una práctica necesaria, ya que las malezas compiten con el cultivo por agua y nutrientes, disminuyendo los rendimientos de la planta.
- La temperatura ambiente: es considerada como una expresión de la intensidad del calor, que llega a afectar algunas funciones en la planta como la fotosíntesis, respiración, permeabilidad de la pared celular, absorción del agua y de los nutrimentos, transpiración, etc. todo ello reflejado en el crecimiento de la planta.
- Fertilización: Este factor es el más importante que influye en el crecimiento de las plantas. Debe haber una adecuada y en la cantidad necesaria de nutrición, en la aplicación mineral de los elementos que cada cultivo requiera (Barrera J. , 2003).

B. Medidas de crecimiento en una planta

El crecimiento en el campo es dependiente de factores como la genética, de las condiciones ambientales y de otras mencionadas anteriormente, por ello se debe de tomar muchos datos en las muestras que se estén realizando en el ensayo experimental para acercarse a la medida real del crecimiento fisiológico de las plantas. Las medidas que se deben obtener para establecer el crecimiento de las plantas son, la medida de altura de la planta, el diámetro del tallo, la masa seca, masa fresca y el área foliar que se determina mediante el índice de área foliar (Barrera J. , 2003).

2.5.11. Índice de área foliar

El índice de área foliar (IAF) es la expresión numérica que se obtiene mediante el resultado de la división del área de las hojas de un cultivo expresado en m^2 y el área del suelo sobre el cual se encuentra establecido. Con este cálculo, además, se puede estimar la capacidad fotosintética de las plantas y también se puede entender la relación que existe entre la acumulación de biomasa y del rendimiento bajo condiciones ambientales de una zona en específico o bien si influye alguna técnica que influye en el crecimiento como lo es la micorrización. Para obtener el dato, se debe de tomar dos plantas por unidad de medida de estudio, medir y multiplicar el largo por el ancho de cierta cantidad definida de hojas, para luego multiplicarlo por 0.75. Se deben sumar los valores obtenidos de cada hoja por planta y promediar el resultado de cada planta. Luego se debe determinar el área del suelo ocupada

por planta, para finalmente dividir el área foliar de la parte aérea entre el área de suelo ocupada por cada planta. La fórmula para determinar el IAF, es la siguiente (Intagri, 2001).

$$\text{IAF} = \left(\frac{(\text{Área foliar})(\text{Densidad poblacional})}{\text{Área sembrada}} \right)$$

2.5.12. Relación beneficio/costo

Según la Sociedad Latinoamericana para la Calidad (2000), el análisis de la relación beneficio-costo es el proceso de colocar cifras en los diferentes costos y beneficios de una actividad. La relación sobre beneficio-costo es una herramienta financiera que se utiliza para comparar el costo de un producto comparado con el beneficio que esta entrega para así evaluar de una forma efectiva la mejor decisión a tomar en términos de compra.

- Se define el valor monetario de los costos y de los beneficios para la implementación del sistema.
- Se convierten los costos y los beneficios a un valor actual.
- Se halla la relación costo-beneficio, que es igual a los ingresos totales netos divididos por los costos totales, con la formula siguiente:

$$C/B = \text{ingresos totales netos} / \text{costos totales.}$$

2.5.13. Rentabilidad en un proyecto

Antes de implementar un nuevo proyecto, se deberá realizar un análisis de la rentabilidad que su actividad va a generar en la empresa. La rentabilidad de un negocio debe estar basado principalmente en el beneficio económico que puede aportar un producto o servicio. Es de suma importancia establecer este análisis a un inicio del proyecto para así tener una idea sobre si el plan de negocios tiene un buen futuro antes de iniciarlo y esto ayudará a predecir los riesgos que pueden presentarse en el nuevo proyecto que se iniciará. Existen muchas fórmulas para poder analizar la rentabilidad económica de un proyecto. Cuando se habla de

un beneficio económico se refiere a la relación entre los costos de la inversión y el presupuesto definido, la formula a utilizar es $R=1-(C/P)$ (MADEMI, 2020).

En los costes entrarían todos aquellos que hayan supuesto un gasto en la empresa a aquella hora en que se realice ese proyecto como lo es los costos de los materiales, en cuanto a los costos del personal sería el tiempo invertido por cada trabajador implicado en el proyecto por el precio por hora invertida. También puede haber otros gastos que no se encuentren en estos apartados como lo es la tasa que haya sido necesaria pagar.

2.5.13. Tasa de retorno marginal

Se refiere a un procedimiento para calcular las tasas marginales de retorno entre los tratamientos, de un tratamiento de bajo costo al siguiente con mayor costo, y así comparando las tasas de retorno contra una tasa de retorno mínima aceptable. El principio económico que soporta el análisis es que es beneficioso para el productor continuar invirtiendo hasta aquel punto en donde el retorno de cada unidad extra sea igual a su costo (CIMMYT, 1988).

2.4.2. Marco referencial

A. Ubicación geográfica

El municipio de Sanarate, se encuentra dentro del departamento de El Progreso dentro de la República de Guatemala. Es uno de los más importantes del departamento, debido a que ocupa el segundo lugar en población y el tercero en extensión con 283 Km². se localiza en 14° 47' 12" de latitud y 90° 12' 02" de longitud. Está integrado por 25 aldeas y 34 caseríos, ocupando este municipio el tercer lugar en superficie, superado por San Agustín Acasaguastlán y Morazán (Contreras, 2008).

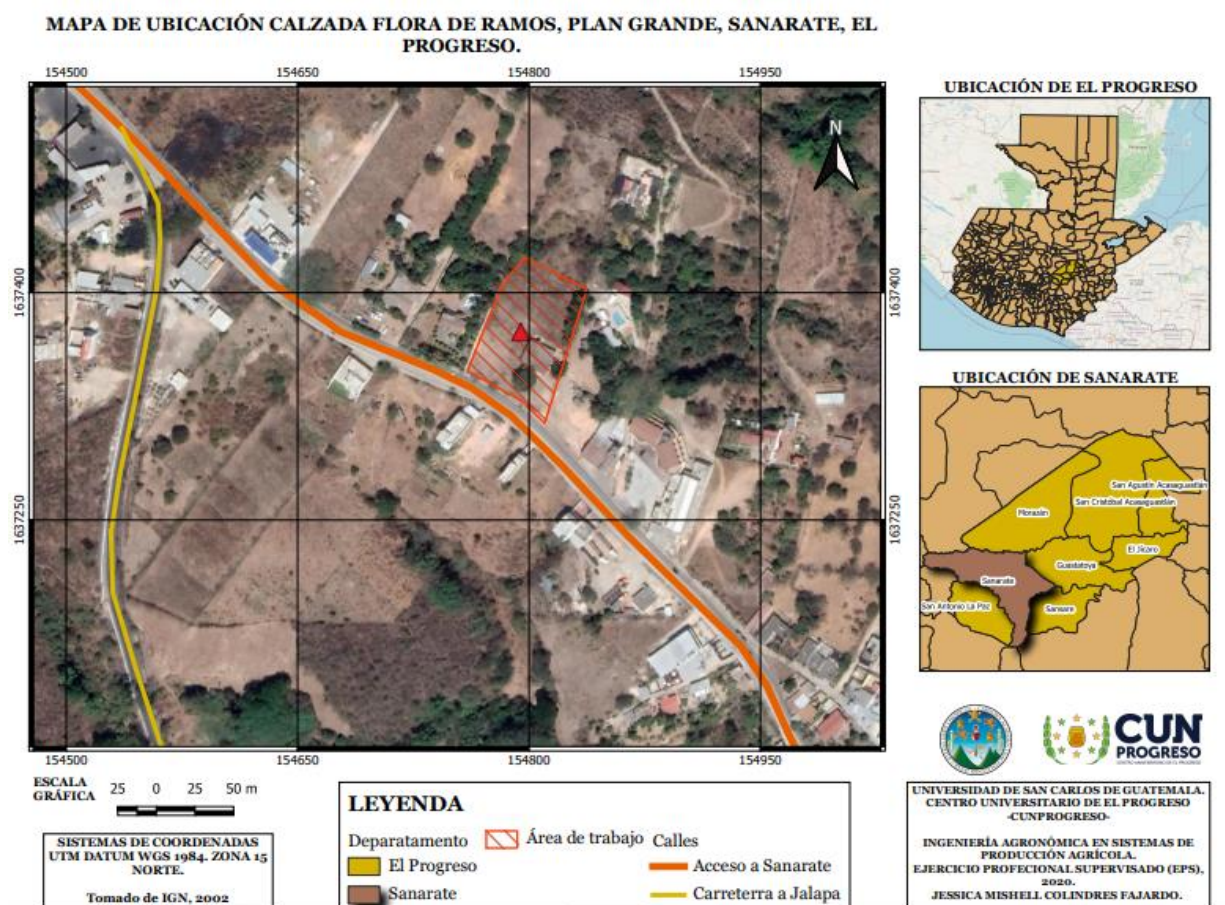


Figura 26. Mapa de ubicación de Comunidad en donde fue realizado el ensayo experimental. Colindres F. (2021).

B. Extensiones y límites

El municipio cuenta con una extensión territorial de 283 Km². Colinda al norte con el municipio de Morazán y el municipio de Salamá perteneciente al departamento de Baja

Verapaz; al este con los municipios de Guastatoya y Sansare, pertenecientes al departamento de El Progreso; al sur limita con el departamento de Jalapa; al oeste con los municipios de San Antonio La Paz, perteneciente al departamento de El Progreso, con San José del Golfo y Chuarrancho, pertenecientes al departamento de Guatemala (Valladares, 2017).

C. Comunicación

Sanarate se encuentra comunicado con la ciudad capital por medio de la Ruta al Atlántico a una distancia de 56 Km. con la cabecera departamental por la misma ruta a 20 Km. y con el departamento de Jalapa por medio de esta ruta de 47 Km. de distancia. Este municipio cuenta con carreteras de terracería que conducen a las aldeas de El Carmen, de San Juan, Sansirisay El Llano, Llanos de Morales, Quebrada Grande, El Sinaca, Agua Salóbrega, El Barranquillo, El Jute (León, 2017).

D. Economía

Sanarate es uno de los municipios con más comercio en todo el departamento de El Progreso, creándose comercios tales como almacenes de ropa, tiendas de aparatos electrónicos, zapaterías, comedores, panaderías, gasolineras, carnicerías, talleres mecánicos, barberías, salas de belleza, etc. Entre las artesanías que se producen y se venden están, alfarería, objetos de madera, pirotecnia, así como productos de cuero y metales (Acevedo, 2016).

E. Relieve

El municipio de Sanarate no cuenta con montañas de importancia, puesto que la Sierra de las Minas es la única que logra atravesar el Departamento de El Progreso, y pasa distante del municipio. En Sanarate se encuentra la montaña Las Guacamayas, así como varios cerros que se imponen con su presencia para poder hacer pendientes y hondonadas que hacen que el territorio cuente con un relieve quebrado. Los cerros con los que cuenta este municipio son La Vigía, de Fuego, Piedra de Cal, de Pino, Alto, Las Pitahayas, Ojo de Agua, Almolonga, La Presa, La Palma, Las Guacamayas, El Pinalito y Peña de la Virgen (León, 2017).

F. Clima

Según el INSIVUMEH, los promedios de temperatura muestran unas variantes con una máxima de 30°C en las épocas de verano, en donde corresponde a los meses de marzo a junio y con una mínima de 18°C, esta es variable según sea el invierno que se presente de mayo a

octubre, en los meses de noviembre a febrero se muestra una temperatura media de 27°C. En Sanarate es bastante escasa la lluvia, se obtiene un promedio anual de 500 a 799 mm con algunas variantes, estas lluvias se presentan en los meses de julio a octubre, con un promedio de 100 a 125 días de lluvia teniendo en cuenta la canícula (Fuentes, 2015).

G. Recurso hídrico

En el municipio se encuentran tres micros cuencas hidrográficas que drenan en el Río Motagua, siendo estos la del Río Los Plátanos, Río Agua Caliente y Río Las Vacas. La primera proviene de la ciudad de Guatemala, la segunda del municipio de Jalapa y Santa Rosa y la tercera de San Antonio La Paz. Además, en el municipio se encuentran muchos riachuelos y corrientes no permanentes que alimentan las micro cuencas anteriormente mencionadas, en estas se pueden encontrar como, por ejemplo, Agua Blanca, Agua Colorada, Briseña, Monte Grande, Pila Escondida, El Sinaca, El Arco, El Barro, El Jute, La Hamaca, El Limar, entre otros (Fuentes, 2015).

H. Capacidad de uso de la tierra

El suelo tiene una capacidad de vital importancia para el municipio, mayormente para la producción agropecuaria, la tierra es usada mayormente para suelos anuales o temporales y en otras con menor medida, para otras actividades económicas. Los suelos predominantes del municipio son de tipo ondulado e inclinado, y con características texturales de arenosas, arcillosas y franco arcillosas, con una pendiente de aproximadamente de 0 a 5% (Fuentes, 2015).

I. Uso actual del suelo

Un problema que se tiene en muchos lugares de la comunidad es la degradación del suelo por altos niveles de erosión hídrica. En otros lugares de Sanarate es por la pérdida de la fertilidad de los suelos, por la degradación genética de las semillas, por la presencia de plagas en especial por el gusano cogollero y también por la falta de prácticas de conservación del suelo para las comunidades que se dedican a cultivar en laderas como por ejemplo en las aldeas Santa Lucía, Los Ocotes, Quebrada Grande, y Montepeque. Los suelos del municipio cuentan con variedad en sus características refiriéndonos al color, textura, pH y profundidad (Fuentes, 2015).

J. Zona de vida

El municipio se encuentra distintas zonas de vida tales como Monte espinoso subtropical, esta zona se encuentra localizada en el límite del municipio de Guastatoya. La vegetación está constituida mayormente por Limoncillo, Guayacán, Cactus, Nopal, Tuna, entre otros; Bosque seco subtropical, esta zona se encuentra localizada en la cabecera municipal incluyendo las aldeas de El conacaste, Los llanos y Agua Salógrega. La vegetación que se puede encontrar en esta zona es Yaje, Ceibillo, entre otros. Los suelos en esta área son bastante homogéneos en cuanto a su profundidad y textura; Bosque húmedo subtropical, esta zona se encuentra localizada en las aldeas de Montepeque y Quebrada Grande. La vegetación que predomina en esta área es Pino Colorado, Roble, Encino, Nance, algunos frutales, entre otros (Fuentes, 2015).

K. Flora y Fauna

La diversidad de flora que se encuentra en el municipio es propia de las zonas semiáridas, entre ellas tenemos, achiote, almendro, amate, anona, aripín, bambú, brasil, buruche, campeche, cacao, caoba, cedro, capulín, casuarina, caulote, ceiba, chaparrón, chaperno, chaquiro, chawai, chichipate, chico, ciprés común, conacaste, copal cortecho, cuajado, cushin, cuyón, encino, encino negro, eucalipto, flor amarillo, guanaba, guarumo, guayabo, guayacán, maguey, lagarto, lima, limón, mamey, mandarina, mango, pino de ocote, marañón, plumajillo, morro, roble, palo blanco, trueno, upay, quebracho, árboles frutales y yaje. En cuanto a la fauna, a pesar de que las condiciones de humedad no son buenas y las temperaturas son altas, el municipio cuenta con especies de animales tales como comadreas, conejos, iguanas, tecolotes, gavilanes, tacuazín, codornices, cantadoras, venados, armadillos, pijuy, tórtolas, coyotes, gatos de monte, ranas, sapos, serpientes, tortugas, entre otros (Fuentes, 2015).

L. Ensayos en el cultivo de moringa (*Moringa oleifera*) en Guatemala

Guatemala apuesta por el cultivo de la moringa, ya que se ha determinado sus amplias cualidades. Instituciones como el MAGA ha entregado a varias comunidades plantas de esta planta para que se realicen evaluaciones de germinación, con el objetivo de distribuir esta planta y evaluar su adaptación en distintas áreas del país. Se ha demostrado según el MAGA

que esta planta es una excelente opción para luchar contra el gran fenómeno de la desnutrición (MAGA, 2016).

Además, se han realizado evaluaciones en el área Oriente del país en donde se estudiaron reguladores de crecimiento para la producción asexual por esquejes de moringa, por lo que se ha revelado que los reguladores de crecimiento a base de fosforo y hormonas tienen una diferencia significativa dentro de los brotes de esta planta (Escobar & Neftar, 2017).

Los abonos orgánicos también tienen un efecto significativo dentro de este cultivo, sin embargo, es propicio tomar en cuenta otras técnicas ecológicas que tienen efecto dentro del crecimiento de la moringa. En un ensayo realizado por la Universidad de San Carlos de Guatemala se ha podido determinar el efecto que tienen diferentes fuentes de abono orgánico sobre el rendimiento de follaje de moringa. Llegándose a concluir que el abono orgánico de gallinaza produce mejores resultados sobre el rendimiento de follaje húmedo y follaje seco en el cultivo de moringa (Soto, 2017). Por lo que puede ser tomado en cuenta para incluir nuevas técnicas como lo es la micorrización.

La asociación micorrízica de la planta forestal *Moringa oleifera* es un tema poco estudiado. Se ha trabajado este mutualismo que se ejecuta entre el hongo y las raíces de la planta en condiciones de árbol fuera de bosque, con suelos de baja fertilidad. Y se ha llegado a concluir mediante estudios de laboratorio que realmente existe una asociación micorrízica entre la planta y el hongo, por lo que esta planta está incluida entre el 95-96 % de las especies vegetales que establecen asociación con los hongos micorrizógenos arbusculares (Sierra, Hernandez, & Garcia, 2013).

2.5. Objetivos

2.5.2. General

- Determinar el efecto del biofertilizante RHYZOL® (micorrizas arbusculares) sobre el crecimiento de moringa (*Moringa oleifera*) en condiciones de campo.

2.5.3. Específicos

- Evaluar el crecimiento en altura durante cuatro meses de los tratamientos evaluados.
- Evaluar el crecimiento en diámetro del tallo durante cuatro meses de los tratamientos evaluados.
- Medir el índice del área foliar de los tratamientos evaluados.
- Realizar un análisis de la relación beneficio/costo de los tratamientos evaluados en el cultivo de moringa.

2.6. Hipótesis

Se espera que las plantas de moringa inoculadas con el biofertilizante RHYZOL®, tendrán un mayor crecimiento en altura y en diámetro a diferencia de las que no serán inoculadas.

2.7. Metodología

2.7.1 Ensayo experimental

Se usaron dos grupos de plantas de moringa cada uno con 15 árboles, para formar un total de 30. Siendo una población de plantas inoculadas con micorrizas del producto RHYZOL® y la otra población no inoculada. Ambas poblaciones fueron manejadas en condiciones climáticas y edafológicas homogéneas.

2.7.2. Descripción de los tratamientos

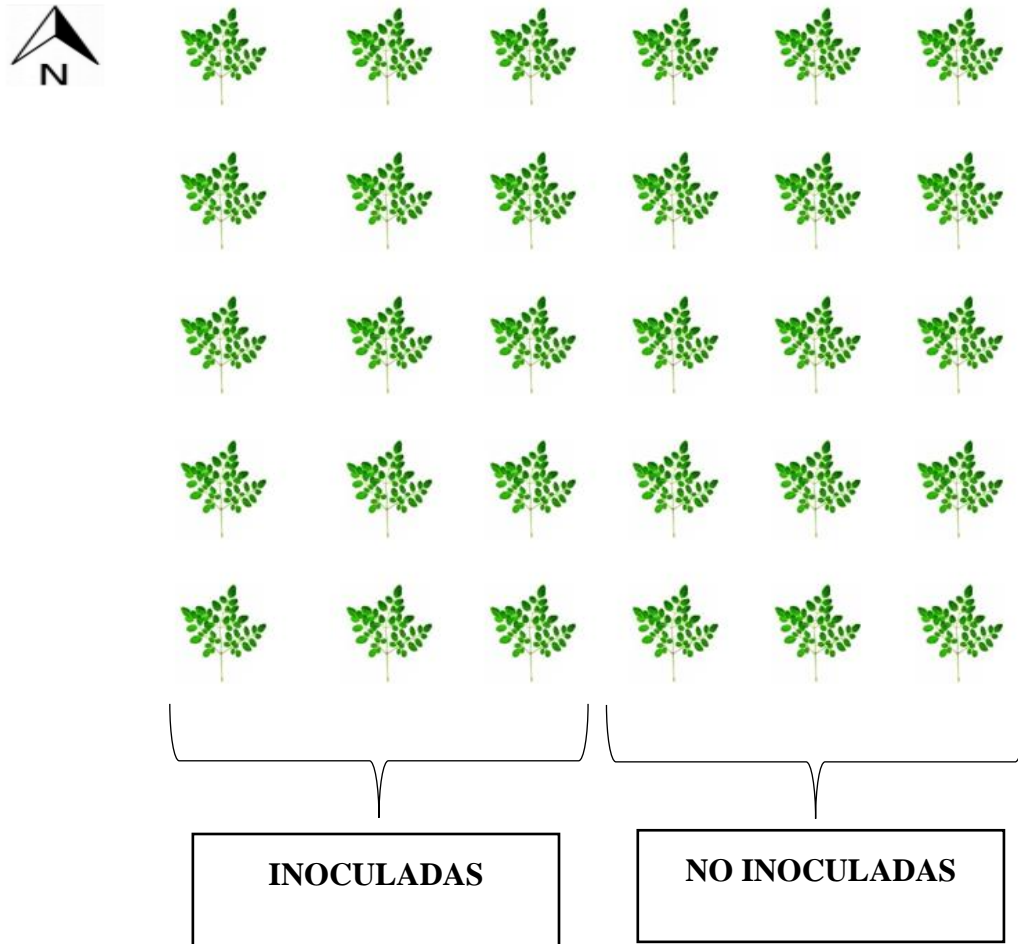
Se evaluaron dos tratamientos siendo estos:

T1: Plantas de moringa inoculadas

T2: Plantas de moringa no inoculadas

Fueron aplicados los tratamientos según las poblaciones, con respecto al producto RHYZOL®. Se aplicó el producto al momento del trasplante de las plantas de moringa al suelo definitivo dándole el manejo agronómico correspondiente. Los datos fueron tomados cada 10 días, por un tiempo de 4 meses, teniendo una toma de datos inicial y otra final para medir el crecimiento en altura y en diámetro. En donde se evaluaron los factores de Inoculación con micorrizas y Sin inoculación con micorrizas del producto mencionado, hecho a base de las micorrizas *Glomus intraradices*, *Glomus clarum*, *Glomus mosseae*, *Gigaspora margarita* y *Rhizopogon fulvigleba*.

Los tratamientos quedaron asignados de la siguiente manera según las poblaciones:



2.7.3. Manejo agronómico

A. Preparación del suelo

Se realizó una limpieza de las parcelas experimentales en donde se llevó a cabo el ensayo, ubicado en el municipio de Sanarate. Con ayuda de herramientas para preparar el suelo como lo es azadón, piocha, machete, etc., y así se rotulo, abonó y regó, para trasplantar los pilones de moringa.



Figura 27. Preparación del área experimental. Colindres F. (2020).

B. Siembra

La densidad de siembra que se aplicó fue de 1.5 m entre planta y 2 m entre calle, para que se pudieran desarrollar cada una de las plantas. Se realizó un agujero de 0.5 m de fondo con 0.30 m de ancho para incorporar cada una de las plantas y realizar una siembra correcta, con el suelo completamente humedecido. A la hora de realizar la siembra, fue incorporado el producto comercial RHYZOL®, para así las micorrizas comenzaran a interactuar con las raíces de las plantas.



Figura 28. Preparación de pilones de moringa (*Moringa oleifera*). Colindres F. (2020).

C. Aplicación del producto comercial RHYZOL®

Al momento de que fueron sembrados los arbolitos se aplicó RHYZOL® en el tronco de cada uno de los árboles, aplicando las micorrizas con un aspersor, en una cantidad de 2 cc por litro de agua cada dos meses según lo recomendado por Agroindustrias Successo.



Figura 29. Producto RHYZOL® a base de micorrizas. Colindres F. (2020).

D. Sistema de siembra

Las plantas de moringa fueron manejadas sin ningún porcentaje de sombra, ya que este árbol necesita de la luz solar completa. Fueron trasplantados pilones de moringa con una edad de 10 días desde su germinación que fue manejado bajo condiciones de semillero.



Figura 30. Siembra de pilones de moringa (*Moringa oleifera*). Colindres F. (2020).

E. Control de malezas

El control de malezas fue totalmente manual y con ayuda de azadón durante los primeros dos meses de crecimiento de la moringa, ya que luego la maleza no fue un factor importante porque no genera competencia con los árboles de moringa.



Figura 31. Limpieza de malezas en el área experimental. Colindres F. (2020).

F. Fertilización

La fertilización fue completamente orgánica, ya que según investigaciones realizadas las micorrizas cuentan con un mejor desarrollo cuando se realiza una fertilización no convencional.

G. Control de plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades fue realizado por medio de fungicidas e insecticidas. Para ello se realizó un muestreo de plagas y enfermedades cada 10 días y así se monitoreó si las plantas pudieron ser infestadas por algún organismo fitopatógeno.



Figura 32. Aplicación de Folidol a los pilones de moringa (*Moringa oleifera*). Colindres F. (2020).

2.7.4 Material experimental

Se utilizaron los siguientes materiales para la elaboración de ensayo experimental.

A. Cultivo de moringa (*Moringa oleifera*)

Se utilizaron pilones de un mes de edad cuidados bajo condiciones de vivero. Obtenidos de una finca productora de moringa ubicada en el municipio de San Agustín Acasaguastlán.

B. Herramientas de campo

Se utilizaron herramientas para manejar el suelo y poder dar las condiciones adecuadas para el desarrollo correcto del cultivo de moringa. Herramientas tales como: azadón, piocha, rastrillo, machete y cabo.

C. Abono orgánico

Se utilizó abono de estiércol de vaca para aplicarle a las plantas de moringa, conforme fue necesario para que el suelo estuviese nutrido y las micorrizas actuaran de la mejor manera. Se aplicó antes de ser sembradas las plantas de moringa. El estiércol vacuno fue anteriormente puesto bajo el sol para ser secado y desinfectado de cualquier microorganismo que puede afectar a las plantas.

D. Biofertilizante RHYZOL®

Este producto fue obtenido de la casa comercial Agroindustrias Successo, S.A. Está hecho a base de micorrizas del género *Glomus*, el cual cuenta con las especies *Glomus intraradices*, *Glomus clarum*, *Glomus mosseae*, *Gigaspora margarita* y *Rhizopogon fulvigleva*. Siendo un envase con presentación líquida de un litro conteniendo 150 mL de ingrediente activo de producto comercial. Se realizó la aplicación en las mañanas ya que no es recomendable la aplicación de micorrizas en altas temperaturas porque los hongos podrían ser afectados y no llegarían a colonizar las raíces. Esta aplicación se realizó cada dos meses durante los cuatro meses que duró el experimento.

2.7.5. Variables de respuesta

A. Crecimiento en altura de las plantas de moringa medida en cm

Para obtener este dato se tomó una medición inicial en el día del trasplante de los pilones y una medición final al día 120 después del trasplante. Se hizo la medición con ayuda de un metro, colocándolo desde la base del tronco en el suelo, hasta la su copa.

B. Crecimiento en diámetro del tronco de las plantas de moringa medido en cm

Para obtener este dato se tomó una medición inicial en el día del trasplante de los pilones y una medición final al día 120 después del trasplante. Se hizo la medición con ayuda de una cinta métrica en la parte media del tronco.

C. Índice de área foliar de las plantas de moringa medidas en %

Para obtener este dato se tomaron una medición final luego de 4 meses, utilizando la fórmula para determinar el IAF.

2.7.6. Análisis de la información

A. Análisis estadístico de prueba de hipótesis T

Para el análisis de la información de las variables de respuesta se realizó una prueba de hipótesis de T para dos poblaciones en las variables de crecimiento en altura y en diámetro, con ayuda de Office Excel versión 2019. La base de los datos se montó y se analizó posteriormente. Además, también se utilizó el software estadístico (InFostat) para analizar la regresión lineal con los datos obtenidos para las variables de crecimiento en altura y crecimiento en diámetro de las plantas de moringa.

B. Análisis económico

Se realizó una cobertura de la relación beneficio-costos, se determinó mediante un análisis económico de la inoculación a plantas de moringa con el Producto RHYZOL[®] a base de micorrizas y los costos de producción. La fórmula para poder calcular la relación beneficio costo fue la siguiente: $B/C = \text{Ingresos totales} / \text{Costos totales}$.

2.8. Resultados y discusión

2.8.1. Crecimiento en altura

Ho: $T1-T2 = 0$

Ha: $T1-T2 \neq 0$

Tabla 3

Prueba t para dos muestras con varianzas iguales

	Variable 1	Variable 2
Media	18.3033333	14.8906667
Varianza	36.0303667	36.9770781
Observaciones	15	15
Varianza agrupada	36.5037224	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	28	
Estadístico t	1.54687751	
P(T<=t) dos colas	0.1331221	
Valor crítico de t (dos colas)	2.04840714	

Fuente: Elaboración propia, 2021

Se realizó una prueba de hipótesis de T para dos poblaciones para dos colas con varianzas iguales, para la variable de crecimiento en altura, se determinó una media de 18.30 para el tratamiento de plantas inoculadas y una media de 14.89 en el tratamiento de plantas no

inoculadas en las 15 muestras para cada tratamiento. La prueba arrojó un p-valor de 0.13, siendo mayor al máximo permitido (0.05), por lo que se concluyó que no existe significativa, es decir, las micorrizas no tienen efecto sobre el crecimiento en altura en la etapa inicial del cultivo.

2.8.2. Crecimiento en diámetro

Ho: $T1-T2 = 0$

Ha: $T1-T2 \neq 0$

Tabla 4

Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales

	Variable 1	Variable 2
Media	0.693333333	0.486666667
Varianza	0.054952381	0.04838095
Observaciones	15	15
Varianza agrupada	0.051666667	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	28	
Estadístico t	2.48997992	
P(T<=t) dos colas	0.018982201	
Valor crítico de t (dos colas)	2.048407142	

Fuente: Elaboración propia, 2021.

Se realizó una prueba de hipótesis de T para dos poblaciones para dos colas con varianzas iguales, para la variable de crecimiento en altura, se determinó una media de 18.30 para el tratamiento de plantas inoculadas y una media de 14.89 en el tratamiento de plantas no

inoculadas en las 15 muestras para cada tratamiento. La prueba arrojó un p-valor de 0.13, siendo mayor al máximo permitido (0.05), por lo que se concluyó que no existe significativa, es decir, las micorrizas no tienen efecto sobre el crecimiento en altura en la etapa inicial del cultivo.

Se realizó una prueba de hipótesis de T con varianzas iguales, para la variable de crecimiento en diámetro, se determinó una media de 0.6 para el tratamiento de plantas inoculadas y una media de 0.49 en el tratamiento de plantas no inoculadas. La prueba arrojó un p-valor de 0.02, siendo menor al máximo permitido (0.05), por lo que se concluyó que si existe diferencia significativa, es decir, las micorrizas si tienen un efecto en el crecimiento en diámetro en la etapa inicial del cultivo.

2.8.3. Análisis de regresión de la altura

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Altura	179	0.76	0.76	10.92	935.39	944.95

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	7.14	0.46	6.23	8.04	15.54	<0.0001		
Tiempo	0.17	0.01	0.15	0.18	23.74	<0.0001	563.57	1.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6001.60	1	6001.60	563.57	<0.0001
Tiempo	6001.60	1	6001.60	563.57	<0.0001
Error	1884.93	177	10.65		
Total	7886.52	178			

Figura 33. Análisis de regresión lineal para la variable de crecimiento en altura. Colindres F. (2021).

Como puede observarse en la tabla del análisis de la varianza, hay una relación lineal entre la altura y el tiempo ($p < 0.0001$). También se observa que el modelo propuesto presenta falta de ajuste, ya que el ajuste es del 76%, por lo tanto, la falta del ajuste es de 24%. Durante la etapa de crecimiento inicial de la planta, se mostró que existe un crecimiento lineal de las plantas inoculadas con el producto comercial RHYZOL®. El modelo lineal corresponde a la

ecuación $y=7.14+0.17X$, obteniendo un intercepto de 7.14 y con un p-valor menor a 0.05 se concluye que es diferente de cero, así como se muestra en la pendiente. Por lo tanto, estos parámetros hacen aceptable el modelo.

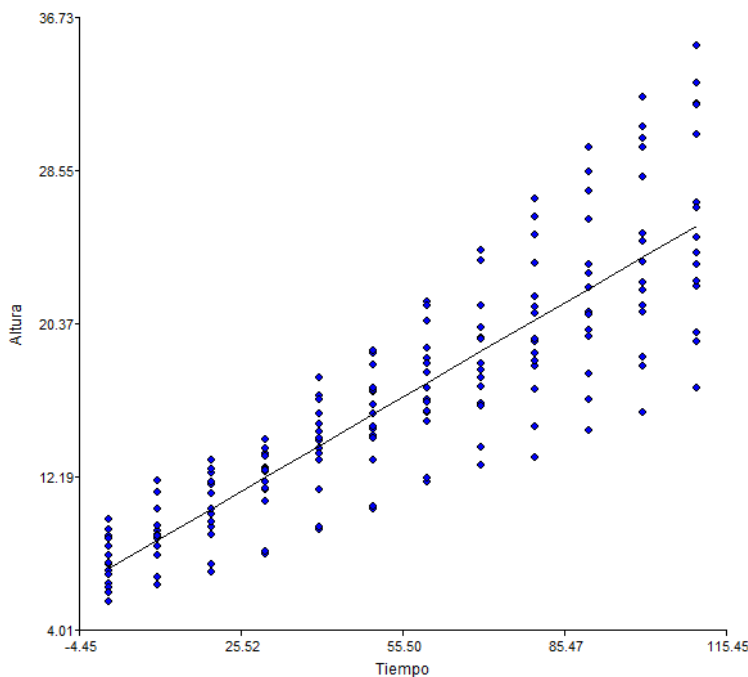


Figura 34. Análisis de regresión lineal en grafica para la variable de crecimiento en altura. Colindres F. (2021).

Se realizó un análisis de regresión en la primera etapa del cultivo sobre el crecimiento en altura, se mostró una tendencia lineal, indicando que hay una relación positiva entre la altura de las plantas y el tiempo. Es decir, que conforme aumente el tiempo, el crecimiento en altura aumentará de forma lineal. El comportamiento lineal se presenta en las plantas inoculadas con el producto comercial RHYZOL[®] Según las condiciones climáticas y edafológicas del área de la comunidad de Flora de Ramos, Sanarate, El Progreso.

2.8.4. Análisis de regresión del diámetro

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Diámetro	180	0.79	0.79	0.01	-271.51	-261.93

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	0.25	0.02	0.22	0.28	15.93	<0.0001		
Tiempo	0.01	2.4E-04	0.01	0.01	26.16	<0.0001	684.36	1.00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	8.67	1	8.67	684.36	<0.0001
Tiempo	8.67	1	8.67	684.36	<0.0001
Error	2.26	178	0.01		
Total	10.93	179			

Figura 35. Análisis de regresión lineal para la variable de crecimiento en diámetro.
Colindres F. (2021).

Como puede observarse, en la tabla de análisis de la varianza, hay relación lineal entre el diámetro y el tiempo ($p < 0.0001$). Se demuestra que el modelo propuesto no presenta ninguna falta de ajuste, siendo el ajuste de 79%, por lo tanto, la falta de ajuste es de 21%. Durante el crecimiento inicial en diámetro de la planta se mostró que existe un crecimiento lineal de las plantas inoculadas con el producto comercial RHYZOL[®]. El modelo lineal corresponde a la ecuación $y = 0.25 + 0.01X$, obteniendo un intercepto de 0.25 y con un p-valor menor a 0.05 se concluye que es diferente de cero, así como se muestra en la pendiente. Por lo tanto, estos parámetros hacen aceptable el modelo.

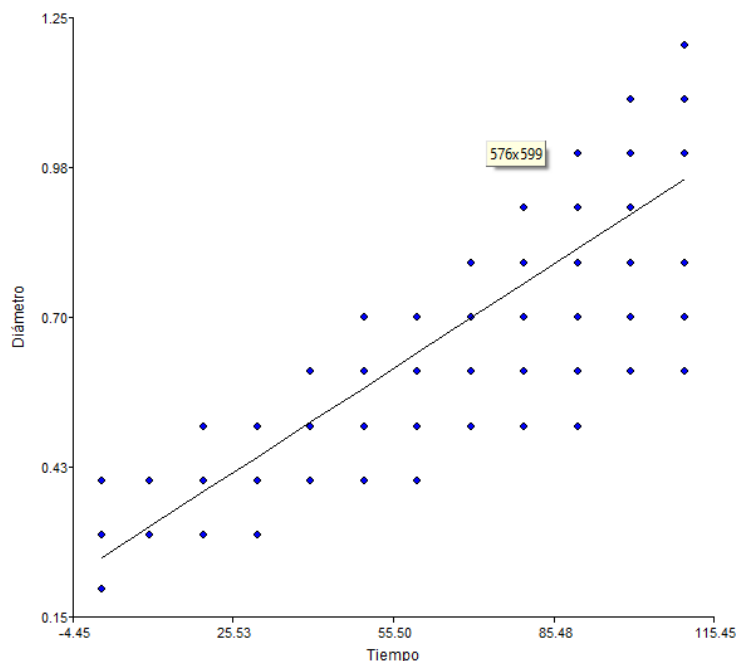


Figura 36. Análisis de regresión lineal en grafica para la variable de crecimiento en diámetro. Colindres F. (2021).

Se realizó un análisis de regresión en la primera etapa del cultivo sobre el crecimiento en altura, mostrándose una tendencia lineal, indicando que hay una relación positiva entre el diámetro de las plantas y el tiempo, es decir, que conforme aumente el tiempo, el crecimiento en diámetro aumentará de forma lineal. El comportamiento lineal se presenta en las plantas inoculadas con el producto comercial RHYZOL® Según las condiciones climáticas y edafológicas del área de la comunidad de Flora de Ramos, Sanarate, El Progreso.

2.8.5. Datos obtenidos del IAF

Tabla 5

Índice de área foliar de los tratamientos evaluados

	Promedio	*0.75	IAF	
T1	3.13	2.35	0.07440476	0.74%
T2	2.18	1.14	0.05201058	0.50%

Fuente: Elaboración propia, 2021

Como se muestra en la tabla anterior acerca del índice del área foliar mediante la técnica elaborada por INTAGRI, se obtuvo mediante la fórmula aplicada para determinar dicho índice. El cual muestra que el T1 y el T2, mostró un índice de un 50%. Demostrando que la micorrización llega a influir en la producción de masa foliar.

El índice de área foliar fue determinado mediante la fórmula especificada anteriormente, el cual deja en evidencia el crecimiento de las hojas, tanto en número como en tamaño, el cual se ve influenciado la captación de luz solar, siendo utilizado para la fotosíntesis, y esto contribuye a que la planta genere mayor azúcares para lograr cumplir con todas sus funciones fisiológicas. Además, según INTAGRI (2020), el IAF es una útil herramienta para el desarrollo de modelos el cual pueden predecir futuras cosechas y también es una forma precisa de estimar la capacidad de la captura de luz solar. El área foliar en esta planta es de suma importancia ya que es lo principalmente aprovechado para consumo humano y animal, el cual el hecho de tener mayor producción de área foliar utilizando el producto comercial RHYZOL® a base de micorrizas en la planta de moringa es de gran satisfacción.

2.8.6. Relación beneficio/costo de los tratamientos evaluados en el cultivo de moringa.

Se ha realizado el análisis beneficio-costo para la elaboración de la investigación, el cual se ha determinado lo que posteriormente se menciona.

Tabla 6

Relación de beneficio/costo de la investigación realizada.

Materiales	unidad	precio unitario (Q)	precio total (Q)
Pilones de moringa	30	15	450
Mirex	1	32	32
Folidol	10	5	50
Rollos de pita	2	6	12
Saco de abono vacuno	1	60	60

Cubeta de agua para riego	38	2	76
Producto Rhyzol	1	290	290
Total			870

Fuente: Elaboración propia, 2021

Teniendo en cuenta que cada planta produce 0.23 kg de materia foliar a partir del mes 4 después de la siembra, en 30 plantas se obtendrá un total de 6.9 kg = 15.21 lb. La libra de moringa triturada tiene un valor de Q. 110, siendo el costo total de las 15.21 lb de **Q.1674**, por lo que se tendrá un beneficio de esta cantidad descrita.

$$B/C = 1674/870 = \mathbf{1.92}$$

Según el análisis costo-beneficio de la implementación de la siembra de moringa con una cantidad de 30 arbolitos, se ha demostrado la rentabilidad de implementar el proyecto en un tiempo de 4 meses. Teniendo una relación beneficio-costos mayor de 1, se demuestra que el proyecto es rentable.

2.8.7. Rentabilidad del proyecto de los tratamientos evaluados en el cultivo de moringa.

$$R = 1 - (C/P)$$

$$R = 1 - (870/1674)$$

$$R = 0.52 \%$$

2.9. Conclusiones

- ✓ Según la prueba de hipótesis de T con varianzas iguales, con una población de 15 árboles para cada tratamiento, se obtuvo que, no existe diferencia significativa entre los tratamientos de plantas inoculadas y no inoculadas, con el producto comercial RHYZOL[®] a base de las micorrizas arbusculares *Glomus intraradices*, *Glomus clarum*, *Glomus mosseae*, *Gigaspora margarita* y *Rhizopogon fulvigleva*. En a variable de crecimiento en altura. Estableciendo un nivel de significancia de 0.05, se obtuvo un p-valor en el crecimiento en altura de 0.13, estableciendo de manera clara que el producto evaluado no produce ningún efecto sobre las plantas de moringa en el estado inicial del crecimiento. Por lo que no existe una diferencia entre ambos tratamientos. Las condiciones eran homogéneas en donde se efectuó el ensayo de investigación, por lo que se ha obtenido una R^2 de 0.76, estableciendo que el modelo utilizado ha sido aceptable. Por último, se define que existe una correlación entre el crecimiento en altura y el tiempo en las plantas de moringa, por lo que en el lugar en donde fue realizado el ensayo de investigación cuenta con las características adecuadas para el buen desarrollo de la moringa.
- ✓ Según la prueba de hipótesis de T realizada con varianzas iguales, con una población de 15 árboles para cada tratamiento se obtuvo que sí existe una diferencia significativa entre los tratamientos de plantas inoculadas y no inoculadas, con el producto comercial RHYZOL[®] a base de las micorrizas arbusculares *Glomus intraradices*, *Glomus clarum*, *Glomus mosseae*, *Gigaspora margarita* y *Rhizopogon fulvigleva* en el crecimiento en diámetro. Estableciendo un nivel de significancia de 0.05, se obtuvo un p valor en el crecimiento en diámetro de 0.018, por lo que el producto evaluado produce un efecto sobre el tratamiento de plantas inoculadas. Las condiciones eran homogéneas en donde se efectuó el ensayo de investigación, por lo que se ha obtenido una R^2 de 0.79, estableciendo que el modelo utilizado ha sido aceptable. Por último, se define que existe una correlación entre el crecimiento en diámetro y el tiempo en las plantas de moringa, por lo que en el lugar en donde fue realizado el ensayo de investigación cuenta con las características adecuadas para el buen desarrollo de la moringa.

- ✓ Mediante la fórmula establecida por INTAGRI, se demostró que el IAF en el tratamiento 1, el cual consiste en plantas inoculadas con micorrizas ha sido de 0.74%, a diferencia del tratamiento 2, el cual consiste en plantas no inoculadas con micorrizas siendo de 0.54%.
- ✓ Se obtuvo una relación beneficio-costo de 2.88, significando que la inversión de la implementación de moringa inoculada con micorrizas, es de manera evidente rentable.

2.10. Recomendaciones

- ✓ Realizar más ensayos experimentales con un tiempo más prolongado, tomando en cuenta toda la etapa fenológica de la moringa ya que en los primeros meses no se ha determinado algún efecto del producto comercial RHYZOL[®] en el crecimiento en altura de las plantas. Además, se recomienda realizar ensayos acerca de distintos productos comerciales de micorrizas con distintos géneros de hongos en distintas dosis, en el cultivo de moringa (*Moringa oleifera*) en condiciones de campo. Además, es conveniente determinar el género de hongos micorrícicos que mejor se adapten a las condiciones edafoclimáticas del municipio de Sanarate, El Progreso, con relación a este cultivo evaluando distintos géneros de micorrizas. Teniendo en cuenta el análisis beneficio-costos con micorrizas arbusculares y comerciales, para evaluar la rentabilidad del proyecto.
- ✓ Las plantas de micorrizas son muy atractivas para los zompopos (*Atta, spp*) del orden Hymenoptera, perteneciente a la familia Formicidae, pudiendo ser esta una plaga bastante peligrosa ya que en cuestión de una noche pueden defoliar una gran cantidad de arbolitos en el estado inicial del cultivo, por lo que es importante realizar monitoreos, en caso de haber cuevas de zompopos.
- ✓ Se ha demostrado la eficiencia del uso del producto comercial RHYZOL[®], por lo que se recomienda hacer uso de las micorrizas en las zonas productoras de moringa en el municipio de Sanarate, desde un estado inicial. Además, se recomienda realizar ensayos con siembra directa de moringa implementando micorrizas.

2.11. Bibliografía

- Acevedo, M. (2016). Centro de intercambio comercial y artesanal, aldea El Conacastón, Sanarate, El Progreso. Tesis. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. p. 5-8.
- Agrios. (2005). *Fitopatología de plantas*. New York: Elsevier Academic Press.
- Albanesi, A. (2013). *Microbiología agrícola*. Buenos Aires , Argentina .
- Andrade, A. (2010). *MICORRIZAS: antigua interacción entre plantas y hongos*. México.
- Balbir, M. (2005). *Trees for life: Moringa Book*. Obtenido de https://issuu.com/treesforlifeusa/docs/moringa_book_spanish, Estados Unidos.
- Barrer, S. (2009). *El uso de hongos micorrizicos arbusculares como una alternativa para la agricultura*. Colombia .
- Barrera, J. (2003). *Análisis de crecimiento en plantas*. Colombia .
- Barrera, J. (2016). *Uso y Manejo de las Micorrizas: Nutrición Vegetal*. Valle del Cauca, Colombia .
- Barreto, L. (2004). *Weblinks*. Recuperado el 19 de Junio de 2020, de [https://sswm.info/es/taxonomy/term/2647/problem-tree-analysis#:~:text=\(Resumen%20Ejecutivo\)](https://sswm.info/es/taxonomy/term/2647/problem-tree-analysis#:~:text=(Resumen%20Ejecutivo))
- Barrios, L. (2010). *Manual de Diagnóstico Rural Participativo* . Guatemala, Guatemala .
- Burnués, S. (07 de Abril de 2015). *Marketing de Pymes*. Recuperado el 19 de Junio de 2020, de <http://www.marketingdepymes.com/blog/general/observacion-en-la-empresa>
- Bioespacio. (2018). *Micorrizas*. Recuperado el 19 de agosto de 2020, de <https://bioespacio.co/importancia-las-micorrizas-cultivo/micorrizas-1/>
- Cáceres, A. (2015). *Determinación y evaluación del contenido y disponinilidad de oligoelementos en hojas de vegetales nativos de uso tradicional en la alimentación*

del guatemalteco y presencia de agentes antioxidantes y antinutricionales.
Guatemala : Proyecto FONACYT .

Calidad, S. L. (2000). *Análisis Costo/Beneficio*. Obtenido de <http://sigc.uqroo.mx/Manuales/Institucional/Procedimientos/Secretaria%20General/Gestion%20Calidad/DGC-001/Metodologias/Costob.pdf>

Camaléo. (2002). *Estudio en Moringa*. Publicación. Costa Rica. 337 p.

CIMMYT. (1988). Un manual metodológico de evaluación económica. México.

Contreras, L. L. (2008). *Diseño de revista y promoción de eventos de la municipalidad de Sanarate El Progreso, Guastatoya*. El Progreso , Guatemala.

ControBio. (2021). *Gomus intraradices*. Obtenido de <https://controlbio.es/es/247-glomus-intraradices>. España.

Cuenca, G. (2007). *Las micorrizas arbusculares como alternativa para una agricultura sustentable en areas tropicales*. Venezuela .

Dávila, R. Colonización de Ectomicorrizas. Obtenido de https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Colonizacion-de-Ectomicorrizas-tomado-de-Davila-Ramos-Rosales-2009_fig2_327915888.

Escobar, A., & Neftar, S. (2017). *Evaluación de dos reguladores de crecimiento para la producción asexual por esquejes de moringa (Moringa oleífera, Moringaceae); OLOPA, CHIQUIMULA, Guatemala .*

FERTIBOX. (2019). *Micorrizas: simbiosis beneficiosa*. Artículo. España.

Francis, T. (2005). *Una investigación del impacto de Glomus clarum (micorriza) en el crecimiento del tomate (Lycopersicum esculentum mill.) En suelos esterilizados y no esterilizados*. España.

Fuentes, C. (2015). *Tesis: Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión en el municipio de Sanarate . Guatemala, El Progreso , Guatemala .*

- Garrido, R. M. (2011). *Efecto en la disponibilidad de agua en el crecimiento y en la eficiencia de Aloe vera* . Santiago, Chile : Universidad de Chile.
- Gomez, C., & Antonio, J. (2018). *Métodos de micorrización para la producción de plantas de Pinus tecunumanii Equiluz & J.P.* Perú.
- .Intagri. (2001). Recuperado el 1 de Septiembre de 2020, de <https://www.intagri.com/articulos/cereales/el-indice-de-area-foliar-iaf>
- Intagri. (2001). Beneficios de las Micorrizas sobre el Estrés en Plantas. México.
- La Garance Voyageuse. (2000). Las micorrizas los biofertilizadores naturales del suelo. Recuperado el 19 de agosto de 2021 de <https://www.pregonagropecuario.com/cat.php?txt=7232>
- León, M. d. (2017). *Centro de atención familiar y capacitación para la mujer, aldea San Miguel, Conacaste, Sanarate, El Progreso. Guatemala* : Tesis de Universidad de San Carlos de Guatemala .
- Linderman, R. (1992). *Mycorrhizae in Sustainable Agriculture*. Estados Unidos : Managing Editor .
- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGA). (2016). *Marco general de la nueva estrategia de la seguridad alimentaria y nutricional*. Guatemala
- Miguel, A. (2000). *Identificación y descripción de las ectomicorrizas de Quercus ilex L. subsp. ballota (Desf.)*. España : Publicaciones de Biología, Serie Botánica, 13: 1-42. 2000.
- Mitra, A. (2021). *Interacción planta-microbio: relevancia para la fitorremediación de metales pesados*. Estados Unidos.
- Molina, R. (1999). *Rhizopogon* . Berlín .
- Morten, A. (2002). *Influencia de la micorrización en el crecimiento y relaciones hidrías de las plantas de tomates sometidas a un ciclo de sequía y recuperación*. Cuba.

- Moringa10. (2019). *Árbol de moringa» Formas de identificarlo y aprovechar sus propiedades*, figuras.
- Nature, S. (1991). *La asociación micorrízica de Glomus aggregatum con palmarosa mejora el crecimiento y la biomasa*. India .
- Noda, Y. (2009). *Las Micorrizas: Una alternativa de fertilización ecológica en los pastos*. España: Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba.
- Nurys Valenciaga et al. (2018). *Requerimientos agronómicos de Moringa oleifera (Lam.)*. Mayabeque, Cuba.
- Parrotta, J. (1993). *Moringa oleifera Lam*. New Orleans .
- Penelo, L. (2018). *Propiedades, beneficios y valor nutricional de la Moringa*. Recuperado el 19 de Agosto de 2020, de <https://www.lavanguardia.com/comer/frutas/20181025/452532483086/alimentos-beneficios-propiedades-valor-nutricional-moringa.html>
- Portal frutícola. (2016). *Las Micorrizas: biofertilizadores naturales del suelo*. Recuperado el 19 de agosto de 2020, de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/07/30/las-micorrizas-biofertilizadores-naturales-del-suelo/>
- Román, M. (2000). *Identificación y descripción de las ectomicorrizas de Quercus Ilex L. en una zona quemada y en una zona sin alterar*. Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra, España.
- Sebastián, P. (2015). *Moringa, el elixir de la eterna juventud* . Recuperado el 19 de Agosto de 2020, de <https://www.republica.com/salud-y-tu/2015/12/04/moringa-eterna-juventud/>
- Sierra, M., Hernandez, P., & Garcia, E. (2013). *Asociación micorrízica entre Moringa oleifera Lam y el Glomus fasciculatum*. Dialnet, 215-226.
- Simard, S. (2017). *Los árboles en la naturaleza y la cultura*. Canadá .

Soto, S. (2017). *Evaluación del efecto de dos dosis de tres fuentes de abono orgánico sobre el rendimiento de follaje de moringa (Moringa oleifera Lam)*. Tesis. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. p. 10-15. Zacapa , Guatemala .

Successo, A. (21 de Marzo de 2019). *Producto comercial RHYZOL®*. Obtenido de <http://www.successo.bio/?s=Rhyzol>

UNAM. (2012). *Revista.unam.mx. Micorrizas: una gran unión debajo del suelo*. México.

Valladares, L. (27 de Julio de 2017). *GUATEMALA.COM*. Recuperado el 7 de Julio de 2020, de Municipio de Sanarate, El Progreso : <https://aprende.guatemala.com/historia/geografia/municipio-de-sanarate-el-progreso/>

2.12. Anexos



Figura 37A. Preparación del área experimental. Colindres F. (2020).



Figura 38A. Área experimental. Colindres F. (2020).



Figura 39A. Planta de moringa vista desde arriba. Colindres F. (2020).



Figura 40A. Toma de datos en área experimental. Colindres F. (2020).



Figura 41A. Evaluación de crecimiento de los pilones. Colindres F. (2020).



Figura 42A. Crecimiento de pilones de moringa. Colindres F. (2020).

2.13. Apéndice

Tratamiento	En siembra	10 DDS	20 DDS	30 DDS	40 DDS	50 DDS	60 DDS	70 DDS	80 DDS	90 DDS	100 DDS	110 DDS	Crecimiento en altura = Altura final-Altura inicial
Inoculado	8.5	9.3	10.2	10.9	11.5	13.1	15.6	16.1	18.1	20.9	30.3	32.1	23.6
Inoculado	6.5	6.8	7.1	8.1	9.4	10.5	11.9	12.8	13.2	14.7	15.6	16.9	10.4
Inoculado	6.3	6.4	7.5	8.2	9.5	10.6	12.1	13.8	14.9	16.3	18.1	19.9	13.6
Inoculado	6	6.8	9.5	12.5	14.6	16.75	19.04	21.33	23.62	25.91	28.2	30.49	24.49
Inoculado	5.5	8	9.5	13.4	16.5	18.8	21.54	24.28	27.02	29.76	32.5	35.24	29.74
Inoculado	7.2	8.9	9.1	11.5	13.7	14.76	16.32	17.88	19.44	21	22.56	24.12	16.92
Inoculado	9	9	12.4	13.7	15	16.83	18.5	20.17	21.84	23.51	25.18	26.85	17.85
Inoculado	8.9	10.5	11.3	13.3	14.1	15.58	16.9	18.22	19.54	20.86	22.18	23.5	14.6
Inoculado	8	9.1	9.8	11.6	13.4	14.37	15.7	17.03	18.36	19.69	21.02	22.35	14.35
Inoculado	8.5	9	11.8	12.7	13.1	14.89	16.18	17.47	18.76	20.05	21.34	22.63	14.13
Inoculado	9.4	11.4	11.9	12.6	13.1	14.26	15.12	15.98	16.84	17.7	18.56	19.42	10.02
Inoculado	9.9	12	12.6	14.2	15.55	16.9	18.25	19.6	20.95	22.3	23.65	25	15.1
Inoculado	7	9.6	10.5	12.53	14.28	16.03	17.78	19.53	21.28	23.03	24.78	26.53	19.53
Inoculado	7.5	8	13.1	14.2	16.3	18.96	21.34	23.72	26.1	28.48	30.86	33.24	25.74
Inoculado	7.6	8.5	10.5	11.9	17.5	18.16	20.48	22.8	25.12	27.44	29.76	32.08	24.48
No inoculado	10.5	11.5	12.4	13.37	14.32	15.27	16.22	17.17	18.12	19.07	20.02	20.97	10.47
No inoculado	6.5	8.2	9.3	9.5	9.9	11.11	11.92	12.73	13.54	14.35	15.16	15.97	9.47
No inoculado	6.9	8.2	10.4	12.5	14.3	16.19	18.1	20.01	21.92	23.83	25.74	27.65	20.75
No inoculado	8.5	8.5	10.5	14.1	15.1	16.98	18.86	20.74	22.62	24.5	26.38	28.26	19.76
No inoculado	10.1	10.3	13.4	13.8	15.45	16.87	18.29	19.71	21.13	22.55	23.97	25.39	15.29
No inoculado	6.8	6.9	7.2	7.37	7.57	7.77	7.97	8.17	8.37	8.57	8.77	8.97	2.17
No inoculado	6.5	7.4	10.4	14.1	15.4	18.11	20.56	23.01	25.46	27.91	30.36	32.81	26.31
No inoculado	6.3	6.5	7.1	11.6	12.1	13.73	15.4	17.07	18.74	20.41	22.08	23.75	17.45
No inoculado	5.5	7.7	8.8	9.6	11.2	12.55	13.88	15.21	16.54	17.87	19.2	20.53	15.03
No inoculado	9	10.1	11.5	12.1	12.8	13.98	14.94	15.9	16.86	17.82	18.78	19.74	10.74
No inoculado	9.1	11.2	13	13.9	15.85	17.47	19.09	20.71	22.33	23.95	25.57	27.19	18.09
No inoculado	9.5	11.6	13.6	14.1	15.4	17.13	18.56	19.99	21.42	22.85	24.28	25.71	16.21

Tratamiento	En siembra	10 DDS	20 DDS	30 DDS	40 DDS	50 DDS	60 DDS	70 DDS	80 DDS	90 DDS	100 DDS	110 DDS	Crecimiento en altura
													= Altura final-Altura inicial
Inoculado	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.5
Inoculado	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.5
Inoculado	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1
Inoculado	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.6
Inoculado	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1
Inoculado	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1	0.7
Inoculado	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	1	1.1	0.7
Inoculado	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1
Inoculado	0.2	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	1.1	1.2	1
Inoculado	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1	0.7
Inoculado	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	1	1.1	0.7
Inoculado	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.3
Inoculado	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1	0.7
Inoculado	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.3
Inoculado	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	1	0.7
No inoculado	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.6
No inoculado	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.7
No inoculado	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	0.7
No inoculado	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.3
No inoculado	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.3
No inoculado	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.7
No inoculado	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.6
No inoculado	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.3
No inoculado	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.8	0.6
No inoculado	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.7
No inoculado	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0
No inoculado	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	1	1	0.7
No inoculado	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.3
No inoculado	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.3
No inoculado	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.5

3. CAPITULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN LA COMUNIDAD DE SAN LORENZO, SANARATE, EL PROGRESO.



3.1 Introducción

El presente trabajo se realizó en la comunidad de San Lorenzo, perteneciente al municipio de Sanarate, departamento de El Progreso. Teniendo como objetivo principal, realizar una serie de servicios en beneficio de la comunidad. La aldea cuenta con algunos problemas de servicios básicos entre ellos: la falta de agua potable para solventar sus necesidades prioritarias tales como lavado de ropa, sanitarios, etc., por lo que se procedió a elaborar un manual detallado con información básica sobre algunas técnicas artesanales para la construcción de captadores de agua de lluvia y así aprovechar dicho recurso en la época de lluvia y ser almacenada para usos domésticos o para labores agrícolas en momentos de época de estiaje o cuando así lo requieran.

El segundo problema detectado y el cual se considera más bien como una necesidad sentida por parte de los habitantes de la comunidad, fue el no aprovechamiento de plantas medicinales propias de la comunidad que crecen de manera silvestre con casi un total desconocimiento de sus propiedades por parte de las personas.

Debido a esta situación, se realizó una caracterización etnobotánica de las plantas medicinales que se crecen en los caminos y áreas aledañas, incluyendo una descripción detallada de las propiedades medicinales con las que cuentan dichas plantas, además de proporcionales informaciones en la manera cómo deben ser seleccionadas, preparadas y consumidas para obtener el máximo beneficio de ellas.

3.2. SERVICIO I: GUÍA PARA CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA EN LA COMUNIDAD DE SAN LORENZO PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE SANARATE, EL PROGRESO.

3.2.1. Objetivos

- Analizar distintos captadores de agua de lluvia que mejor se adecuen a las viviendas en la comunidad de San Lorenzo.
- Elaborar una guía de diseño práctica para captación de agua de lluvia en la comunidad de San Lorenzo.
- Realizar un análisis de los costos para la elaboración de los distintos sistemas de captación de agua de lluvia en la comunidad de San Lorenzo.

3.2.2. Metodología

A. Identificación de diversas técnicas de captación y acumulación de agua de lluvia

Según la literatura, se pudo identificar diferentes técnicas de captación de agua de lluvia según fueron las necesidades y recursos de las familias que se quisieron beneficiar de estas técnicas tan útiles. El agua es un recurso natural de gran importancia que debe ser aprovechado eficientemente en nuestro entorno ya que es bastante escaso, y en los tiempos de lluvia debe de aprovecharse lo más que se pueda para el uso humano (lavado de ropa, sanitarios, etc.) sin embargo no para consumo humano. El agua de lluvia no puede ser utilizada como agua de consumo humano, sin embargo, puede usarse para otras necesidades tales como: lavado de ropa, trastos, uso del sanitario, riego de cultivos y otras más.

Los métodos de captadores de agua de lluvia que se describen a continuación son muy prácticos, sencillos y eficientes y no requieren de materiales de alto costo, los cuales se considera estar al alcance de cada familia quienes pueden establecer cual sistema se ajusta más a sus necesidades económicas.

3.2.4. Resultados

A. Tanque australiano para captar agua de lluvia

El tanque australiano, es una tecnología utilizada como un sistema de almacenamiento de agua de lluvia, son de forma circular. Pueden construirse de diferentes materiales tales como: lamina, concreto y madera; siendo construidos utilizando la creatividad. El volumen de agua que se desee almacenar será en función al área en donde se quiera construir y las necesidades requeridas. Su instalación no es compleja, pero se debe de prestar mucha atención al terreno en donde se construya evitando en lo posible la presencia de espinas, restos orgánicos, piedras, o cualquier material que pueda dañar el tanque y se presenten fugas.

Para la construcción de un tanque de 3 metros de diámetro y 1.1 metros de altura, con una circunferencia de 9.40 metros, tiene una capacidad de 7,000 Litros (INTA, 2018).

Materiales:

- ✓ 1 nylon negro con medidas de 6*6 metros de un grosor mayor
- ✓ 14 láminas de metal zinc de 1.22 metros de largo
- ✓ Malla electrosoldada de 10 metros de largo y 1.22 metros de Alambre liso de 1 kg
- ✓ Pita gruesa con longitud de al menos 12 metros
- ✓ 2 trozos de manguera de 1 ½ pulg, de 10 metros
- ✓ Martillo
- ✓ Clavos de acero
- ✓ Tenazas
- ✓ Alicates de alambre
- ✓ Cinta métrica

- ✓ 2 estacas para marcar el círculo
- ✓ 2 tablas para soportar las láminas y abrir los huecos
- ✓ Tubo pequeño para trenzar el alambre.

Pasos a seguir para su construcción:

1. Primeramente se debe seleccionar el área adecuada para ubicar el tanque, se debe aplanar, limpiar, para que no se vaya a romper el nylon con algunos residuos tales como espinas, raíces o plantas. El área destinada para el tanque debe ser de al menos 5*5 metros.

2. Luego de que el terreno se encuentre completamente limpio, se debe marcar una circunferencia de 3 metros de diámetro, en donde se debe clavar una estaca que va a representar el centro, el cual será de 1.5 metros, luego con uso de una pita se puede marcar la circunferencia. La estaca que está en el centro será la guía, se debe circular todo el perímetro e ir marcándolo con cal o rayándolo con una estaca para dar la forma del círculo.

3. Una vez se tenga el borde marcado del círculo, se realizará un surco en todo el contorno de la circunferencia con una profundidad de aproximadamente 20 cm.

4. Luego que ya se haya hecho el surco en todo el contorno del círculo, se coloca la malla electrosoldada de manera que esta quede anclada firme al suelo y se enganchan los bordes, no se debe de ajustar con exceso ya que puede complicarse la instalación de las laminas

5. Se procede a cortar las láminas de zinc, en caso de no encontrarse a las medidas recomendadas, pueden cortarse diferentes piezas de 1.22 metros, con ayuda de las tablas para medir correctamente y ser unidas con alambre.

6. Para que las paredes de las láminas del tanque queden bien fijadas, se deben colocar exactamente y con cuidado de no lastimarse, dentro del cerco hecho por la malla y deben ser bien amarradas con el alambre para que se mantengan fijas a la malla.

7. Se recomienda colocar dos a tres amarres a una distancia de 30 cm entre las ondulaciones de la lámina para asegurar que todo vaya a funcionar de la mejor manera.

8. Es muy importante que los amarres queden afuera y sin puntas para que no vayan a romper el nylon y se puedan dar fugas.

9. Luego de haber colocado la malla y las láminas, se debe de colocar la manguera en todo el borde superior de la lámina para que no pueda dañar el nylon y lo pueda romper. Para lo cual, se debe de cortar una pieza de manguera de 10 metros. y se coloca en el suelo dándole forma circular para ser instalada, con un cuchillo con bastante filo, se corta todo el dorso de la manguera, el cual debe ser muy recto, y teniendo la mitad de la manguera, se coloca en todo el borde de la lámina superior.

10. La manguera debe quedar muy sujeta con el alambre, se hacen perforaciones en la lámina y posteriormente en la manguera, para que pueda quedar muy sujeta y firme para no caerse o dañarse. Se recomienda utilizar la suficiente cantidad de alambre, para que pueda quedar de la mejor manera.

11. Luego de haber colocado la manguera en todo el borde de la lámina, en la parte de arriba. Es momento de colocar la manguera de desagüe que irá en el centro del tanque y que saldrá por el mismo canal que se realizó al inicio por debajo de las láminas y de la malla ya colocada. Luego se procede a rellenar los canales con tierra por toda la parte interna y luego de la parte externa, compactándola poco a poco. Se puede rellenar la parte interna con arena gruesa tamizada de 1 cm de espesor aproximadamente, con unos 4 o 5 sacos de arena, esto con la finalidad de que pueda haber objetos internamente en el tanque que puedan dañar el nylon y provocar fugas. Solo si se considera necesario aplicar arena.

12. Luego de que la manguera esté lista en todo el borde del tanque y el suelo por dentro esté bien aplanado, se procede a colocar el nylon con mucho cuidado para no romperlo. Debe ser cortado en 6*6 metros muy cuidadosamente. El nylon debe ser transportado enrollado y no doblado hacia el tanque en donde será puesto. Dentro del tanque debe de haber una persona que pueda ayudar a acomodar el nylon en el centro.

13. La colocación del nylon debe de realizarse con un cuidado extremo para que no tenga rasgaduras y se puedan provocar fugas de agua. Los lados del nylon deben de sobresalir del tanque al menos unos 20 cm, que se usará para amarrar el nylon al tanque y así evitar que este se mueva a la hora de haber una precipitación.

14. Luego se debe hacer una abertura para el desagüe del agua, se hace una perforación al nylon justo en el lugar en donde se detecta la manguera que se colocó adentro del tanque. Una vez que la manguera esté ubicada, se hace un hueco pequeño en el nylon, se abraza firmemente el nylon a la manguera y se amarra con pita o bien con hules bien firmes, a modo que no se vaya a filtrar agua.

15. Una vez que la manguera esté bien sujeta con el nylon para el desagüe, se debe amarrar la pita alrededor del tanque para ajustar el nylon en las láminas y no se vaya a caer el nylon. Y así que quede totalmente asegurado para soportar cualquier cantidad de agua que le vaya a caer.

16. Finalmente, el tanque está listo para ser llenado con agua de lluvia y recolectar grandes cantidades de este vital líquido y sea aprovechado por las familias de la comunidad.



Figura 43. Tanque australiano captador de agua de lluvia. blogsport (2011).

B. Tanque de agua de madera

Existen otros métodos de recolección de agua de lluvia que no requieren de grandes recipientes y construcciones de alto costo. Pueden elaborarse cajas de madera para recolectar agua de lluvia de una forma rápida, sencilla y de bajo costo. Estas cajas pueden colocarse en cualquier lugar plano, o bien bajo alguna canaleta que dirija el agua hacia la caja (Paredes, 2017).

Materiales:

- ✓ 17 tablas de madera de 1.30 metros de largo y 3 pulg de ancho
- ✓ Alambre de amarre
- ✓ Clavos
- ✓ Martillo
- ✓ Nylon de 5*5 metros

Pasos para su elaboración:

1. Se colocan los trozos de madera formando un cuadro, uniéndose con clavos para que queden firmes para formar la base.
2. Luego se colocan cuatro trozos de madera en cada esquina de la base, uniéndose con clavos en cada esquina.
3. Luego se coloca un trozo de madera en forma diagonal para que la caja quede completamente firme, siempre uniéndolos con clavos para que queden completamente firmes.
4. Después se deben colocar los trozos de madera en la parte de arriba para terminar la caja completamente y así que quede firme para que pueda soportar el peso del agua.
5. Para que la caja quede firme, se debe de rodear los trozos de madera con alambre de amarre. Con dos vueltas como se muestra en la imagen.
5. Para completar la caja captadora de agua de lluvia se debe de colocar el nylon desde el interior.
6. El nylon debe ser nuevo o estar en buen estado para que no tenga agujeros que puedan filtrar el agua.

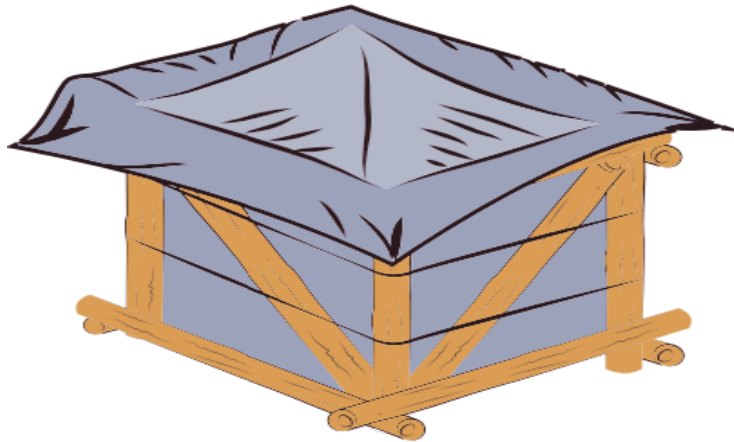


Figura 44. Tanque captador de agua de lluvia de madera. Gabriela Paredes (2017).

C. Tonel con soporte de madera para captar agua de lluvia

Este método de recolección de agua de lluvia es muy creativo y es eficiente en cuanto a la captación del agua pluvial. Algunos sistemas de recolección de agua de lluvia consisten en formas sencillas con el fin de cosecha a una escala más pequeña, son fuentes alternas de abastecimiento, como la que a continuación se muestra que es elaborada con materiales simples que se pueden encontrar fácilmente y de bajo precio (MARN, 2016).

Materiales:

- ✓ 3 tablas de madera de 2 m de largo y 4 pulgadas de grosor
- ✓ 2 tablas de 1 metro
- ✓ 1 trozo de plástico flexible de 1 metro de largo y 0.5 metros de grosor
- ✓ 2 varas de madera de 3 metros de largo y 2 pulgadas de espesor para que pueda soportar el peso del agua
- ✓ Clavos gruesos

- ✓ Martillo
- ✓ 1 tonel de 100 litros de capacidad
- ✓ Cinta métrica

Pasos a seguir para su elaboración:

1. Primeramente se hará la base que soportará el plástico que conducirá al agua para que se vierta dentro del tonel. Se deben de unir los trozos de madera, las dos tablas de 2 metros a lo largo unidas con el trozo de 1 m, formando una U cuadrada.
2. Luego se deben colocar las dos tablas en cada uno de los extremos de la U formada con madera para que sirvan para sostener el plástico que va a captar el agua.
3. Luego se colocará el plástico flexible, uniéndolo con las dos tablas anteriormente colocadas. Se debe de doblar un poco, a medida que pueda caer el agua de lluvia y sea dirigida completamente al tonel.
4. Luego de que el plástico esté colocado y unido con las dos tablas verticales, se deben colocar las otras dos varas de forma inclinada que sujetará al plástico y le darán la inclinación para que el agua sea dirigida hacia el tonel.
5. Se debe de medir la mitad de las varas que están horizontales, luego se hace una marca para indicar el centro de cada una de las dos tablas que están acostadas, para luego unir las dos tablas anteriormente mencionadas. Estas varas deben de tener cierta inclinación para que puedan sujetar al plástico.
6. Finalmente se procede a colocar el tonel, justo en el lugar que se muestra en la figura para así captar toda el agua de lluvia y así aprovecharla de la mejor manera.

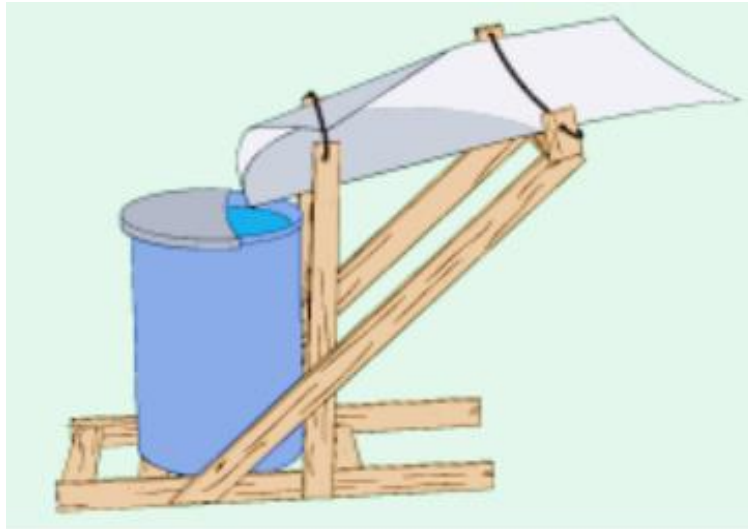


Figura 45. Tonel con soporte de madera para captar agua de lluvia. MARN (2015).

D. Tonel con soporte de madera para captar agua de lluvia

Con el aumento de la población se incrementa también la demanda de agua potable para satisfacer todas las necesidades. Recolectar agua de lluvia es un proceso sencillo que nos puede ayudar de gran medida a almacenar y utilizar eficientemente el vital líquido. El método más fácil, consiste en captar agua de lluvia en un tonel, que puede ser comprado o incluso reutilizable, pudiéndose colocar un chorro en la parte baja del tonel para que sea más fácil el aprovechamiento del agua, este en caso sea necesario, pues cada familia que quiera ejecutar estas técnicas, deberá acoplarlas a sus necesidades y utilizar mucho el ingenio (Benito, 2015).

Materiales:

- ✓ 1 tonel
- ✓ 1 llave para manguera estándar de 2.5 cm con roscas para tubos de 1.8 cm (para poder sacar el agua del barril)
- ✓ 1 junta de 1.8 cm x 1.8 cm

- ✓ 1 buje de 1.8 cm x 1.8 cm
- ✓ 1 rosca de tubo de 1.8 cm con adaptador para manguera de 2.5 cm
- ✓ 4 arandelas metálicas
- ✓ 1 rollo de cinta de teflón
- ✓ 1 tubo sellante de silicona
- ✓ 1 mosquitero de aluminio (para evitar que caigan hojas, insectos y otros desechos en el agua)
- ✓ 4 a 6 blocs de cemento.

Pasos a seguir para su elaboración:

1. Como primer paso, se debe de aplanar el área que se ocupará para el establecimiento del barril recolector de agua de lluvia. Se debe de eliminar cualquier material indeseable como piedras o raíces que se encuentren en el suelo y se debe de colocar el tonel bajo un canal de bajada de agua pluvial o bajo un techo de lámina es donde se pueda recolectar el agua de la lluvia con facilidad.
2. Para que se tenga un mejor drenaje alrededor del tonel de lluvia, se debe conformar una capa de grava, haciendo un rectángulo de profundidad de 13 cm de profundidad en el área para que se pueda aplanar completamente, y luego se rellena con piedrín.
3. Luego se debe de colocar una fila con blocs de cemento para poder colocar encima el tonel y evitar el contacto con el suelo.
4. Posteriormente se debe de colocar una llave en el tonel, para facilitar la salida del agua de lluvia. La llave debe ser colocada adecuadamente para que sea fácil el llenado de los recipientes que sean utilizados o la colocación de una manguera.
5. Se debe de hacer un hueco de aproximadamente 1.8 cm, para que quepa bien la llave. Posteriormente se debe de perforar para hacer este agujero con ayuda de navaja o cuchillo si

es de plástico. Luego se debe de colocar sellante en todo el borde del agujero, tanto adentro como afuera. El agujero se debe de acoplar a la medida de la llave con que se cuente.

6. Luego se debe de colocar la llave uniéndola a la junta. Se debe de utilizar una cinta de teflón para poder envolver los bordes de la rosca. Así se logrará un sellamiento hermético y se evitará que el agua se derrame por alguna fuga.

7. Luego se debe de colocar una arandela en todo el borde con rosca de la junta e insértaselo en el agujero del tonel desde la parte de afuera. Luego se debe de colocar otra arandela sobre el tubo desde la parte de adentro. Y ajustar bien la llave para que quede en su lugar.

8. Se debe de hacer una válvula de desagüe, por lo que se debe de hacer otro agujero a unos cuantos centímetros de la parte superior del tonel. Este debe ser de unos 1.8 cm o bien del mismo tamaño que el primero. Debe de colocarse también sellante en el borde tanto adentro como afuera del tonel, y se le coloca una arandela en las roscas de adentro, colocando un poco de cinta de teflón y también se debe de colocar una tuerca para que todo quede muy bien ajustado. También se puede poner una manguera directamente sobre la válvula.

9. Puede colocarse un filtro para que no caigan hojas o algún otro material, se puede colocar el mosquitero en la boca del tonel y apretarlo con elástico.



Figura 46. Tonel recolector de agua de lluvia. Bioguia (2015).

3.2.5. Análisis de costos de los sistemas de captación de agua de lluvia

A. Tanque australiano para captar agua de lluvia

Tabla 7

Análisis de costos de los sistemas de captación de agua de lluvia de tanque australiano.

Materiales	Cantidad	Precio unitario (Q)	Precio total (Q)
Nylon negro	6	9.95	59.7
Lamina de zinc	14	155	2170
Malla electrosoldada	1	129	129
Pita	1	10	10
Alambre liso	1	26.5	26.5
Trozos de manguera	2	74.95	149.9
martillo	1	39.5	39.5
Clavos de acero	1	16.5	16.5
Tenaza	1	38.95	38.95
Alicate de alambre	1	51.95	51.95
Cinta métrica	1	16.95	16.95
Total			Q. 2708.95

En esta tabla se muestran los costos totales para la construcción del sistema de captación de agua de lluvia, especificando así los materiales y los precios según la cantidad del material que requiere su elaboración.

B. Tanque de agua de madera

Tabla 8

Análisis del sistema de captación de agua de lluvia de tanque de madera.

Materiales	Cantidad	Precio unitario (Q)	Precio total (Q)
Tablas de madera	17	19.95	339.15
Alambre de amarre	1	4.85	4.85
Clavos	1	16.5	16.5
Martillo	1	39.5	39.5
Nylon	1	9.95	9.95
Total			Q. 409.95

En la tabla anterior se muestra la descripción sobre el costo total para la elaboración del tanque para recolección de agua de lluvia a base de material de madera.

C. Tonel con soporte de madera para captar agua de lluvia

Tabla 9

Análisis de costos del sistema de captación de agua de lluvia de tonel con soporte.

Materiales	Cantidad	Precio unitario (Q)	Precio total (Q)
Tablas de madera	5	19.95	99.75
Varas de madera	2	20	40
Clavos	1	16.5	16.5
Martillo	1	39.5	39.5

Tonel	1	175	175
Cinta métrica	1	16.95	16.95
total			Q. 387.7

En la tabla anterior se puede observar la descripción de los materiales con sus costos descritos, obteniendo un costo total para su elaboración.

D. Tonel con soporte de madera

Tabla 10

Análisis del sistema de captación de agua de lluvia de tonel con soporte de madera.

Materiales	Cantidad	Precio unitario (Q)	Precio total (Q)
Tonel	1	175	175
Llave de manguera	1	33.95	33.95
Junta	1	26.5	26.5
Buje	1	1.30	1.30
Rosca de tubo	1	5	5
Arandelas	4	2.90	11.6
Cinta de teflón	1	8.10	8.10
Tubo sellante	1	21.95	21.95
Mosquitero	1	31.95	31.95
Blocks	4	1.95	7.8
Total			Q. 323.15

En la tabla anterior se muestran los precios de cada uno de los materiales que se requieren para la elaboración del tanque descrito con el detalle de la cantidad de los materiales.

3.2.5 Recomendaciones

- ✓ Seguir los pasos de la manera correcta para que así se puedan construir los captadores de agua de lluvia de una manera eficiente. Si los materiales no se encuentran disponibles se pueden sustituir por alguno que se acople a las condiciones de su estructura.
- ✓ Aprovechar de la mejor manera el agua de lluvia con las técnicas planteadas anteriormente, para abastecer las necesidades hídricas por los habitantes de la comunidad de San Lorenzo, ya que en dicha comunidad este recurso no se encuentra en grandes disposiciones. Estos métodos de recolección de agua de lluvia no son permanentes, ya que serán utilizados únicamente en temporadas de lluvia, sin embargo, pueden instalarse y guardar los materiales para la siguiente temporada de lluvia. De manera que los materiales sean reutilizados.

3.2.6. Conclusiones

- ✓ Se analizó distintos captadores de agua de lluvia que mejor se adecuaron a las condiciones de las viviendas de la comunidad de San Lorenzo, para que mediante esta guía pudieran ser instruidos y guiados para poder crear estos captadores que mejor se adecuen.
- ✓ Mediante la literatura se recopiló información para crear una guía sobre distintos captadores de agua de lluvia que pudieron ser construidos por las familias de la comunidad de San Lorenzo, aprovechando sus recursos.

- ✓ Se realizó un análisis de los costos para la elaboración de los distintos sistemas de captadores de agua de lluvia tomando en cuenta los materiales.

3.1.5. Bibliografía

Benito, L. (2015). Bioguia. *Recolectores de agua de lluvia*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2020, de https://www.bioguia.com/ambiente/como-construir-un-recolector-de-agua-de-lluvia_29294305.html

INTA. (2018). *Tanque Australiano*. Argentina.

MARN. (2016). *Guía práctica de captación de agua de lluvia*. El Salvador.

Paredes, G. (2017). *Manual de construcción y mantenimiento de cosecha de agua de lluvia* . Tegucigalpa , Honduras .

3.3. SERVICIO II: CARACTERIZACIÓN ETNOBOTÁNICA DEL USO MEDICINAL DE LAS PLANTAS NATIVAS DE LA COMUNIDAD DE SAN LORENZO PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE SANARATE, EL PROGRESO.

3.3.1. Objetivos

- ✓ Elaborar una caracterización etnobotánica del uso medicinal de las plantas nativas de la comunidad de San Lorenzo perteneciente al municipio de Sanarate, El Progreso.
- ✓ Elaborar un listado de las plantas con propiedades medicinales que pueden ser utilizadas por los habitantes de la comunidad.
- ✓ Hacer un herbario de las plantas medicinales encontradas en la comunidad.

3.3.2. Metodología

A. Encaminamiento en la comunidad

Para observar las plantas nativas de la comunidad de San Lorenzo, se realizó un caminamiento por los senderos y calles en el área de estudio, para identificar las especies herbáceas y arbustivas y la cantidad de ellas que allí se encontraban, que posteriormente fueron colectadas y caracterizadas.

B. Colecta de plantas

Esta fase consistió en la colecta de las plantas observadas en el caminamiento realizado previamente, en donde se extrajeron o mutilaron para posteriormente fueron identificadas y caracterizadas. Cada muestra fue extraída de forma cuidadosa para no dañarla y luego colocadas en una bolsa plástica para posteriormente ser puesta sobre papel manila, cartón y prensada con la prensa de madera. Para así dejarla completamente deshidratada y luego ser herborizada.

C. Secado de plantas

Como se mencionó anteriormente, las plantas se deshidrataron utilizando papel manila y cartón, separando cada una de ellas y así poder ser preservadas perfectamente para su uso posterior.

D. Herborización

Esto se refiere a que las plantas fueron colectada y secada de manera adecuada. Las plantas fueron colocadas correctamente de acuerdo a su área foliar tanto del haz como del envés. Ubicando también de una forma correcta las flores de cada una de las plantas.

3.3.4. Resultados

Se encontró, identificó, herborizó y caracterizó cada una de las plantas en la comunidad que contaban con propiedades medicinales y que representaban un indicador para contribuir a la cura o alivio de síntomas de enfermedades. En el cuadro siguiente se describen las especies estudiadas, así como una descripción sobre la clasificación taxonómica en cuanto a familia, nombre científico y hábito al que pertenece. Debe tomarse en cuenta que el uso inadecuado de las especies puede propiciar escases de las mismas las cuales pueden ser compensadas con la siembra en campo abierto o en huertos familiares para garantizar su preservación.

Tabla 11

Caracterización de plantas medicinales encontradas en la comunidad de San Lorenzo.

No.	Familia	Nombre común	Nombre científico	Hábito
1	Euphorbiaceae	Higuerillo	<i>Ricinus communis</i>	Arbustivo
2	Anacardiaceae	Mango	<i>Mangifera indica</i>	Arbóreo
3	Asteraceae	Girasol silvestre	<i>Helianthus tuberosus</i>	Herbáceo
4	Asphodelaceae	Sábila	<i>Aloe vera</i>	Herbáceo
5	Fabaceae	Chipilín	<i>Crotalaria longirostrata</i>	Herbáceo
6	Solanáceae	Macuy	<i>Solanum nigrum</i>	Herbáceo
7	Cucurbitáceae	Ayote	<i>Cucurta angyrosperma</i>	Arbustivo
8	Euphorbiaceae	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	Arbustivo
9	Nyctaginaceae	Buganvilia	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	Arbóreo
10	Caricaceae	Papaya	<i>Carica papaya</i>	Arbóreo

Se determinaron las propiedades medicinales que poseen las plantas identificadas en la comunidad de San Lorenzo, Sanarate, ubicada en el departamento de El Progreso. Estas plantas silvestres pueden ser aprovechadas en su mayoría dependiendo de la densidad de las mismas que se puedan encontrar en los caminos y terrenos baldíos de dicha comunidad. Es importante que la población conozca cada una de las potencialidades medicinales de estas plantas, no solo para su utilización sino para su preservación, inclusive para que puedan ser reproducidas en viveros con fines de consumo familiar o bien para comercializarlas. A continuación, se detallan los síntomas o enfermedades que curan o alivian cada una de ellas, las cuales son muy conocidas por naturistas quienes recomiendan su uso en personas con problemas manifiestos.

Tabla 12

Propiedades medicinales de las plantas recolectadas en la comunidad de San Lorenzo.

No	Familia	Nombre común	Nombre científico	Propiedades medicinales
1	Euphorbiaceae	Higuerillo	<i>Ricinus communis</i>	<ul style="list-style-type: none">✓ Posee acción diurética✓ Se usa contra cólicos✓ Controla inflamaciones externas✓ Purgante
2	Anacardiaceae	Mango	<i>Mangifera indica</i>	<ul style="list-style-type: none">✓ previene el asma✓ Ayuda a prevenir el cáncer de próstata✓ Ayuda a la salud ocular✓ Protege los huesos✓ Trata la diabetes✓ Previene enfermedades cardiacas✓ Ayuda a combatir el estreñimiento
3	Asteraceae	Girasol silvestre	<i>Helianthus tuberosus</i>	<ul style="list-style-type: none">✓ Ayuda a disminuir el reumatismo✓ Controla la diabetes✓ Disminuye la retención de líquidos
4	Asphodelaceae	Sábila	<i>Aloe vera</i>	<ul style="list-style-type: none">✓ Ayuda a cicatrizar más rápido las heridas✓ Ayuda a controlar la diabetes

				<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuenta con propiedades antiinflamatorias ✓ Tiene propiedades antivirales ✓ Mejora la digestión ✓ Previene el cáncer
5	Fabaceae	Chipilín	<i>Crotalaria longirostrata</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contiene calcio, hierro, tiamina, niacina ✓ Ayuda al crecimiento ✓ Reduce el estrés ✓ Ayuda a la reparación de tejido ✓ Ayuda a la producción de hormonas, enzimas y anticuerpos
6	Solanáceae	Macuy	<i>Solanum nigrum</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ayuda a regular el ácido úrico ✓ Previene el envejecimiento ✓ Fortalece la vista ✓ Cuenta con gran cantidad de proteínas ✓ Poseen alto contenido de fibra, hierro, calcio, fosforo, vitamina A y C
7	Cucurbitáceae	Ayote	<i>Cucurta angyrosperma</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contiene grandes cantidades de antioxidantes anticancerígenos ✓ Contiene vitamina B1 y B2

				<ul style="list-style-type: none"> ✓ Combate infecciones ✓ Contiene vitamina E, que protege las enfermedades del corazón
8	Euphorbiaceae	Yuca	<i>Manihot esculenta</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contiene gran cantidad de proteínas ✓ Es una fuente rica de minerales tales como zinc, magnesio, potasio y cobre ✓ Regula la frecuencia cardiaca y la presión arterial ✓ Ayuda a tener una mejor digestión si se tienen problemas de gastritis, acidez estomacal, úlcera o colitis
9	Nyctaginaceae	Buganvilia	<i>Bougainvillea spectabilis</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Acelera la cicatrización ✓ Cuenta con propiedades que ayudan a bajar la fiebre ✓ Ayuda a equilibrar el sistema digestivo ✓ Puede utilizarse como expectorante ✓ Favorece el cuidado de la piel ✓ Mejora el sistema respiratorio

10	Caricaceae	Papaya	<i>Carica papaya</i>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Es buen diurético ✓ Aumenta las defensas naturales ya que posee vitamina C ✓ Contiene sustancias antioxidantes ✓ Mejora la salud de la piel ✓ Prevención de enfermedades cardiovasculares ✓ Ayuda a combatir el estreñimiento ✓ Ayuda a la digestión
----	------------	--------	----------------------	--

A continuación, se enlistan las plantas colectadas con algunas características específicas tales como: modo de propagación ya sea sexual o asexual, partes aprovechables, y el modo de empleo de las plantas.

Tabla 13

Propagación, parte utilizada, modo de empleo y dosis de las plantas medicinales en la comunidad de San Lorenzo.

No.	Nombre común	Propagación de la planta	Parte utilizada de la planta	Modo de empleo y dosis
1	Higuerillo	Sexual	Raíz y fruto	15 ml para adultos con aceite en vía oral
2	Mango	Sexual y asexual	Hojas y fruto	Usar 3 o 4 hojas tiernas y luego se deben hervir para luego ser filtrada

3	Girasol silvestre	Sexual	Raíz	Se corta la raíz y se pone a hervir en agua
4	Sábila	Asexual	<i>Hojas</i>	Se cortan las pencas y se dejan que destile la sabia amarga y luego se consume el acíbar
5	Chipilín	<i>Sexual</i>	<i>Hojas</i>	Se cortan las hojas y se ponen a hervir o bien en caldos, también pueden ser consumidas las hojas crudas
6	Macuy	<i>Sexual</i>	<i>Hojas</i>	Se cortan las hojas y se ponen a hervir o bien en caldos, también pueden ser consumidas las hojas crudas
7	Ayote	<i>Sexual</i>	<i>Flores, semillas y fruto</i>	Se pueden hacer te de la flor, el fruto se puede consumir cocido al vapor y las semillas se pueden dorar y consumirlas
8	Yuca	<i>Asexual</i>	<i>Tallo o tubérculo</i>	Debe ser cocido de manera que debe ser hervido ya que si se come crudo puede causar daños a la salud
9	Buganvilia	<i>Asexual</i>	<i>Flores, raíces y hojas</i>	Se deben de preparar en infusiones y hervir cualquier parte que se quiera aprovechar
10	Papaya	<i>Sexual</i>	<i>Fruto y semillas</i>	Consumir directamente el fruto o bien las semillas.

				Comer siete semillas diarias, siete veces al día
--	--	--	--	---



Figura 47. A la izquierda se muestra la planta de higuero en campo y en la derecha planta recolectada herborizada. Colindres F. (2020).



Figura 48. A la izquierda se muestra la planta de mango en campo y en la derecha planta recolectada herborizada. Colindres F. (2020).



Figura 49. A la izquierda se muestra la planta de girasol silvestre en campo y en la derecha planta recolectada herborizada. Colindres F. (2020).



Figura 50. A la izquierda se muestra la planta de sábila en campo y en la derecha planta recolectada herborizada. Colindres F. (2020).



Figura 51. A la izquierda se muestra la planta de Chipilín en campo y en la derecha planta recolectada herborizada. Colindres F. (2020).

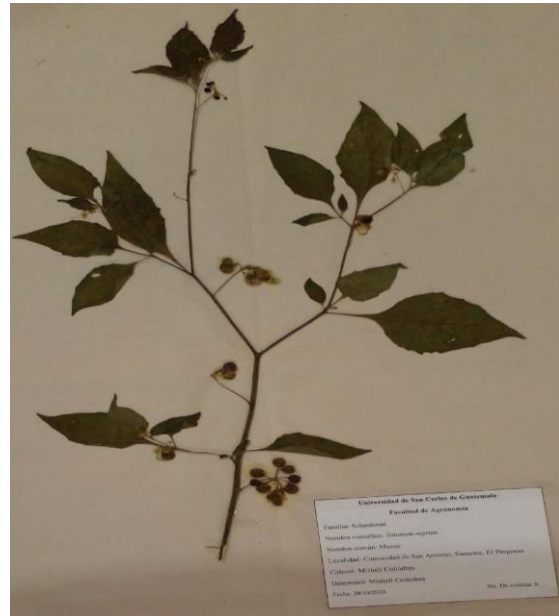


Figura 52. A la izquierda se muestra la planta de mango en campo y en la derecha planta recolectada herborizada. Colindres F. (2020).

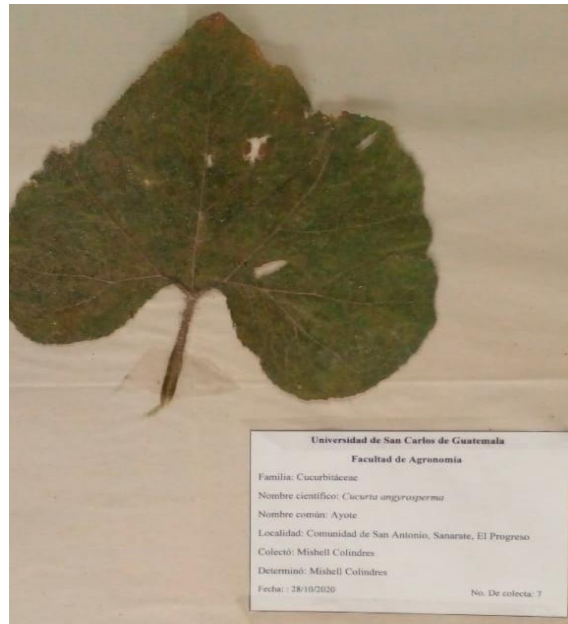


Figura 53. A la izquierda se muestra la planta de ayote en campo y en la derecha planta recolectada herborizada. Colindres F. (2020).

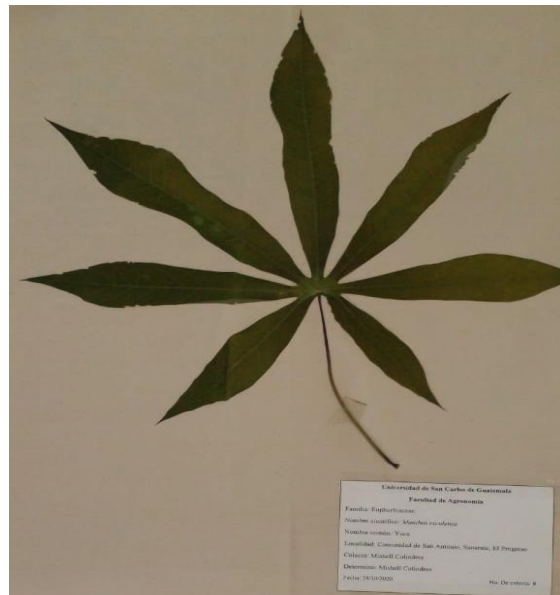


Figura 54. A la izquierda se muestra la planta de yuca en campo y en la derecha planta recolectada herborizada. Colindres F. (2020).

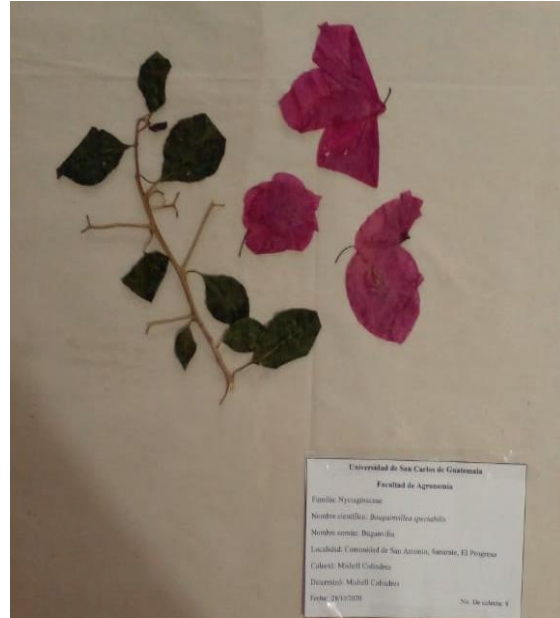


Figura 55. A la izquierda se muestra la planta de buganvilla en campo y en la derecha planta recolectada herborizada. Colindres F. (2020).



Figura 56. A la izquierda se muestra la planta de papaya en campo y en la derecha planta recolectada herborizada. Colindres F. (2020).

3.2.5. Recomendaciones

- ✓ Dar continuidad a la investigación sobre plantas medicinales, profundizando más acerca de la búsqueda de otras especies de plantas con propiedades preventivas o curativas que contribuyan a la salud y la economía familiar de la comunidad de San Lorenzo. Así mismo, será importante caracterizar a las especies distribuidas dentro del municipio para que puedan ser utilizadas de manera natural para tratar o sanar algunas dolencias o enfermedades.
- ✓ Es importante recalcar que el uso inadecuado de las especies puede propiciar escases de las mismas las cuales pueden ser compensadas con la siembra en campo abierto o en huertos familiares para garantizar su preservación.
- ✓ Realizar capacitaciones hacia los comunitarios de San Lorenzo para dar a conocer los beneficios de las plantas que se ubican dentro del territorio, tratando en lo posible de preservarlas y utilizarlas racionalmente para las futuras generaciones.
- ✓ Promover la domesticación de estas plantas para implementar jardines o huertos a nivel familiar o comunal con la caracterización de las plantas.

3.4. SERVICIO III: DIAGNOSTICO EN EMPRESA PALKI, S.A.

3.4.1. Objetivos

- ✓ Determinar las condiciones del área de producción con materiales de *Aloe vera* en la empresa PALKI, S.A., ubicada en el municipio de San Cristóbal, departamento de El Progreso, para la elaboración de un plan de servicios y proyecto de investigación.
- ✓ Conocer el manejo agronómico actual en el área de producción de crecimiento de *Aloe vera*.
- ✓ Identificar las principales necesidades en los procesos productivos de *Aloe vera* en maceta.
- ✓ Identificar el área destinada para la ejecución de las evaluaciones en el área de producción de *Aloe vera* en presentación de maceta.

3.4.2. Metodología

El desarrollo del diagnóstico fue efectuado a partir de la ejecución de un plan, se hizo uso de herramientas de diagnóstico basadas principalmente en la creatividad y en la búsqueda de problemas que presentó la empresa PALKI, S.A. El diagnóstico fue llevado a cabo mediante las siguientes herramientas.

A. Observación al área de producción de *Aloe vera*

Esta herramienta se usó para conocer, detectar y asimilar los procesos y técnicas efectuadas en el área de crecimiento de *Aloe vera*. Fue indispensable utilizar esta herramienta en la elaboración del diagnóstico, para posteriormente evaluar y detectar problemas posibles amenazas, o carencias que pudieran ser mejoradas y así se les dio solución y fortaleció algunas técnicas agronómicas de importancia para la empresa.

B. Conversación con jefe inmediato

Fue efectuado para conocer a más detalle todos los procesos productivos de la empresa en cuanto al área de crecimiento del *Aloe vera*. Además, se utilizó para aclarar dudas surgidas con relación a la observación efectuada anteriormente.

C. Reunión con gerente de la empresa

Se realizó una reunión con el gerente encargado de la empresa para conocer los objetivos que persigue la empresa en cuanto al área de investigación programado para epesistas.

D. Árbol de problemas

Esta herramienta fue importante para la identificación de los problemas principales derivados de sus causas, se pudo visualizar los efectos que ocasiona de una manera gráfica, para así elaborar un plan que llevó a la solución o mejoramiento del proceso o técnica que pudo hacer falta implementar o mejorar en el área de producción, en este caso en el área de crecimiento del *Aloe vera*.

E. Matriz de priorización de problemas

Esta herramienta surgió a partir del árbol de problemas, se pudo identificar las prioridades respecto al nivel de importancia de la solución del problema, además esta herramienta se utilizó para la toma de decisiones.

3.4.3. Descripción del área de crecimiento de Aloe vera en maceta

A. Caracterización de la materia prima

En estas áreas se identificaron los principales problemas (hongos, deficiencias, daño mecánico, entre otros) que presentaron las plantas de *Aloe vera* tanto de las plantas de bandeja como las de maceta según su procedencia.

B. Fertilización

Actualmente se tienen tres tipos de fertilizantes, siendo estos 20-20-20, Hydrocomplex (12-11-18 +2,7(MgO)+8S+EM) y Hakaphos (15-5-30 +2Mg+10S+EM), con fórmulas específicas, aplicadas en diferentes dosis según el tamaño de la planta en maceta y bandeja, la aplicación de nutrientes se hace mediante la técnica de fertiriego, se hace medición del IC para tener en cuenta cuando poder aplicar fertilizante con respecto a la cantidad de sales.

C. Programa fitosanitario

Son aplicados dos tipos de pesticidas siendo estos Mertec 500 SC y Malathion (S-1,2 di (etoxicarbonil) etil 0,0-dimetil fosforoditioato), sin tener en cuenta la caracterización de la materia prima, ya que no se ha realizado un análisis de enfermedades que puedan estar afectando el *Aloe vera*.

D. Riego

El riego es aplicado mediante la observación, es decir, cada día se toman plantas y se separan de la maceta para observar el sustrato, si está lo suficiente seco, se aplica riego con manguera. No se cuenta con una frecuencia establecida de riego, por lo tanto, no se ha establecido una lámina de riego.

E. Inductor de enraizamiento

El inductor de enraizamiento utilizado actualmente es Raykat con una composición de AA 4% + NITRÓGENO 3% + FÓSFORO 0% + POTASIO 6%., con buenos resultados, se aplica a la segunda semana después de ser sembrada la planta en maceta y bandeja en sustrato de fibra de coco.

F. Densidad de siembra

Las plantas en maceta presentaron una densidad de siembra establecida de 35 X 26 cm, sin embargo, las hojas son traslapadas unas con otras que causan problemas con el desarrollo de estas o en su calidad.

G. Porcentaje de sombra

Las macetas de tamaño de 21 cm se encontraban recibiendo luz directa, en todo el día. Las macetas de tamaño de 7 cm están bajo zarán, así como las bandejas.

H. Manejo Agronómico

Se realizan diferentes prácticas agrícolas que se les da a las macetas de *Aloe vera*, tales como deshoje, deshije, desflore, limpieza de maleza, calzado con sustrato.

3.4.5. Resultados

Durante los primeros días del mes de marzo del año 2020, se realizó un recorrido en toda la empresa de PALKI, S.A., observando y conociendo todos los procesos productivos y las instalaciones en donde se llevan a cabo las actividades de la empresa productora de *Aloe vera* y otras plantas ornamentales para exportación. Los procesos se observaron desde la caracterización de la materia prima hasta la siembra en maceta, lista para ser exportada. El recorrido se realizó en compañía del Ing. Agr. Franky Rosales, encargado del área de *Aloe vera*, se observó toda el área de producción y describió cada una de las actividades, teniendo como punto de partida las oficinas gerenciales. Se realizó el recorrido dando explicación a todo el proceso realizado en *Aloe vera*, desde las plantas sembradas en bandeja, siendo compradas en su mayoría y producidas por la empresa.

Las plantas son producidas en macetas de diferentes tamaños de 7, 9 y 21 cm. Las plantas de *Aloe vera* para maceta 21 son compradas a diferentes proveedores, se selecciona la planta para evaluar diferentes aspectos de calidad. Se corta la raíz y se selecciona según el tamaño

de esta, para posteriormente ser sembrado en maceta. Se seleccionan las plantas buenas, y las que no cumplen con los requisitos de calidad son devueltas al proveedor y no son pagadas. Las plantas seleccionadas son puestas en maceta de tamaño 21, se llenan con sustrato de fibra de coco, anteriormente desinfectado con Mancozeb por cualquier daño fúngico. Estas macetas son dejadas en campo bajo radiación solar directa, son identificadas según la fecha en que se sembró y se les da el manejo correspondiente. Así mismo se les da un manejo correspondiente a plantas con diferente tamaño.

En la reunión con el gerente de la empresa se dieron a conocer los objetivos que persigue la empresa en cuanto a la labor del epesista, estos fueron:

- ✓ Caracterizar la materia prima para identificar los principales problemas (hongos, deficiencias, otros) que puedan presentar las plantas de *Aloe vera* según su procedencia.
- ✓ Mejorar la productividad de plantas de *Aloe vera* en la presentación de maceta en tamaño de 21 cm, evaluando métodos de fertilización, riegos, enraizamiento, densidades de siembra, manejo de sombra, entre otros.
- ✓ Monitorear el crecimiento para definir un ciclo de producción de los diferentes productos de *Aloe vera* con el fin de alcanzar la calidad necesaria de exportación para cada uno de ellos.

Así también se dieron a conocer, junto con el encargado del *Aloe vera* y gerente de la empresa, las actividades que se realizarán, para evaluar y mejorar durante el tiempo de EPS, mencionadas a continuación.

En esta actividad se realizó una muestra, según su procedencia, se determinará mediante observaciones, los síntomas y daños que presentan las plantas, así mismo se llevarán al laboratorio muestras para determinar si el factor que está afectando es un hongo o bacteria.



Figura 57. Caracterización de la materia prima según proveedor. Colindres F. (2020).

A. Fertilización

Se evaluaron diferentes productos de fertilizantes en la etapa fenológica de crecimiento del *Aloe vera*, se aplicó mediante el fertiriego, en la presentación de maceta en tamaño de 21 cm teniendo en cuenta el comportamiento de la conductividad eléctrica del sustrato, ya que la salinidad afecta el número de hojas nuevas, volumen foliar, y la biomasa seca y fresca. (Rodríguez & Salazar, 2014).



Figura 58. Medición de EC para controlar la cantidad de sales en sustratos. Colindres F. (2020).

B. Programas fitosanitarios

Según la caracterización se pudo proporcionar un programa fitosanitario específico para las enfermedades y plagas que afectaban las plantas de *Aloe vera*. La identificación de posibles patógenos asociados al daño de las plantas fue realizada con muestreos del material vegetal

en la fase adulta de las plantas y se identificaron los síntomas de las posibles enfermedades. (Jiménez, 2016).



Figura 59. Planta dañada, presentando sintomatología de daño causado por hongo.

Colindres F. (2020).

C. Riego

Mediante la observación constante se determinó y estableció una frecuencia de riego que fue óptima según el tamaño de la planta y el % de humedad. Las plantas criadas en condiciones de climas áridos y secos, requieren del suministro de agua adecuado tanto en cantidad como también en frecuencia. (Garrido, 2011).

D. Inductor de enraizamiento

Se evaluaron distintos inductores del enraizamiento que dieron un mejor resultado con un costo bajo, así se evaluaron distintos sustratos que pudieron relacionarse con la calidad del enraizante. Para obtener mayor porcentaje de plantas enraizadas y así mejorar el crecimiento vegetativo de estas, con hojas de mayor tamaño, así como de ancho, mejorando el desarrollo del área foliar, se incrementó el desarrollo radicular, con raíces de mayor longitud y volumen, utilizando un buen sustrato y enraizante. (Guzmán, 2013).



Figura 60. Sistema radicular desarrollado en maceta tamaño 21 cm. Colindres F. (2020).

E. Densidad de siembra

Según establece El Instituto de Investigación Agropecuaria (2006), la densidad de siembra es un factor importante para el buen desarrollo de las plantas que debe ser tomado en consideración. Se evaluaron diferentes tipos de densidades de siembra según la literatura.



Figura 61. Densidad de siembra de plantas en maceta de tamaño de 21 cm, puestas sobre block. Colindres F. (2020).



Figura 62. Densidad de siembra en maceta tamaño 21 cm, puestas en camas. Colindres F. (2020).

F. Porcentaje de sombra

El porcentaje de sombra fue evaluado mediante diferentes ensayos, con 3 porcentajes de radiación solar en las plantas de *Aloe vera* en las macetas y bandejas de diferentes tamaños, mediante el uso de zarán. La radiación solar afecta significativamente el desarrollo de *Aloe vera*, aumentando el número y largo de las hojas cuando las plantas tienen un 50 % de radiación solar. (Herrera, 2019).



Figura 63. Porcentaje de luz en maceta de tamaño 21, siendo este de 100 %. Colindres F. (2020).



Figura 64. Bandejas con pilones y maceta de tamaño 7 cm, bajo Zarán. Colindres F. (2020).

3.4.5. Recomendaciones

- ✓ Realizar una investigación en cuanto a la evaluación de distintos fertilizantes aplicados en fertirriego, así como la evaluación de diversas dosis que puedan tener diferencia en los resultados del *Aloe vera* en presentación de maceta.
- ✓ Hacer una medición diaria del EC para evaluar el incremento de sales para hacer una programación en la frecuencia de riego y dosis de esta.
- ✓ Evaluar diferentes fuentes de inductores del enraizamiento en diversos sustratos que tengan las características básicas y acopladas al sistema radicular de *Aloe vera*.
- ✓ Es necesario caracterizar la materia prima para identificar los principales problemas (hongos, deficiencias, otros) que puedan presentar las plantas de *Aloe vera* según su procedencia para realizar un plan fitosanitario y mejorar la calidad de *Aloe vera* en maceta. Así como mejorar la productividad de plantas.

3.5. SERVICIO IV: REFORESTACIÓN EN EL CENTRO UNIVERSITARIO DE EL PROGRESO -CUNPROGRESO-

3.5.1. Objetivos

- ✓ Reforestar el Centro Universitario de El Progreso -CUNPROGRESO-
- ✓ Habilitar un área accesible en el Centro Universitario de El Progreso -CUNPROGRESO- para su reforestación.
- ✓ Gestionar con la municipalidad de Guastatoya arbolitos para su posterior siembra en el Centro Universitario de El Progreso -CUNPROGRESO-

3.5.2. Metodología

A. Reconocimiento del área a reforestar

Se hizo un reconocimiento asignado por autoridades del centro universitario de El Progreso -CUNPROGRESO- en donde se reforestaron especies forestales de la zona que contribuyen con el medio ambiente y el paisaje del centro.

B. Gestionamiento de especies forestales

Se realizó un gestionamiento con autoridades municipales para la obtención de una cantidad de 50 arbolitos forestales de la zona para posteriormente fueron plantados en el área asignada dentro del -CUNPROGRESO-.

C. Limpieza del área a forestar

Se ejecutó un recorrido en la zona a sembrar se le dio una limpieza de toda aquella maleza que pudiera perjudicar en el crecimiento normal y adecuado de los arbolitos que posteriormente serán sembrados.

D. Siembra de arbolitos forestales

Se sembraron los árboles que fueron gestionados, en el área asignada por las autoridades del centro universitario de El Progreso -CUNPROGRESO- en donde se les dio las condiciones

adecuadas para su óptimo desarrollo así mismo para que puedan contribuir de manera positiva al medio ambiente y al paisaje de centro.

3.5.4. Resultados

A. Reconocimiento del área a reforestar

Ha sido asignada el área por autoridades del CUNPROGRESO que fue reforestada, siendo estas áreas específicas en el perímetro del terreno del Centro Universitario, en las orillas del centro en donde se encuentra el cerco, estando cerca de la bomba de agua.



Figura 65. Reconocimiento del área a reforestar. Colindres F. (2020).

B. Gestionamiento de especies forestales

Se realizó un gestionamiento de 50 árboles forestales otorgados por la municipalidad de Guastatoya con fines de ser sembrados en el Centro Universitario.



Figura 66. Gestionamiento de arbolitos en municipalidad de Guastatoya. Colindres F. (2020).

C. Limpieza del área a forestar

Antes de ser sembrados los arbolitos se ha desmalezado el lugar en donde se sembraron para que no tengan dificultad en su crecimiento adecuado.



Figura 67. Limpieza del área a reforestar en lugar asignado. Argueta I. (2020).

D. Siembra de especies forestales

Se han sembrado los árboles gestionados en el lugar establecido por las autoridades con el fin de conservar los suelos y contribuir al medio ambiente además de darle una vistosidad más natural y fresca al centro universitario.



Figura 68. Siembra de especies forestales. Colindres F. (2020).

3.5.5. Recomendaciones

- ✓ Darle seguimiento al manejo de los arbolitos sembrados en el área asignada, con riegos constantes debido al caluroso clima de El Progreso, además en ciertas ocasiones realizarle su plateado y poda adecuada para su óptimo crecimiento.
- ✓ Continuar con proyectos de esta naturaleza ya que contribuyen un alto beneficio al medio ambiente, mayormente siendo el corredor seco en donde la naturaleza corresponde a un monte espinoso.
- ✓ Reforestar con arbolitos de la región y no con aquellos que no se adaptan a las condiciones del área, pueden ser sembrados árboles forestales tales como, pachaco, jigua, cedro, guayacán, pino, alcanfor, aripín, matilisguate, cedro, madrecaico, campeche, moringa, timboque, etc.