

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA



TRABAJO DE GRADUACIÓN

CARACTERIZACIÓN DE AGUA CON FINES DE RIEGO OBTENIDA DE FILTROS DE AGUAS GRISES EN LA COMUNIDAD DE EL SABINO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN FAO, MUNICIPIO DE CUILCO, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

LUCÍA GABRIELA MARROQUÍN SANTIAGO

GUATEMALA, AGOSTO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

CARACTERIZACIÓN DE AGUA CON FINES DE RIEGO OBTENIDA DE FILTROS DE AGUAS GRISES EN LA COMUNIDAD DE EL SABINO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN FAO, MUNICIPIO DE CUILCO, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

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

POR

LUCÍA GABRIELA MARROQUÍN SANTIAGO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERA AGRÓNOMA EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

GUATEMALA, AGOSTO DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Ing. M.Sc. Murphy Olympo Paiz Recinos

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	Ing. Agr. Mario Antonio Godínez López
SECRETARIO	Ing. Agr. Juan Alberto Herrera Ardón
VOCAL I	Dr. Marvin Roberto Salguero Barahona
VOCAL II	Dra. Gricelda Lily Gutiérrez Álvarez
VOCAL III	Ing. Agr. Jorge Mario Cabrera Madrid
VOCAL IV	P. Agr. Marlon Estuardo González Alvares
VOCAL V	P. Agr. Marvin Orlando Sicajaú Pec

GUATEMALA, AGOSTO DE 2019

Guatemala, agosto de 2019

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

Honorables miembros.

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado: "CARACTERIZACIÓN DE AGUA CON FINES DE RIEGO OBTENIDA DE FILTROS DE AGUAS GRISES EN LA COMUNIDAD DE EL SABINO, DIAGNÓSTICO Y SERVICIOS PRESTADOS EN LA ORGANIZACIÓN FAO ONG, MUNICIPIO DE CUILCO, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A." , como requisito previo a optar el título de Ingeniera en Sistemas de Producción Agrícola, en el grado académico de Licenciada.

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

Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Lucía Gabriela Marroquín Santiago
201408065

ACTO QUE DEDICO

A:

DIOS: por haber sido el ente que me brindó la paciencia, entendimiento y perseverancia para alcanzar cada una de las metas planteadas a lo largo de mi vida, y por haberme iluminado para seguir el buen camino.

Mi madre: Beatriz Cabrera, por haber sido el pilar que me dio la fuerza para alcanzar mis sueños, mi inspiración de esfuerzo y de lucha, la que siempre estuvo a mi lado apoyándome y animándome a continuar, la persona más importante en mi vida, a la que le debo todo lo que soy.

Mis hermanos: José Humberto y Daniel Estuardo por haber estado ahí en todo el proceso y ser una parte fundamental en mi vida.

Mis primas: Nancy Karina y Astrid Carolina, por ser las mejores compañeras de vida y por brindarme su incondicional apoyo.

Mi madrina: Licda. Gladys Reyes, por haber confiado en mí, por acompañarme y apoyarme en toda la carrera.

Mis amigos y compañeros: por haberme brindado su amistad y confianza a lo largo de cada una de mis etapas como estudiante.

Mi tío y abuela: Lic. Estuardo Cabrera (QEPD) por haber sido como un padre, por haber confiado en mí y ser mi más grande inspiración como profesional; y a mí abuela Emérita Cabrera (QEPD), por inculcarme el espíritu de superación y por siempre haber querido verme realizando mis sueños.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de San Carlos de Guatemala, mi Alma Mater, la que me formó como profesional y me dio los conocimientos necesarios para ejercer como una buena profesional.

A la Facultad de Agronomía, por los conocimientos brindados para apoyar en gran medida al desarrollo del país, y haberme puesto en el camino a excelentes mentores.

A la Organización para la Alimentación y Agricultura –FAO- por darme la oportunidad de realizar con ellos el Ejercicio Profesional Supervisado y poder concluir mi formación académica. De igual manera con quienes laboré en el proyecto, el Ing. Agr. Mario Cano, por ser un excelente jefe y mentor; a la Lic. Susana Menchú y Lic. Kristelly Ramírez por apoyarme en el proceso y brindarme sus conocimientos.

A la municipalidad del Cuilco, por abrirme las puertas y colaborar conmigo durante el periodo de EPS, personas que se caracterizaron por su calidez y cordialidad.

A mi asesor de tesis, el Dr. Marvin Salguero, por haber sido una parte fundamental en la realización de este trabajo, con su asesoría y confianza.

A mi supervisor, el Dr. Adalberto Rodríguez, por haberme brindado su confianza y amistad, así como ser un gran apoyo en esta última etapa.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I.....	1
DIAGNÓSTICO DE NUEVE COMUNIDADES DE ACCIÓN DEL PROYECTO CUNJUNTO DE FAO EN EL MUNICIPIO DE CUILCO, HUEHUETENANGO, C.A.	1
1.1. PRESENTACIÓN	2
1.2. MARCO REFERENCIAL	3
1.2.1. Antecedentes Históricos del Municipio.....	3
1.2.2. División político Administrativa.....	3
1.2.3. Características del ecosistema	5
1.2.4. Características de la población.	5
1.2.5. Actividades agrícolas y pecuarias del municipio.	6
1.2.6. Servicios Básicos e infraestructura	6
1.2.7. Características de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.....	7
1.2.7.1. Objetivos	8
1.3. OBJETIVOS.....	9
1.3.1. Objetivo General.....	9
1.3.2. Objetivos Específicos.....	9
1.4. METODOLOGÍA Y RECURSOS.....	10
1.4.1. Fase I: reconocimiento de Campo	10
1.4.2. Fase II: Dialogo con mujeres y promotoras.....	11
1.4.2.1. Recopilación de información primaria.....	11
1.4.3. Fase de ordenamiento y análisis de la información.....	11
1.5. RESULTADOS.....	12
1.5.1. Descripción de la problemática	12
1.5.2. Antecedentes del proyecto.....	13
1.5.3. Recopilación de información.....	14
1.5.3.1. Falta de agua en la mayoría de las comunidades.....	14
1.5.3.2. Altos índices de desnutrición en el municipio.	15
1.5.3.3. Altos índices de pobreza	16

1.5.3.4. Bajos conocimientos en manejo y establecimiento de cultivos.	17
1.5.3.5. Bajo acceso a la educación.	18
1.5.3.6. Pocos conocimientos sobre manejo pos cosecha de granos básicos.	19
1.5.3.7. Difícil acceso a las comunidades.	20
1.5.3.8. Matriz de priorización de Problemas.	21
1.6. Conclusiones y Recomendaciones.	23
1.7. Bibliografía.	24
CAPÍTULO II.	25
CARACTERIZACIÓN DE AGUA CON FINES DE RIEGO OBTENIDA DE FILTROS DE AGUAS GRISES EN LA COMUNIDAD DE EL SABINO, MUNICIPIO DE CUILCO, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.	25
2.1. PRESENTACIÓN.	26
2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.	28
2.3. MARCO TEÓRICO.	29
2.3.1. Marco conceptual.	29
2.3.1.1. Recurso hídrico en Guatemala.	29
2.3.1.2. Aguas superficiales.	30
2.3.1.3. Aguas subterráneas.	31
2.3.1.4. Usos del agua en Guatemala.	31
2.3.1.5. Contaminación del agua.	33
2.3.1.6. Aguas Residuales.	34
2.3.1.7. Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y deposición de lodos en Guatemala.	37
2.3.1.8. Norma Europea sobre deposición de aguas residuales.	40
2.3.1.9. Características del agua con fines de riego.	41
2.3.2. Marco referencial.	45
2.3.2.1. Localización.	45
2.3.2.2. Condiciones climáticas.	45
2.3.2.3. Filtros de aguas grises.	47
2.4. OBJETIVOS.	50
2.4.1. Objetivo general.	50
2.4.2. Objetivos específicos.	50
2.5. METODOLOGÍA.	51

2.5.1. Elaboración del filtro.	51
2.5.2. Toma de muestras para caracterización de agua residual.	51
2.5.2.1. Horario de la toma de muestra	51
2.5.2.2. Análisis de la muestra.	52
2.5.3. Muestras mensuales con fines de riego	53
2.5.3.1. Horario de la toma de muestra	53
5.3.2. Análisis de la Muestra	53
2.5.3.2. Comparación mensual de resultados.	54
5.4. Fecha de toma de muestras	54
2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
2.6.1. Listado de materiales utilizados por parte de las familias para actividades domésticas.	55
2.6.2. Caracterización de agua residual.....	56
2.6.2.1. Resultados obtenidos correspondientes a la muestra inicial, entrada y salida.....	56
2.6.2.2. Resultados obtenidos correspondientes a la muestra final, entrada y salida.....	58
2.6.2.3. Comparación de resultados.....	60
2.6.3. Comparación de parámetros con los establecidos en el Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y disposición de lodos.	61
2.6.4. Caracterización de agua con fines de riego.	63
2.6.4.1. Comportamiento de los parámetros en los seis meses de muestreo.	63
2.6.5. Caracterización del agua en base a su salinidad y sodicidad.....	68
2.7. CONCLUSIONES.....	69
2.8. RECOMENDACIONES	70
2.9. BIBLIOGRAFÍA	71
2.10. ANEXOS	74
CAPÍTULO III.....	88
SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS EN LA ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA	88
3.1. PRESENTACIÓN.....	89
3.2. SERVICIO 1. APOYAR Y BRINDAR ASISTENCIA TÉCNICA A FAMILIAS PARTICIPANTES, DE LAS 9 COMUNIDADES DE ACCIÓN DEL PROYECTO, EN LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS PARA LA MEJORA DE SUS SISTEMAS PRODUCTIVOS.....	90

3.2.1. OBJETIVOS	90
3.2.1.1. Objetivo General.	90
3.2.1.2. Objetivos específicos.	90
3.2.2. METODOLOGÍA	91
3.2.2.1. Asistencia técnica en la implementación de huertos familiares.	91
3.2.2.2. Apoyo en la implementación de prácticas para el aprovechamiento del recurso hídrico.....	92
3.2.2.3. Apoyo a la capacitación y seguimiento de la implementación de módulos de conejos, producción de hongos ostra y entrega de material para gallineros.	93
3.2.3. RESULTADOS.....	94
3.2.3.1. Implementación de huertos y base de datos generada.	94
3.2.3.2. Visitas domiciliarias.....	95
3.2.3.3. Apoyo en la implementación de prácticas para el aprovechamiento del agua. ...	95
3.2.3.4. Implementación de prácticas para la generación de alimento con contenido proteico.....	97
3.2.4. EVALUACIÓN	98
3.3. SERVICIO 2. REALIZACIÓN DE EVENTOS DE DIRIGIDOS PROMOTORES, FAMILIAS Y EL EQUIPO DE EXTENSIÓN RURAL DEL MAGA.....	99
3.3.1. OBJETIVOS.....	99
3.3.1.1. Objetivo general.....	99
3.3.1.2. Objetivos específicos.	99
3.3.2. METODOLOGÍA	100
3.3.2.1. Preparación y planificación de la actividad.....	100
3.3.2.2. Realización de la actividad.....	100
3.4.3. RESULTADOS.....	101
3.4.3.1. Temas de capacitación a promotores.....	101
3.4.3.3. Capacitaciones al equipo de extensión rural del municipio.	103
3.4.4. EVALUACIÓN	105
3.5. Bibliografía	106

ÍNDICE DE FIGURAS

CONTENIDO	PÁGINA
Figura 1. Localización geográfica del municipio de Cuilco.	4
Figura 2. Cultivo de maíz afectado por la sequía.	15
Figura 3. Comisión municipal de seguridad alimentaria y nutricional.....	16
Figura 4. Condiciones de vivienda	17
Figura 5. Asistencia técnica por parte de las autoridades locales.....	18
Figura 6. Almacenamiento de mazorcas en tapancos.	19
Figura 7. Carretera de terracería en dirección a la comunidad Unión Batal.....	20
Figura 8. Gráfica sobre uso del agua 2006-2010	31
Figura 9. Gráfica de clasificación del agua en base a salinidad y sodicidad.	42
Figura 10. Límites del municipio y valores altitudinales.	46
Figura 11. Composición de los filtros.	47
Figura 12. Funcionamiento de los filtros.....	47
Figura 13. Conductividad eléctrica.	63
Figura 14. pH	64
Figura 15. Calcio, magnesio, sodio y potasio en meq/l.....	65
Figura 16. Zinc, hierro y manganeso en partes por millón.	66
Figura 17. Relación adsorción sodio.	67
Figura 18A. Abertura de agujero para la colocación de materiales.....	74
Figura 19A. Incorporación de materiales filtrantes.	74
Figura 20A. Colocación de tubos de conducción de la pila al filtro.	75
Figura 21A. Conducción de agua del primer filtro al segundo.	75
Figura 22A. Toma de muestra de agua residual y agua con fines de riego.	76
Figura 23A. Muestras de agua residual de tipo doméstico.	76
Figura 24A. Muestras mensuales de agua con fines de riego.	77
Figura 25A. Comportamiento de la precipitación pluvial durante los meses de muestreo.	77
Figura 26A. Resultados de muestra inicial en la entrada al filtro.	78
Figura 27A. resultados de muestra inicial a la salida del filtro.	79
Figura 28A. resultados muestra final en la entrada al filtro.	80
Figura 29A. Resultados muestra final en la salida del filtro.	81
Figura 30A. Resultado para muestra de junio.	82
Figura 31A. Resultado muestra de julio.....	83
Figura 32A. Resultado para muestra de agosto.	84
Figura 33A. Resultado para muestra de septiembre.	85
Figura 34A. Resultado para muestra de octubre.	86
Figura 35A. Resultado para muestra de noviembre	87
Figura 36. Formato de ficha de visita domiciliar.	92
Figura 37. Huertos familiares.	94

Figura 38. Implementación de sistema de riego.....	95
Figura 39. Armado de filtro.....	96
Figura 40. Armado de cosechador de agua de lluvia.....	96
Figura 41. Producción de hongos ostra.....	97
Figura 42. Capacitación de promotores.....	101
Figura 43. Capacitación de familias.	102

ÍNDICE DE CUADROS

CONTENIDO	PÁGINA
Cuadro 1. Zonas de vida y características climáticas.	5
Cuadro 2. Metodología y recursos a utilizar.	11
Cuadro 3. Matriz de priorización de problemas.	21
Cuadro 4. Disponibilidad hídrica anual (nacional y por vertiente)	29
Cuadro 5. Fuentes superficiales de mayor contaminación.	30
Cuadro 6. Demanda de agua de riego (millones de m ³) según sistema y vertiente.	33
Cuadro 7. generación de agua contaminadas.	33
Cuadro 8. Composición típica de agua residual doméstica.	37
Cuadro 9. Límites permisibles según el acuerdo 236-2006.	39
Cuadro 10. Requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de depuración de aguas residuales mediante tratamiento secundario.	40
Cuadro 11. Determinaciones para evaluar la calidad de agua para riego.	43
Cuadro 12. Parámetros para clasificar de uso agrícola de acuerdo a su nivel de salinidad y sodicidad.	43
Cuadro 13. Restricciones del agua para uso agrícola para riego por goteo.	44
Cuadro 14. Variables de estudio.	52
Cuadro 15. Variables a evaluar con fines de riego.	53
Cuadro 16. Clasificación del agua en base a su salinidad y sodicidad.	54
Cuadro 17. Cronograma de toma de muestras.	54
Cuadro 18. Caracterización de materiales utilizados.	55
Cuadro 19. Primera muestra realizada en el mes de junio.	56
Cuadro 20. Muestra final realizada en el mes de noviembre.	58
Cuadro 21. Comparación de muestras inicial y final.	60
Cuadro 22. Comparación de parámetros del primer y último muestreo con el acuerdo 236-2006.	61
Cuadro 23. Resultados obtenidos durante los seis meses de muestreo.	63
Cuadro 24. Relación de Ce y RAS.	68
Cuadro 25. Formato de boleta de registro de producción de hortalizas.	91
Cuadro 26. Registro de visitas realizadas.	95
Cuadro 27. Temas impartidos a promotores.	101
Cuadro 28. Capacitación de familias.	102
Cuadro 29. Primer evento de capacitación a extensionistas.	103
Cuadro 30. Segundo evento de capacitación a extensionistas.	103
Cuadro 31. Tercer evento de capacitación a extensionistas.	104

RESUMEN

EL presente trabajo de graduación surge de la realización del Ejercicio Profesional Supervisado en el proyecto conjunto de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO-, en el municipio de Cuilco del departamento de Huehuetenango, con el principal propósito de apoyar en la ejecución del proyecto denominado “Mujeres en edad fértil, niños y niñas menores de 5 años acceden de forma estable a alimento nutritivos y diversificados en el municipio de Cuilco”. Dicha organización tiene la misión de disminuir los índices de desnutrición en nueve comunidades del municipio, así como mejorar los sistemas productivos de las familias; el EPS fue realizado en el periodo de febrero a noviembre de 2018, con las diferentes tareas asignadas, las cuales están especificadas en el presente documento.

El capítulo uno corresponde a la descripción de las actividades realizadas para la elaboración del diagnóstico. En este se priorizaron las distintas problemáticas, la recopilación de la información consistió en hacer recorridos por las comunidades y el dialogo comunitario con promotores, familias participantes y equipos de asistencia técnica municipal, como lo es el equipo de extensión del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación –MAGA-.

El principal problema que aqueja a la población, con base en el diagnóstico realizado, es la poca disponibilidad del recurso hídrico, esto debido a que la mayoría de afluentes que recorren el municipio están contaminados con desechos humanos y productos químicos. Este primer problema viene a generar otros, como la baja o nula productividad de cultivos como granos básicos, hortalizas u otros de importancia para las familias, dejando catalogada este tipo agricultura como de infra subsistencia y subsistencia.

En base a las técnicas utilizadas de priorización de problemas, se estableció el tema de investigación en relación a uno de los pilares del proyecto, siendo este la implementación de filtros de aguas grises. La investigación se detalla en el capítulo dos de este documento, en la cual se caracterizó el tipo de agua obtenida con el fin primordial de reutilizar esta para fines de riego, y a su vez la de disminuir la contaminación generada por la descarga de las mismas al manto freático y los afluentes principales.

Los resultados obtenidos en la investigación muestran la efectividad del sistema de filtros durante los seis meses muestreo y monitoreo, en los que se realizó la toma de una muestra mensual para su posterior análisis en el laboratorio. Para la caracterización del agua con fines de riego se tomaron en cuenta los parámetros pH, conductividad eléctrica, calcio, magnesio, sodio, potasio, cobre, zinc, hierro, manganeso y la relación adsorción sodio. El comportamiento de estos parámetros fue constante durante los seis meses y dentro de los límites establecidos para su uso en riego, clasificándola como de calidad tipo C2S1, que corresponde a conductividad media y sodicidad baja, por lo debe utilizarse con cultivos que toleren en mediana medida la salinidad.

Por otra parte, si el agua que se obtiene de los filtros no va ser destinada a riego y se va a descargar en cualquier fuente receptora, el análisis realizado detalla la disminución de los contaminantes, los cuales corresponden al pH, conductividad eléctrica, sólidos sedimentables, sólidos en suspensión, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total, fósforo total, color, aceites y grasas. Para esto se tomó una muestra en la entrada al filtro y otra en la salida con fines comparativos, dichas muestras se tomaron en el mes de junio y en el mes de noviembre. Se catalogó el agua en la entrada del filtro como de concentración media-alta, por lo que su efecto es muy contaminante; y a la salida del filtro, el agua se catalogó como de concentración baja-media, y su índice de relación DBO/DQO, indica que es un vertido de tipo inorgánico, por lo que el tratamiento de filtrado es ideal para este tipo de agua.

Con base en el artículo 236-2006 sobre deposición de aguas residuales del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, el agua debe seguir otro tratamiento para la eliminación de grasas y aceites, ya que la concentración final de la muestra sobrepasa por 6 mg/l en la muestra de junio y 8 mg/l en la muestra de noviembre, por lo que no cumple con el acuerdo y no podrían ser descargadas en afluentes cercanos.

En el capítulo tres de este documento se enlistan los servicios profesionales prestados a la organización, mismos que se realizaron con la finalidad de brindar apoyo técnico en las nueve comunidades de acción del proyecto. Los servicios consistieron en la asistencia técnica para la mejora de los sistemas productivos de granos básicos y huertos familiares, así como, el seguimiento a la implementación de las prácticas para el aprovechamiento de los recursos, y el apoyo en el establecimiento de módulos de producción de hongos, y módulos de crianza de conejos.

Uno de los servicios con mayor importancia fue la planificación y realización de capacitaciones dirigidas a promotores comunitarios, familias participantes y al equipo de extensión rural del MAGA. La dinámica de realización de estas capacitaciones fue similar y se abordaron los temas de manejo de maíz, manejo pos cosecha, almacenamiento de granos, selección masal, entre otros temas detallados en este capítulo. Se atendieron a 237 mujeres, correspondientes a las 9 comunidades, 7 extensionistas del municipio y 50 extensionistas a nivel departamental de Huehuetenango.



CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO DE NUEVE COMUNIDADES DE ACCIÓN DEL PROYECTO CUNJUNTO DE FAO EN EL MUNICIPIO DE CUILCO, HUEHUETENANGO, C.A.

1.1. PRESENTACIÓN

El municipio de Cuilco es uno de los 32 municipios del departamento de Huehuetenango, y es el tercero más grande. A pesar de que Huehuetenango es de clima templado, en Cuilco oscilan las temperaturas de 20 a 36 grados, además de la variedad de microclimas con la que cuenta por las distintas alturas que van desde los 800 msnm hasta los 3000 msnm.

Es uno de los municipios en los que la pobreza predomina en un gran porcentaje de la población, esto debido a la falta de oportunidades de empleo y el poco apoyo de las instituciones municipales. Por las localidades en las que se encuentran las comunidades, el acceso es bastante difícil, lo que complica la movilización de las personas y la comercialización de sus productos, con la finalidad de generar nuevos ingresos. Muchos de los ingresos que reciben son provenientes de remesas, ya que la tasa migratoria del lugar, por estar cerca de la frontera con México, es bastante alta.

Por parte de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el desarrollo (AECID) se financia el proyecto que dirige la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), para el fortalecimiento de las capacidades del equipo de extensión rural del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), así como para el apoyo técnico y seguimiento de familias con mujeres en edad fértil y con niños menores de 5 años, esto porque el municipio tiene altos índices de desnutrición, con lo que se busca que estas familias tengan acceso a alimentos más diversificados. Este proyecto tiene injerencia en 9 comunidades, El Palmar, El Zapote, El Sabino, Paviltzaj, Yulvá, Unión Batal, Ojo de Agua, Nueva Morelia y Posonicapa Grande.

En base a información primaria y secundaria, se recopilaron los datos necesarios para la elaboración de un diagnóstico, el cual, posteriormente, permitió la elaboración de un plan de servicios y una investigación. Para la recopilación de la información primaria, se hicieron diálogos y entrevistas con las mujeres y promotoras del proyecto, así como los técnicos de campo de las instituciones locales. Complementario a esto, la información secundaria dio a conocer los proyectos que se han llevado en el municipio, los cuales han estado enfocados a la seguridad alimentaria y el manejo eficiente de los recursos.

El diagnóstico presenta en forma descriptiva cada uno de los problemas de más relevancia para la población, para lo cual, por medio de la técnica del árbol de problemas se identificaron la pobreza, la mala utilización de los recursos, el acceso y la baja productividad y rendimiento de los cultivos como los principales. Posteriormente, por medio una matriz de priorización se puntea como el principal problema la falta de agua y la contaminación de afluentes cercanos a las comunidades, tales como el río Cuilco.

Al no contar con el recurso hídrico necesario para producir alimentos, los rendimientos de los mismos son muy bajos, lo que conlleva a otra serie de problemas sociales y económicos para la población, mismos que se detallan en el presente capítulo.

1.2. MARCO REFERENCIAL

1.2.1. Antecedentes Históricos del Municipio.

El municipio de Cuilco se encuentra situado en el departamento de Huehuetenango, en la época precolombina, estuvo ocupado por el pueblo Mam y se cree que fue formado en la época en que se iniciaron las reducciones o pueblos indios en el área de Huehuetenango alrededor del año 1,549 (Méndez, 2005).

El municipio pertenece a la mancomunidad de municipios del suroccidente de Huehuetenango (MAMSOHUE), la cual se estableció el 11 de diciembre de 2001, previo a reformas del Código Municipal, como una estrategia organizativa que buscaba la solución a problemas comunes de los pueblos que la integran (Méndez, 2005).

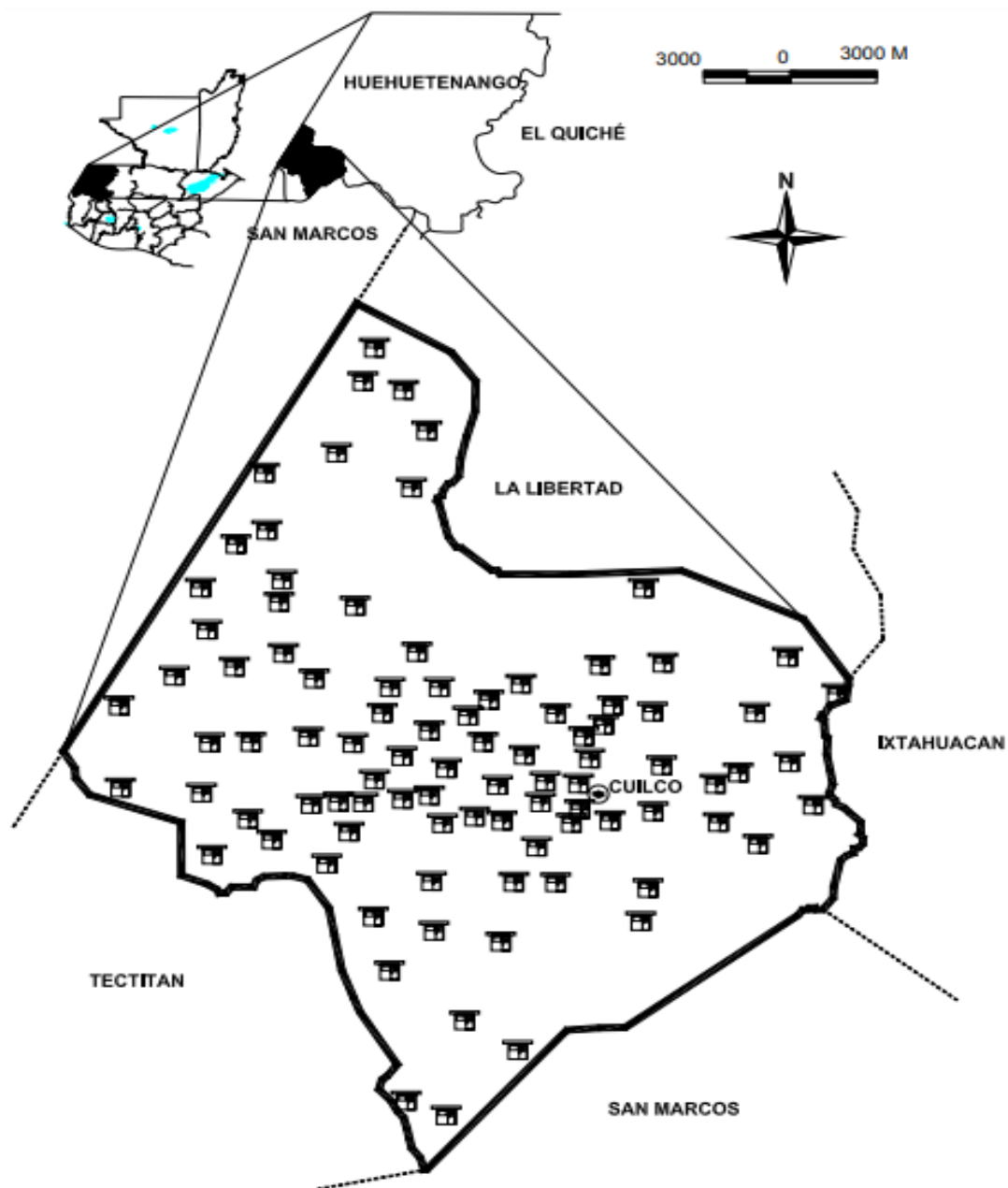
EN 1973 se inauguró el tramo carretero que comunica al municipio con la carretera interamericana; y no fue sino hasta el año de 1976 que se empezó a prestar el servicio de energía eléctrica por parte del Instituto Nacional de Electrificación (Meneses, 2005)

Es uno de los municipios más antiguos del departamento de Huehuetenango ubicado al suroccidente y de gran importancia comercial en esa época, por causas diversas se produjo la decadencia de Cuilco, tales como los fenómenos naturales, así como el arreglo que hizo en su momento el General Justo Rufino Barrios en cuanto a la delimitación de la frontera (Meneses, 2005)

1.2.2. División político Administrativa

EL municipio tiene una división micro regional para fines de planificación municipal, las cuales son 13 micro regiones, las cuales forman parte del Consejo Municipal de Desarrollo -COMUDE- y mensualmente tienen una reunión con el consejo municipal para tratar temas de importancia. Para el 2010, según datos de SEGEPLAN las microrregiones se integraban de un total de 20 aldeas, 111 caseríos y la cabecera municipal, para un total de 131 lugares poblados.

La cabecera municipal es el lugar más poblado del municipio, seguidos de Yulvá, El Chilcal, Chapalá, El Boquerón, Chejoj, Posonicapa chiquito y Vuelta Grande (SEGEPLAN, 2010).



Fuente: Meneses, 2005

Figura 1. Localización geográfica del municipio de Cuilco.

1.2.3. Características del ecosistema

Debido a que la orografía del municipio es muy variada y cuenta con partes bajas de 850 msnm hasta 3500 msnm, existe cantidad de microclimas, y se le han adjudicado cuatro zonas de vida.

Cuadro 1. Zonas de vida y características climáticas.

Zona de vida	Abreviatura	Altitud (msnm)	PP media anual (mm)	T° media anual (°C)	Pendiente (%)	Potencial
Bosque húmedo montano bajo subtropical	BHMBS	2000-2500	1000-2000	12 a 18	12 a 32 y 32 a 45	Maderables, cereales, frutales, hortalizas, bosques energéticos
Bosque húmedo subtropical templado	BHST	1000-1500	1000-2000	18 a 24	12 a 32 y >45	café, maíz, pastos, bosque energéticos.
Bosque muy húmedo montano bajo subtropical	BMHMBS	2500-3000	1500-2500	12	12 a 32	hortalizas, maíz, maderables, bosques mixtos
Bosque húmedo montano subtropical	BHMS	>3000	1000-2000	>12	5 a 12 y >45	Bosques de coníferas

Fuente: SEGEPLAN, 2010.

1.2.4. Características de la población.

Tiene una población de 61,000 habitantes aproximadamente y densidad poblacional de 132.3 habitantes/km², aportando en un 54% el género femenino y el 46% de población masculina (Muñoz, 2015).

La población se encuentra mayormente dispersa en el área rural, aproximadamente un 97%, y un 3% se encuentra en el área urbana, que corresponde a la cabecera municipal. Las personas que habitan el municipio son en su mayoría persona no indígenas, en un 77% (Muñoz, 2015).

De la población económicamente activa un 26% está empleada y de ella el 85% se dedica a la agricultura, el 4% a servicios y el 2% al comercio, sin embargo, en ninguno de los casos

se obtiene un salario mínimo que cubra las necesidades, lo que repercute en las condiciones de vida de sus habitantes.

El índice de desarrollo humano, según el último informe del PNUD en Guatemala, muestra que el IDH del país para el 2015/2016 es de 0.492; el del departamento de Huehuetenango es de 0.41, esto en base a los índices de salud que es de 0.33, la escolaridad promedio en adultos es de 3.9, la esperanza educativa en niños que es de 9.5, y los ingresos per cápita es de 0.5.

Basándose en el índice departamental, el municipio de Cuilco para el 2002, último dato registrado, el IDH es de 0.562, de igual manera para obtener este índice se utilizaron de referencia el índice de salud que es de 0.7, el de educación de 4.888 y el de ingresos que es de 0.497. (PNUD, 2011)

1.2.5. Actividades agrícolas y pecuarias del municipio.

La estructura económica del municipio de Cuilco, descansa en el sector agrícola y su desarrollo productivo está vinculado directamente a la tenencia, concentración, uso actual y potencial de la tierra. Las actividades agrícolas son de subsistencia, y se basan en la producción de maíz y frijol para autoconsumo, seguido por productos como el café, tomate y papa.

La actividad pecuaria a nivel del Municipio, representa un 5% de la producción total; dentro de ésta se tienen las actividades: apícola, avícola, el ganado porcino, bovino, caprino y ovino. Cabe mencionar que el ganado vacuno sigue una tendencia a disminuir, la producción de aves va en aumento y la producción ovina y de miel ha permanecido constante durante los últimos años (Muñoz, 2015).

La producción pecuaria, agroindustrial y de servicios son poco significativas, debido a que no han sido explotadas por la falta de financiamiento.

1.2.6. Servicios Básicos e infraestructura

En el municipio de Cuilco los servicios de salud son prestados por el Estado con apoyo de médicos de entidades privadas. No cuenta con tecnología adecuada para enfermedades graves, ya que al presentarse estos casos son remitidos a la Cabecera Departamental. (Muñoz, 2015)

Energía eléctrica.

En el área rural el servicio es deficiente, principalmente en las comunidades lejanas y de difícil acceso a la Cabecera Municipal donde no se cuenta con este servicio. En la franja fronteriza con México, existe un proyecto de alianza estratégica con dicho país para proveer este servicio, a esas comunidades.

Agua potable.

En el área urbana el servicio es prestado por la municipalidad y en el área rural se cuenta con este servicio, derivado de proyectos comunales que son administrados por organizaciones de vecinos, éstos han sido financiados en su mayoría por donaciones internacionales. Según la municipalidad existen 84 sistemas comunitarios de aprovisionamiento de agua. (Muñoz, 2015).

1.2.7. Características de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.

La oficina regional de la FAO trabaja en tres iniciativas principales, que son la búsqueda de la erradicación del hambre, la pobreza y la malnutrición de los países de América Latina y el Caribe.

La FAO en Guatemala se estableció en 1964 por medio del decreto de Ley 238. Desde el 2003 Guatemala cuenta con una oficina de representación, y desde el 2014 con un Representante permanente. En la actualidad trabajan en conjunto con instituciones como el MAGA, SESAN, MARN, Ministerio de trabajo, Ministerio de Educación, CONAP, INAB, SEGEPLAN, Ministerio de Relaciones Exteriores, entre otros.

El Sistema de Naciones Unidas acompaña y apoya la estrategia de articulación para la apropiación y seguimiento de la agenda de desarrollo sostenible. En América Latina se persiguen tres iniciativas principales para erradicar el hambre y la malnutrición.

Actualmente la FAO está bajo el Marco de programación de País 2017-2021, establecido con el Gobierno de Guatemala, y se articula de igual manera con el Marco de Asistencia de las Naciones Unidas para el Desarrollo (MANUD).

La institución aborda tres áreas prioritarias:

- Área prioritaria A: Seguridad alimentaria y nutricional (SAN).
- Área prioritaria B: Desarrollo rural territorial
- Área prioritaria C: Adaptación y mitigación al cambio climático para mejorar la resiliencia, y manejo integral de los recursos naturales renovables.

1.2.7.1. Objetivos

Estratégicos

- Contribuir con el Estado de Guatemala en la erradicación de la pobreza extrema y el hambre para las generaciones presentes y futuras.
- Apoyar el desarrollo rural y territorial equitativo de Guatemala, basado en el respeto a la multiculturalidad y la igualdad de género, para las generaciones presentes y futuras.
- Apoyar el manejo sostenible del medio ambiente de Guatemala.
- Contribuir con el Estado de Guatemala a formular y aplicar políticas y un marco normativo y reglamentario favorable para la alimentación, la agricultura, la pesca y la silvicultura, con equidad de género y respecto a la multiculturalidad.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo General

- 1) Identificar los principales problemas en base a un diagnóstico de las 9 comunidades de acción de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) en el municipio de Cuilco, en base a fuentes de información primaria y secundaria.

1.3.2. Objetivos Específicos.

- 1) Conocer el plan de trabajo y antecedentes del proyecto realizado por FAO en las 9 comunidades de acción.
- 2) Determinar los principales problemas sociales, ambientales, agrícolas, y otros que aquejan a cada una de las comunidades, priorizándolos en base a un árbol de problemas y una matriz de priorización.

1.4. METODOLOGÍA Y RECURSOS.

Para la realización del diagnóstico se definió un plan de trabajo, en el que se incluyó una fase de reconocimiento de campo y una de diagnóstico en base a diálogo con mujeres y promotoras de las distintas comunidades.

1.4.1. Fase I: reconocimiento de Campo

1. Investigación Bibliográfica

Se recopiló información secundaria referida a la producción del municipio y condiciones de vida en las comunidades, e información referente a estudios socioeconómicos.

2. Descripción de antecedentes del proyecto.

Se realizó una revisión de los antecedentes del proyecto GCP/GUA7028/SPA que lleva por nombre “Mujeres en edad fértil, niños y niñas menores de 5 años acceden de forma estable a alimentos nutritivos y diversificados en el municipio de Cuilco” tomando en cuenta sus objetivos y las metas a cumplir.

3. Reconocimiento preliminar del área

Se realizó el reconocimiento del área de las nueve comunidades de acción y sentar las bases de comunicación con las mujeres pertenecientes al proyecto, así como las promotoras de cada uno de los grupos.

4. Integración con el equipo

El equipo de trabajo estuvo conformado por el Director de proyecto, una nutricionista y el equipo de extensión rural del municipio avalado por el Ministerio de Agricultura, de esta manera se tuvo conocimiento del proyecto, prácticas a implementar, número de familias a atender y cronograma de actividades para el año 2018.

1.4.2. Fase II: Dialogo con mujeres y promotoras

Se entabló un diálogo con la mayoría de las mujeres participantes del proyecto, las promotoras, y el equipo de extensión para conocer las condiciones de vida e intereses en el proyecto, en el cuadro 2 se detallan los recursos utilizados.

Cuadro 2. Metodología y recursos a utilizados.

Método de investigación	Herramienta de diagnóstico	Recursos
Diálogo personal con mujeres y promotoras	Árbol de problemas	Libretas de apuntes, hojas, Cámara digital, grabador de voz
	Matriz de priorización	
	Transectos	
	Entrevista	

Fuente: Elaboración propia, 2018.

1.4.2.1. Recopilación de información primaria

Se consideraron temas importantes, de los cuales se recabó información, que mostró problemas de condiciones de vida y manejo de los sistemas productivos. Los temas abordados fueron:

- Proceso productivo de los cultivos (actividades que realizan en sus parcelas)
- Suelos (preparación de suelos, conservación de suelos)
- Agua (fuentes de aguas de las que dependen, distribución del agua, escases de agua)
- Post cosecha (almacenamiento de granos)
- Contexto social (número de integrantes por familia, otras actividades a las que se dedican)
- Comercialización

1.4.3. Fase de ordenamiento y análisis de la información

En base a la información recopilada se hizo una priorización de los principales problemas que aquejan a la población de cada una de las comunidades, esto se realizó por medio de la técnica de árbol de problemas que enmarca la causa y efecto de cada uno de ellos, y también la matriz de priorización para colocarlos en orden de importancia.

1.5. RESULTADOS

1.5.1. Descripción de la problemática

Son 9 comunidades que se tienen contempladas en el proyecto de FAO, siendo estas El Palmar, El Zapote, El sabino, Paviltzaj, Yulvá, Unión Batal, Ojo de Agua, Nueva Morelia y Posonicapa Grande.

De la población total del municipio, el 77% de la población es no indígena, y en su mayoría hablan el español y como menor porcentaje de la población indígena habla el idioma mam. De las comunidades atendidas, el Palmar San francisco es en su totalidad indígena y la comunidad el Sabino que tiene un porcentaje menor de población indígena que habla mam.

Cuando se habla de proceso productivo, las personas indican que la mayoría es agricultura de infra subsistencia y subsistencia, pocas comunidades destinan parte de la producción para venta en el mercado local, de estas se pueden mencionar Posonicapa y Yulvá. La mayoría de las mujeres cuentan con un huerto familiar destinado para consumo propio, la cantidad más grande alimento obtenida fue durante la época lluviosa del año 2017. Para los meses de época seca estos no producen.

Entre los sistemas productivos de las comunidades se menciona el maíz y frijol, rábano, brócoli, coliflor, espinaca, acelga, zanahoria, nabo, colinabo y bledo. Algunas familias como en Yulvá cuentan con caña de azúcar, por la disponibilidad de agua.

La disponibilidad de agua es escasa en casi todas las comunidades a excepción de Yulvá y el sector dos de Unión Batal, todas las demás acarrear el agua a las casas, esta proviene de chorros comunales y de algunos de pozos. Esta es una de las grandes limitantes para producir alimentos debido que la poca agua que está disponible sirve para uso personal. (Orozco, 2015)

Cuando se habla de post cosecha, la mayoría de familias usa sacos para almacenar los granos básicos, al no ser el mejor método de almacenamiento causa la proliferación de hongos como *Aspergillus* y *Penicillium*, y plagas como el gorgojo.

Otro tema de gran relevancia es el contexto social en el que se manejan, en el municipio, el 23.94% de la población está en pobreza extrema, y en total la pobreza del municipio es de un 82.8% (Muñoz, 2016). La condición de vida en las comunidades engloba muchos aspectos importantes, una es la falta de servicios básicos como agua y luz, y al estar localizadas en vías de difícil acceso, dificulta que se movilicen y comercialicen sus productos. Debido a la falta de empleo los esposos de muchas de las mujeres han migrado a México o Estados Unidos, lo que genera ingreso por remesas.

1.5.2. Antecedentes del proyecto.

Programa/número de Proyecto: GCP/GUA7028/SPA

Nombre del Proyecto: Mujeres en edad fértil, niños y niñas menores de 5 años acceden de forma estable a alimentos nutritivos y diversificados en el municipio de Cuilco.

Periodo de ejecución: febrero 2018 a noviembre 2018

Justificación del proyecto

Huehuetenango está catalogado entre los departamentos con alta vulnerabilidad nutricional, la desnutrición crónica en el departamento es del 54.5% cuando el promedio nacional es de 37.6%. Más específicamente el municipio de Cuilco ocupa el lugar 103 en toda Guatemala de niños con desnutrición crónica con 44.2%, clasificado en categoría alta.

Esto va aunado al hecho de que en el municipio hay escasas de empleo, baja producción agrícola, poca tecnificación de cultivos, condiciones climáticas adversas y poco apoyo técnico por parte de las instituciones sectoriales. Además de estos problemas productivos se incluyen los problemas de salud y educación, ya que existe poco acceso a estos.

Por tales motivos se hace necesaria la orientación de las familias de las distintas comunidades a la generación de alimentos para satisfacer sus necesidades alimentarias. Trabajando en conjunto con el MAGA y demás instituciones locales para facilitar métodos, herramientas y tecnología.

Objetivos del proyecto

1. Ayudar a eliminar el hambre, la inseguridad alimentaria y la malnutrición.
2. Hacer que la agricultura, la actividad forestal y la pesca sean más productivas y sostenibles.
3. Propiciar sistemas agrícolas y alimentarios inclusivos y eficientes.

Resumen del proyecto.

El proyecto se enmarca en un convenio de cooperación entre AECID y FAO con la finalidad de reducir la desnutrición crónica infantil, mediante el fortalecimiento de los procesos de agricultura familiar. El proyecto busca obtener dos productos principales a) Que el sistema de extensión agrícola del MAGA mejore la cobertura y calidad de los servicios de atención a la agricultura familiar en el municipio y b) Que las familias mejoren sus sistemas productivos familiares para una mejor y estable alimentación.

El proyecto basa su apoyo en las estrategias de desarrollo, legislación e instituciones del país, entre ellas está la Estrategia Nacional de Prevención de la Desnutrición Crónica 2016-2020, la Ley del Sistema de Seguridad Alimentaria y Nutricional y la política de Seguridad Alimentaria y Nutricional. Asimismo, la intervención está en estrecha alineación con el Plan Estratégico de Seguridad Alimentaria Nutricional, el plan estratégico de seguridad alimentaria y nutricional para occidente y el Plan Nacional Agropecuario, específicamente vinculado con los componentes de seguridad alimentaria y extensionismo rural.

1.5.3. Recopilación de información.

En base a las entrevistas realizadas y la revisión de bibliografía, se logró tener un panorama más amplio de la problemática que aqueja a los habitantes del municipio, entre los cuales está la falta de agua y la poca producción agrícola debido al uso incorrecto de la tierra, ya que el 100% del uso de la tierra está destinado a bosque, lo que dificulta la producción de productos agrícolas.

Se utilizaron 2 técnicas para procesar la información, las cuales fueron el árbol de problemas y la matriz de priorización de problemas.

En base a las visitas, se usó la técnica de “árbol de problemas” la cual hace mención a una causa y efecto que den lugar al problema detectado.

En los siguientes cuadros se encuentran descritos cada uno de los problemas encontrados.

1.5.3.1. Falta de agua en la mayoría de las comunidades

<p>PROBLEMA 1</p> <p>Falta de agua en la mayoría de las comunidades</p>	<p>CAUSA: lejanía de las comunidades a fuentes de obtención de agua.</p> <hr/> <p>EFECTO: no se pueden establecer huertos por la falta del recurso agua, afectando de manera directa a la alimentación.</p>
--	---

La contaminación de la cuenca del río Cuilco ha causado un efecto negativo en la obtención de agua por parte de las comunidades, razón por la cual en algunas de las comunidades como lo es El Palmar solo cuenta con chorro comunal, y las comunidades que, si cuentan con servicio de agua entubada como Yulvá, tiene limitado la cantidad de litros a utilizar al día.



Fuente: Propia, 2018

Figura 2. Cultivo de maíz afectado por la sequía.

1.5.3.2. Altos índices de desnutrición en el municipio.

PROBLEMA 2

Altos índices de
Desnutrición en
el municipio

CAUSA: Poca accesibilidad a alimentos y desempleo.

EFEECTO: Migración, altos índices de mortalidad, y mal desarrollo y crecimiento de niños.

El departamento de Huehuetenango se encuentra ubicado en el cuarto puesto a nivel nacional con mayores índices de desnutrición en niños menores de cinco años, y el municipio de Cuilco se encuentra catalogado como de vulnerabilidad alta. Estos casos de desnutrición son abordados mensualmente en una reunión de la Comisión municipal de Seguridad Alimentaria (COMUSAN). La raíz desde problema puede responder a la

desintegración familiar por migración de alguno de los padres, problemas de alcoholismo, y la falta de un trabajo formal o informal.



Fuente: Propia, 2018

Figura 3. Comisión municipal de seguridad alimentaria y nutricional.

1.5.3.3. Altos índices de pobreza

CAUSA: Desempleo y falta de actividad económico-productiva.

PROBLEMA 3

Altos índices de
pobreza

EFEECTO: Migración y condiciones de vida poco favorables.

Este es uno de los problemas que aqueja a un gran porcentaje de la población, según el dialogo entablado, esto corresponde a la falta de actividad economica en el municipio y falta de inversión, esto causa una agricultura de infra subsistencia y en algunos cassos la producción nula de alimentos.



Fuente: propia, 2018.

Figura 4. Condiciones de vivienda

1.5.3.4. Bajos conocimientos en manejo y establecimiento de cultivos.

PROBLEMA 4

Poco conocimiento sobre el manejo y establecimiento de cultivos.

CAUSA: baja asistencia técnica por parte de las entidades locales.

EFEECTO: No se establecen huertos y si están establecidos, baja productividad y rendimiento.

La falta de asistencia técnica por parte de autoridades locales provoca la mala utilización de los recursos y la baja en la productividad de granos básicos u otros cultivos. Uno de los grandes problemas es la mala utilización de fertilizantes, en su mayoría y en exceso de sulfato de amonio. La mayoría de las personas que cultivan granos básicos tiene un alto porcentaje de problemas con plagas como lo es el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y gallina ciega (*Phyllophaga spp.*). También existe la sobreutilización de productos químicos, además de no contar con la protección adecuada llegando a causar problemas de salud a los agricultores. Esto ocurre en todas las comunidades de acción del proyecto.

En algunas de las comunidades más cercanas a la cabecera existe el apoyo del equipo de extensión rural del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.



Fuente: propia, 2018.

Figura 5. Asistencia técnica por parte de las autoridades locales.

1.5.3.5. Bajo acceso a la educación.

PROBLEMA 5

Bajo acceso a la educación.

CAUSA: bajos ingresos económicos que permitan la cobertura de las necesidades básicas para la asistencia escolar.

EFFECTO: bajos índices de desarrollo humano y analfabetismo en la mayoría de la población de las comunidades.

EL bajo acceso a la educación provoca la desinformación de su población, causando a su vez los altos índices de migración. Cada una de las comunidades cuenta con una escuela de nivel primario, en cuanto al nivel básico y diversificado solo se cuenta con un 1 instituto público y 1 colegio en la cabecera del municipio. Existen serios problemas con las vías de acceso para las comunidades, dificultando que los maestros se movilicen a las escuelas

más lejanas, causando en ocasión la disminución de los días de clase, caso observado en las comunidades del Palmar y Ojo de Agua.

1.5.3.6. Pocos conocimientos sobre manejo pos cosecha de granos básicos.

PROBLEMA 6

Escasos conocimientos sobre el manejo post cosecha de granos básicos.

CAUSA: poca capacitación a familias y promotores sobre el manejo por parte de instituciones locales

EFEECTO: disminución en los rendimientos, traducido en pérdidas económicas.

Todas las mujeres participantes del proyecto tienen una participación activa en el proceso de almacenamiento de granos básicos, indican que dejan secar el maíz hasta dos meses o más en campo antes de cosecharlo, luego de esto es almacenado en costales en su mayoría, solo un pequeño porcentaje cuenta con la posibilidad de almacenarlo en silos.

Las mujeres aseguran llegar a tener pérdidas de 1 quintal de maíz, incluso llegan más en algunos casos, por causa del gorgojo y de enfermedades como *Aspergillus* y *Fusarium*.



Fuente: propia, 2018.

Figura 6. Almacenamiento de mazorcas en tapancos.

1.5.3.7. Dificil acceso a las comunidades

CAUSA: carreteras en mal estado y mala ubicacion de las comunidades.

PROBLEMA 7

Dificil acceso
a las
comunidades

EFFECTO: dificultad de que lleguen insumos para producir y complicaciones para los tecnicos que capacitan.

La mayoría de las carreteras que conducen a las comunidades son de terracería, de las comunidades de acción del proyecto, solo la comunidad del El Sabino cuenta con un tramo largo hecho de pavimento. Comunidades como el Palmar tienen uno de los accesos más difíciles y muy pocas unidades que movilicen a los pobladores.



Fuente: propia, 2018

Figura 7. Carretera de terracería en dirección a la comunidad Unión Batal.

1.5.3.8. Matriz de priorización de Problemas.

La matriz de priorización permite evaluar cada uno de los problemas detectados por la técnica del árbol de problemas, mediante una calificación basada en su impacto social, económico y ambiental. En el cuadro 3 se detallan cada uno de los puntajes asignados a cada uno de los problemas.

Cuadro 3. Matriz de priorización de problemas.

Problema detectado		Criterios de evaluación			Total	
		Social/cultural	Económico	Ambiental		
Ideal						
1	Proceso productivo					
	a	Baja producción de alimentos	2	3	0	5
2	Situación Social					
	a	Alta pobreza	3	3	0	6
	b	Servicios deficientes	2	1	1	4
3	Suelo					
	a	Poca conservación de suelos.	0	1	1	2
4	Agua					
	a	Poca disponibilidad de agua	3	3	3	9
	b	Mal manejo del recurso	3	2	3	8
5	Pos cosecha					
	a	Falta de conocimiento en técnicas de Almacenamiento	0	2	0	2
6	Acceso					
	a	Difícil acceso por caminos de terracería y localización de las comunidades	1	2	0	3
7	Comercialización					
	a	Baja comercialización	1	3	0	4

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Escala de evaluación

- 0 = No se reporta problema
- 1= Problema con bajo efecto
- 2= Problema con mediano efecto
- 3= Problema con alto efecto

Criterios de evaluación

*Social/Cultural: Este criterio de evaluación toma en cuenta la modificación en la calidad de vida de una comunidad o familia.

*Económico: Para este criterio de evaluación se toma en cuenta la fluctuación de los ingresos económicos de una comunidad o familia.

*Ambiental: La repercusión de la actividad productiva en el ambiente.

De acuerdo al dialogo entablado con cada una de las mujeres que forman parte del proyecto, la necesidad más grande es la baja disponibilidad de agua y el mal manejo que se le da a este, de las nueve comunidades, la que cuenta con mayor disponibilidad es la comunidad de Yulvá, comunidades como el Palmar solo cuentan con chorros comunales, las demás comunidades, El Sabino, Ojo de agua, Paviltzaj, Posonicapa, Nueva Morelia, cuentan con el servicio entubado en algunas casas, pero es limitado para la cantidad de litros que se pueden consumir diariamente, además de existir sanciones si se llega a utilizar para riego en cultivos.

La falta de agua incurre en problemas sociales, económicos y ambientales para las familias, debido a que la mayoría de las fuentes de agua están contaminadas, disminuye el caudal que llega a las comunidades, disminuyendo la capacidad de las familias de producir alimentos.

La poca producción de alimentos también es uno de los problemas más grandes, esto por la falta de agua, el uso incorrecto de la tierra, ya que esta no es apta para producción agrícola, y la poca tenencia de tierra por parte de las familias. La no disponibilidad de alimentos provoca el aumento en niños con desnutrición y la falta de un ingreso económico, la agricultura es solo de infra subsistencia y subsistencia, lo que llega a causar el aumento de migrantes a otras regiones del país, e incluso el extranjero.

1.6. Conclusiones y Recomendaciones.

1. El municipio de Cuilco cuenta con aproximadamente 20 comunidades y 111 caseríos, de los cuales 9 están dentro del proyecto en conjunto de la FAO, para conocer la forma de vida, así como las actividades diarias que se realizan, se hicieron recorridos en cada una de ellas donde se habló con la mayor cantidad de personas posible para entender mejor la realidad que viven. El acceso es bastante limitado, por la lejanía con la cabecera municipal y el mal estado de las carreteras el cual se dificulta más en época de lluvias; las pendientes son pronunciadas y solo existe una vía.

Esto viene a afectar la asistencia técnica que se puede brindar por medio de autoridades locales y de las ONG's, el apoyo en salud y la movilización de los maestros a cada una de las escuelas; afecta la movilización de los habitantes que comercializan productos agrícolas en el centro del municipio, causando una que exista poco o nulo ingreso económico para las familias.

2. Utilizando las herramientas del árbol de problemas y la matriz de priorización, que con ayuda del dialogo entablado con promotoras y mujeres integrantes del proyecto se lograron detectar los principales dificultades que se afrontan en cada una de las comunidades, mencionando como el más grave la falta de agua ya que la producción de alimentos se da principalmente solo en la época lluviosa, por la lejanía de las comunidades se hace difícil el acceso al recurso, contando solo con chorros comunales y pozos.
3. Siete de las nueve comunidades atendidas son habitadas en su totalidad por personas no indígenas, lo que facilita la comunicación con las mujeres de los grupos; para las comunidades en las que se habla mam, como El Sabino, EL Palmar y Paviltzaj, las promotoras ayudan con traducción de palabras que no se entiendan para que el mensaje sea recibido en su totalidad.

La importancia de la comprensión del mensaje radica en poder capacitar de la mejor manera a las mujeres, y que estas mejoren su calidad de vida ya que los índices de pobreza en el municipio son de un 82.4%, ocasionando alta probabilidad de que los niños sufran de desnutrición aguda y crónica por la falta de acceso a alimentos.

4. En base a los arboles de problemas y la matriz de priorización, el agua, la pobreza, y la producción de alimentos figuran como los principales problemas que aquejan a las comunidades de acción del proyecto y con los resultados obtenidos del diagnóstico, se plantea como servicios la asistencia técnica y capacitación de promotores y familias en temas de producción de alimentos, conservación de suelos y comercialización sus productos; y como parte de la investigación se hará el aporte para una de las prácticas de reutilización de aguas para riego de huertos familiares.

1.7. Bibliografía.

1. FAO, Guatemala. 2019. Nuestra oficina (en línea). Guatemala. Consultado 23 abr. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/guatemala/fao-en-guatemala/es/>
2. Méndez Sarceño, J. 2005. Comercialización y organización empresarial: producción de tomate (en línea). Tesis Lic. Admon. Emp. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas. Consultado 11 mar. 2018. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0301.pdf
3. Meneses Paz, W. 2005. Diagnóstico socioeconómico, potencialidades productivas y propuestas de inversión (en línea). Tesis Lic. Admon. Emp. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas. Consultado 12 nov. 2018. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0129.pdf
4. Muñoz, J; Díaz, PO. 2015. Diagnóstico del municipio de Cuilco, Huehuetenango (en línea). Guatemala, USAID. Consultado 8 mar. 2018. Disponible en <http://nexuslocales.com/wp-content/uploads/2016/04/DX-DEL-Cuilco.pdf>
5. Orozco, JA. 2015. Diagnóstico de agua y cambio climático del municipio de Cuilco, Huehuetenango (en línea). Guatemala, USAID. Consultado 8 mar. 2018. Disponible en <http://nexuslocales.com/wp-content/uploads/2016/04/DX-ACC-Cuilco.pdf>
6. PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Guatemala). 2011. Cifras para el desarrollo humano Huehuetenango (en línea). Guatemala. Consultado 21 jun. 2019. Disponible en <http://milpa.es/onewebmedia/Informe%20PNUD%20Huehue.pdf>
7. _____. 2016. Más allá del conflicto, luchas por el bienestar; Informe nacional de desarrollo humano 2015/2016 (en línea). Guatemala. Consultado 21 jun. 2019. Disponible en http://desarrollohumano.org.gt/wp-content/uploads/2016/04/INDH_Completo_digital-1.pdf
8. SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia, Guatemala). 2010. Plan de desarrollo Cuilco, Huehuetenango (en línea). Guatemala. Consultado 7 mar, 2018. Disponible en <http://www.segeplan.gob.gt/nportal/index.php/biblioteca-documental/biblioteca-documentos/category/61-huehuetenango?download=232:pdm-cuilco>

Vo.Bo. *Rafael Barios*
 TESIS DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
 REVISIÓN



CAPÍTULO II

CARACTERIZACIÓN DE AGUA CON FINES DE RIEGO OBTENIDA DE FILTROS DE AGUAS GRISES EN LA COMUNIDAD DE EL SABINO, MUNICIPIO DE CUILCO, DEPARTAMENTO DE HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

CHARACTERIZATION OF WATER FOR IRRIGATION PURPOSES OBTAINED FROM GRAY WATER FILTERS IN THE COMMUNITY OF EL SABINO, MUNICIPALITY OF CUILCO, DEPARTMENT OF HUEHUETENANGO, GUATEMALA, C.A.

2.1. PRESENTACIÓN

El agua es vital para la sobrevivencia de las especies, y la falta de este recurso es perjudicial para el desarrollo de los seres vivos. En el país la falta de agua se debe al constante cambio climático que se vive en la actualidad, provocando que fuentes superficiales como los ríos se sequen en años de severa sequía.

Uno de los problemas más grandes es la contaminación de fuentes superficiales como subterráneas. Las fuentes contaminantes son generadas por las diversas actividades que se realizan en el país, entre estas se menciona el vertido de agua proveniente de las industrias, agricultura y la destinada para uso humano. El agua que ha sido utilizada por el humano es denominada agua residual. Las aguas residuales se clasifican en aguas negras y aguas grises dependiendo de su composición. Las aguas grises a diferencia de las negras no contienen desechos fecales u orina, esto debido a que provienen principalmente del uso doméstico, como el lavado de trastes, ropa y aseo personal, entre otros.

La cantidad de aguas residuales producidas en el país es alta, y el tratado de estas no supera el 5 %, provocando la contaminación de los ríos y otras fuentes superficiales, dejando el agua no disponible para los diferentes usos consuntivos. Un método para dar tratamiento a las aguas residuales de origen doméstica es por medio de la utilización de filtros diseñados especialmente, esto con la finalidad de disminuir contaminación o para el uso en riego de cultivos. En el país existe el acuerdo 236-2006, emitido por el ministerio de ambiente, en la que plantea ciertos parámetros relacionados al vertido de aguas residuales para ser depositada en el manto freático o cuerpos receptores de agua, y que no contribuyan a la contaminación de estos.

Si se pretende la reutilización de aguas residuales para agua con fines riego, debe cumplir con ciertos parámetros que garanticen que no habrá efectos colaterales en otros recursos, como el suelo, y en el rendimiento en la producción de cultivos. Estas se pueden evaluar mediante los parámetros establecidos por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO) y la del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA).

Con la finalidad de reconocer la calidad de agua que se obtiene al tratar aguas residuales domésticas por medio de la construcción de filtros en la comunidad de El Sabino, Cuilco, se planteó la siguiente investigación. Por medio de los análisis de laboratorio realizados en la Universidad de San Carlos, de las facultades de Farmacia y Agronomía, se determinó que la filtración de aguas grises disminuye considerablemente la contaminación a los cuerpos receptores, ya que baja la concentración de todos los elementos presentes, además de relacionar esta disminución con el acuerdo gubernativo 236-2006, en el que se constata que a pesar de la disminución de todos estos parámetros no se cumple con el normativo, debido a la baja capacidad del filtro de eliminar grasas y aceites, las cuales están en un valor por encima del acordado, y requieren de otro tipo de tratamiento para eliminarlas.

Por otra parte, se evaluó la capacidad del filtro de generar agua de calidad para el riego de cultivos de importancia para la comunidad, tomando de referencia los parámetros descritos por la FAO y USDA. Se determinó que el agua obtenida es de sodicidad baja y de salinidad media, y que elementos como calcio, magnesio, manganeso, cobre zinc y hierro están presentes en mínimas cantidades, lo cual no perjudica a la utilización del agua, a excepción de si se pretende usar para riego por goteo en el que existiría un riesgo moderado de obturación de emisores por hierro y manganeso.

Por dichos análisis realizados, el uso del filtro es de mucha utilidad en la reutilización de aguas residuales domesticas en riego de cultivos moderadamente tolerantes a la salinidad, pero si solo se pretende la deposición de estas en otros cuerpos receptores, se debe dar otro tratamiento para la eliminación de las grasas y aceites.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El municipio de Cuilco cuenta con un abastecimiento del cien por ciento de agua en el casco urbano. En el área rural se cuenta con un total de 10,708 viviendas, de las cuales 6515 tiene derecho a agua entubada. De acuerdo con el departamento municipal de planificación, 47 de las comunidades, que representan el 27.98% de la totalidad del municipio, no cuentan con este servicio, por lo que esta debe ser acarreada de pozos artesanales u otras fuentes. Para las viviendas que cuentan con el servicio, tienen vedado su uso para riego de cultivos. (USAID, 2015)

El 88.16 % de la población económicamente activa se dedica a la agricultura, principalmente a la producción de granos básicos, café, tomate, papa y manía. Debido a que el municipio se encuentra en el puesto 103 a nivel nacional, con un 44.2 % de niños con desnutrición crónica, en categoría vulnerabilidad alta, se requiere que la población tenga accesibilidad a alimentos que complementen la dieta de las familias.

Cuilco pertenece a la vertiente del golfo de México, la cual es la más grande del país, y la que abastece solo al 18 % de la población, pero es limitado su uso por la contaminación que estos ríos llevan y por la constante deposición de aguas negras y grises por parte de la población que habita alrededor de estos ríos. Hacen falta monitoreo institucional en todo el municipio para evitar la deposición de este tipo de agua si un tratamiento previo.

Cuando agua de este tipo es reutilizada sin un tratamiento previo para riego en cultivos, pueden existir implicaciones en la salud humana por la cantidad de elementos o microorganismos que estas poseen. En cuanto a la deposición en cuerpos receptores los índices DBO y DQO son los que más influyen para la descomposición de materia orgánica. Y cuanto a riego el sodio y la cantidad de sales disueltas en el agua causa la disminución de la capacidad de infiltración del agua en el suelo y la absorción de agua por las plantas, dando como consecuencia la degradación del suelo y baja productividad en los cultivos.

2.3. MARCO TEÓRICO

2.3.1. Marco conceptual.

2.3.1.1. Recurso hídrico en Guatemala.

El país cuenta con gran cantidad de recursos hídricos, y por esto dependiendo de donde desemboca cada uno de los ríos se ha dividido la zona en tres vertientes. La Global Water Partnership en 2015 realizó un estudio del recurso en Centroamérica estableciendo 3 vertientes, la del pacífico, el atlántico y la del golfo de México.

De las 38 cuencas que conforman la red hidrográfica hay 22 transfronterizas, siendo 20 binacionales y 2 trinacionales, encontrándose la parte alta en Guatemala, por lo que se considera que el país es el neto exportador de agua a los países vecinos con los que comparten estas cuencas (Global Water Partnership, 2015).

Disponibilidad del recurso Hídrico

Debido a la posición que ocupa el país, se encuentra con vientos del mar Caribe y el Océano Pacífico se ven favorecidos por la alta precipitación en las montañas, lo que como consecuencia refleja en los balances hídricos una abundante cantidad de agua que sobrepasa la demanda del recurso en el país. La disponibilidad promedio que se tiene es de 97,120 millones de m³ en aguas superficiales y subterráneas (IANAS, 2012).

A pesar de la abundancia de las aguas subterráneas y superficiales, se evidencia la falta del recurso en los ríos secos de la costa Sur, la desaparición en proceso de lagos en el Oriente del país y los conflictos que nacen a raíz de la alta demanda por parte de la población, hace resaltar que hay zonas y periodos con importantes déficits. Los periodos de déficit no pueden ser identificados debido a que los balances hídricos no se hacen mensualmente, sino, promedios anuales desde 1975 (IANAS, 2012).

Cuadro 4. Disponibilidad hídrica anual (nacional y por vertiente)

Vertientes	Área (km ²)	Área %	Q Medio (m ³ /s)	Q (L/s/km ²)	Población 2002	Habitantes %	Hab/km ²	L/habitante /día
Pacífico	23,990	22	728.47	31	5,897,817	52.5	245.8	10,897
Caribe	34,259	31.5	1,180.53	34	3,450,840	30.7	100.7	30,030
Golfo de México	50,640	46.5	1,297.63	26	1,888,539	16.8	37.3	60,225
Totales	108,889	100	2,206.63	29	11,237,196	100	103.2	25,116

Fuente: IANAS,2012

2.3.1.2. Aguas superficiales

El tipo de agua superficial es dulce en general, excepto en las áreas costeras del país, es proveniente principalmente de ríos y lagos. Estas cubren aproximadamente 1,000 km² del territorio nacional, y proveen el 70 % del suministro público de agua en el área urbana y aproximadamente el 90 % en el área rural. Durante la estación seca estos dejan de fluir y en el cambio de estaciones los recursos de agua superficial se encuentran en el punto inicial y de flujo mínimo (Cuerpo de Ingenieros USA, 2000).

Basándose en características del agua el Cuerpo de Ingenieros de USA indica que por características de tipo biológicas y químicas, todas las fuentes de aguas superficiales están contaminadas. Uno de las principales fuentes de contaminación es la que proviene del área agrícola, debido al desecho de pesticidas. Otro de los grandes problemas son las aguas negras que viene de la ciudad de Guatemala, haciendo del río Villa Lobos y río Las Vacas, los más contaminados del país.

Cuadro 5. Fuentes superficiales de mayor contaminación.

Fuente	Lugar al que drenaje	Efecto
Río Las Vacas	Río Motagua	Contamina el río y los cuerpos de aguas abajo
Río Motagua	Acuíferos altos en su planicie	La contaminación se extiende en época de inundaciones
Río Villalobos	Lago de Amatitlán	Severamente contaminado
Río Michatoya	Lago de Amatitlán	Severamente contaminado
Río Samala	Ciudad de Quetzaltenango	Contaminación industrial y biológica
Río Guacalate	Ciudad de Escuintla	Contaminación industrial y biológica

Fuente: Cuerpo de Ingenieros USA, 2,000.

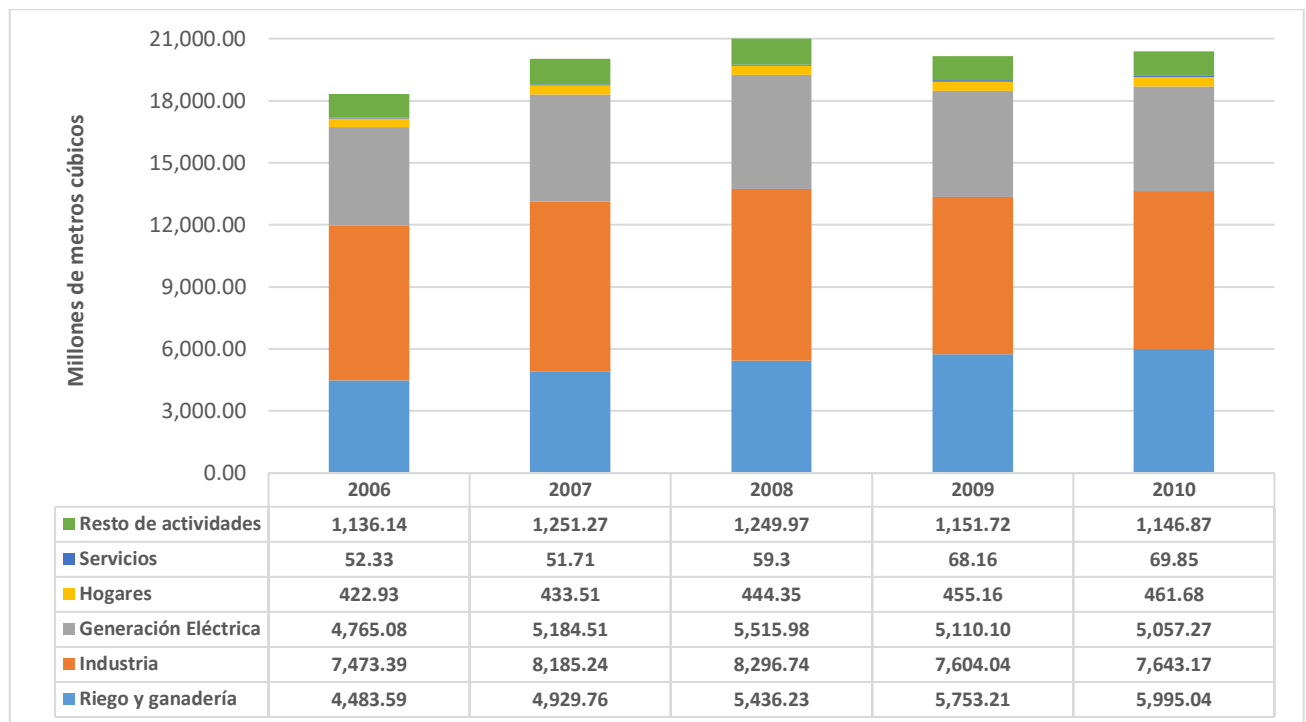
2.3.1.3. Aguas subterráneas

Los dos acuíferos más abundantes son: el aluvial de la planicie costera del pacifico y el cárstico de piedra caliza que se extiende por debajo de la sierra de los Cuchumatanes, Sierra Chama y tierras bajas de El Petén.

Las planicies aluviales, valles y tierras bajas ocupan el 50 % del territorio, y cuentan con aproximadamente el 70 % de las reservas de aguas subterráneas. Las áreas aluviales cuentan con el 40 % de reservas. Las áreas que tiene acuíferos formados de depósitos volcánicos contiene aproximadamente el 20 % de reservas de aguas subterráneas (Cuerpo de Ingenieros USA, 2000).

2.3.1.4. Usos del agua en Guatemala.

Dependiendo del uso que se le dé al agua, esta debe poseer ciertas que características que le den aval de buena calidad, por ejemplo, si es para uso agrícola debe tener pocas sales, si es para consumo humano no debe tener organismos infecciosos y aquella que es para producción de energía debe poseer baja cantidad de sedimentos (MARN; JICA. 2013). En Guatemala los principales usos que se le dan se detallan en la figura 1.



Fuente: Ministerio de ambiente y recursos naturales; Agencia de cooperación internacional del Japón, 2013.

Figura 8. Gráfica sobre uso del agua 2006-2010

2.3.1.4.1. Usos no consuntivos

Este tipo de uso es en el que no existen pérdidas de agua, ya que es reusable por el tipo de actividad, entre estos el principal es la generación de energía eléctrica que en los años señalados en la figura 1 llega a un promedio de 5,127 millones de m³. (MARN; JICA, 2013).

2.3.1.4.2. Usos consuntivos

Es estos se clasifican aquellos en los que existen pérdidas volumétricas del recurso. Entre estos usos están: la industria, agricultura, consumo humano, servicios y otras (MARN; JICA. 2013).

a. Industria

Como se presenta en la figura 1, este es el sector que encabeza las diferentes actividades que utilizan el agua, en este tipo se incluyen los ingenios azucareros y los beneficios de café, llegando a tener un promedio de 7,840 millones m³ anuales.

La actividad industrial esta mayormente en el área metropolitana y en gran parte se abastece de la prestación del servicio de agua entubada y mayormente por aguas subterráneas. La sobre explotación de algunos acuíferos ya está representando costos altos y grandes inversiones, a mediano plazo se estima que terminarán siendo poco rentables, ya que abatirán el rendimiento de las aguas subterráneas (MARN; JICA 2013)

b. Uso Humano

El abastecimiento de agua en los hogares guatemaltecos ha ido en aumento desde el año 1981, en el que se cubría el 52.3 % de los hogares, en el año 1981 el 68.4 %, y para el 2002 el 74.6 %. A pesar de que la mayoría de la población se encuentra en el área rural, siendo esta el 53.9 % de la población, solo en un 59.6 % están cubiertos con agua en sus hogares, mientras que el área urbana cubre el 89.4 % de los hogares.

c. Agricultura.

La agricultura y ganadería durante los años de 2006 y 2010 se acercaba a un promedio de 5,319 millones de m³ anuales. La mayor parte de área cultivada con riego la hace la iniciativa privada, estimándose que par la época seca, cultivos como la caña es regada en un 80 % de su totalidad (MARN; JICA. 2013).

Mayormente se utiliza riego por aspersión, aproximadamente un 54.2 %. un 30.2 % por inundación y un 6.1 % por goteo. El 80 % del área con riego se encuentra en la vertiente del pacifico, 16 % en la del atlántico y 4 % en la vertiente del golfo de México (IANAS 2012).

Cuadro 6. Demanda de agua de riego (millones de m³) según sistema y vertiente.

Vertiente	Total	%	Aspersión	Goteo	Inundación	Otro sistema
Pacífico	2,743.62	71.8	1,450.31	44.50	1,052.41	196.41
Golfo de México	123.03	7.2	59.63	0.62	39.89	22.89
Mar Caribe	801.53	21.0	230.62	21.12	402.68	147.12
Total	3,668.18	100.0	1,740.56	66.24	1,494.98	366.42
% del total	100.0		45.6	1.7	39.1	9.6

Fuente: IANAS, 2012.

2.3.1.5. Contaminación del agua.

La contaminación del agua se refiere a cuando la composición y estado de esta se ve alterado, al punto que ya no pueden ser utilizadas debido a elementos y partículas que se han incorporado. Cerca del 70 % del agua que llega a la ciudad es transformada en aguas negras y grises.

La red interamericana de academias de ciencias en 2012 realizó un diagnóstico del agua en las Américas, e indica que la contaminación en las cuencas del país se debe a fuentes puntuales, en las que se incluyen los usos domésticos, industriales y agroindustriales; y fuentes no puntuales, que es la que ocurre por erosión del suelo con agroquímicos durante la época de alta precipitación. En base a las fuentes que causan contaminación, aproximadamente se generan 1,540 millones de m³ de aguas residuales.

Origen	V. del pacífico.	V. Golfo de México	V. del Atlántico
	Volumen x 10 ³ m ³	Volumen x 10 ³ m ³	Volumen x 10 ³ m ³
Doméstico	388.17	106	173.52
Agropecuario	493.85	22.15	144.28
Industrial	174.77	8.3	22.51
Otras actividades económicas	4.14	1.18	0.59

Fuente: IANAS, 2012.

2.3.1.6. Aguas Residuales

Son aquellas, que, por definición, han sido utilizadas por el hombre, y representan alto riesgo debido a las sustancias que estas llevan. Son la causa principal de contaminación, ya que, difícilmente se les da un tratamiento previo, en Guatemala solo el 5 % de este tipo son tratadas. Conforme al desarrollo de las poblaciones, cada vez se incrementa la cantidad de contaminantes que proceden de actividades agrícolas, industriales y urbanas. Del 60 % al 80 % del agua potable consumida, es transformada en agua residual (Espigares; Pérez, 2003).

Las aguas residuales infieren una acción tóxica directa al hombre, flora y fauna cuando no son tratadas. Un efecto directo es el uso de estas para riego, ya que las frutas y verduras llegan a ser de consumo directo, y esta pueden contener sustancias tóxicas o microorganismos que afecten la salud.

Los principales contaminantes de las actividades domésticas son las siguientes:

Aguas de cocina: sólidos, materia orgánica, sales y grasas.

Aguas de lavadoras y duchas: jabones, detergentes, geles, shampoo (Alianza por el Agua, 2009).

2.3.1.6.1. Tipos de aguas residuales.

a. Aguas negras.

En las aguas negras la materia orgánica es descompuesta por la acción bacteriana, y esta descomposición da origen a continuos cambios en las características del agua. Entre las sustancias biodegradables presentes se encuentran los compuestos nitrogenados en un 40 %, compuestos no nitrogenados como grasas y jabones en un 10 %, y carbohidratos en un 50 %. El agua de este tipo proviene del uso domiciliario de baños, letrinas y urinarios.

b. Aguas grises.

Este tipo de agua es la que proviene del uso doméstico, pero no se incluyen baños, letrinas y urinarios. En su mayoría, están compuestas de jabón, pero también detergente, shampoo, limpiadores, cloro, suavizantes, aceite, cabello, pintura, barniz y residuos sólidos.

Las aguas grises poseen cantidades mínimas de nutrientes, aportan 10 % de nitrógeno y 21 % de potasio, y solo el 26 % de fósforo total corresponde a las aguas grises.

Características de aguas grises según su origen

Ducha y lavamanos: es el agua menos contaminada, puede contener orina, cabello, jabón, shampoo y pasta de dientes. Es baja en demanda de oxígeno.

Lavadora o pila: esta tiene en su composición coliformes y detergentes. Además de que es de un pH alto, salinidad alta y gran cantidad de sólidos en suspensión.

Lavado de trates: está altamente contaminada, y tiene grandes cantidades de coliformes. Contiene detergentes, blanqueadores, además de que demanda altas cantidades de oxígeno (Alianza por el Agua, 2009).

2.3.1.6.2. Características de aguas residuales.

2.3.1.6.2.1. Características físicas.

Según el centro de la organización Alianza por el Agua 2009, describen las siguientes características para aguas residuales provenientes del uso domésticos.

a. Sólidos

Estos se definen como toda la materia flotante y en suspensión, en dispersión coloidal y en disolución. Cuando se habla de sólidos totales se hace referencia a la materia que queda al evaporar el agua a 103°C-105°C y proceden de la fuente de abastecimiento, del uso doméstico y de la infiltración de pozos (Espigares; Pérez, 2003).

b. Temperatura

Este es un factor de mucha relevancia, ya que de ella dependen las reacciones químicas que se den, la velocidad de la reacción y la solubilidad del oxígeno. El oxígeno es el menos soluble en agua caliente que en agua fría, el aumento de la velocidad de las reacciones químicas es mayor con el aumento de la temperatura. Un cambio repentino en la temperatura puede significar la muerte de la vida acuática (Espigares; Pérez, 2003).

c. Color

Inicialmente las aguas residuales son de color gris, pero a medida que los compuestos orgánicos son descompuestos, el oxígeno disuelto se reduce a cero y el color del agua cambia a negro. Ya en esta condición de color el agua se vuelve séptica (Espigares; Pérez, 2003).

d. Olor

El olor se debe a los gases que produce la descomposición de la materia orgánica. Generalmente es un olor desagradable, pero en cuanto a agua séptica se refiere, el olor se debe a sulfuro de hidrogeno producido por microorganismos anaerobios. (Espigares; Pérez, 2003).

2.3.1.6.2.2. Características químicas

a. Materia orgánica

Los principales compuestos que se encuentran son las proteínas en un 40 % - 60 %, carbohidratos en un 25 % - 50 %, y las grasas y aceites en un 10 %. La mayoría de los aminoácidos presentes en las aguas residuales se debe a la descomposición de proteínas (Universidad de Ibagué, 2008).

Por su parte las grasas se descomponen más lento por acción de bacterias, que a su vez reaccionan con otros compuestos generando glicerina y jabones, esto debido a que son menos densas, haciendo que el tratamiento de aguas sea más difícil, además de dificultar la vida biológica (PRTR, s.f.).

b. Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)

Es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para descomponer la materia orgánica, esta prueba se realiza durante 3 o 5 días a 20 °C. Se puede obtener mediante determinación de la concentración de oxígeno disuelto de la medida de la DBO₅, es el procedimiento manométrico basado en el respirómetro de Warburg. Una gran ventaja es que indica la cantidad de materia orgánica biodegradable (Espigares; Pérez, s.f.).

c. Demanda química de oxígeno (DQO)

Mide la cantidad de materia orgánica del agua, mediante la determinación del oxígeno necesario para oxidarla. Este parámetro no puede ser menor que la DBO, ya que es mayor la cantidad de sustancias oxidables por vía química que por vía biológica (Espigares; Pérez, 2003).

d. Relación DBO/DQO

Indica el tipo de contaminación en las aguas residuales. Un cociente menor a 0.2 indica que es un vertido de tipo inorgánico; si por otra parte el cociente supera el 0.6, entonces es un vertido de tipo orgánico, siendo estas aguas residuales urbanas, con restos de ganado, o de industrias alimenticias.

Cuando se trata del tipo inorgánico, se puede dar un físico como sedimentación, flotación, filtración, evaporación, adsorción, desorción y extracción. Cuando es de tipo orgánico, el tratamiento debe ser más complejo, ya sea químico o biológico, los cuales pueden ser, Precipitación química, reducción electrolítica, lodos activos, filtros bacterianos, entre otros.

Cuadro 8. Composición típica de agua residual doméstica.

Componente	Intervalo de concentración		
	Alta	Media	Baja
Materia sólida, mg/L	1200	720	320
Disueltos en total	850	500	250
orgánica	525	300	145
inorgánica	325	200	105
en suspensión	350	220	100
orgánica	75	55	20
inorgánica	275	165	80
Sólidos decantables ml/L	20	10	5
DBO5 a 20 C, mg/L	400	220	110
Carbono orgánico total, mg/L	290	160	80
DQO, mg/L	1000	500	250
Nitrógeno, mg/L N, total	85	40	20
Orgánico	35	15	8
Amoniaco	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fosforo, mg/L, P total	15	8	4
Orgánico	5	3	1
inorgánico	10	5	3
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad, mg/L, CaCO3	200	100	50
Grasa, mg/L	150	100	50

Fuente: Metcalf & Eddy, 1991

2.3.1.7. Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y deposición de lodos en Guatemala.

Según el acuerdo gubernativo No. 236-2006 emitido el 5 de mayo de 2006, dispone:

Artículo 1. Objeto. El objeto del presente Reglamento es establecer los criterios y requisitos que deben cumplirse para la descarga y reúso de aguas residuales, así como para la disposición de lodos. Lo anterior para que, a través del mejoramiento de las características de dichas aguas, se logre establecer un proceso continuo que permita:

- a) Proteger los cuerpos receptores de agua de los impactos provenientes de la actividad humana.
- b) Recuperar los cuerpos receptores de agua en proceso de eutrofización.
- c) Promover el desarrollo del recurso hídrico con visión de gestión integrada.

También es objeto del presente Reglamento establecer los mecanismos de evaluación, control y seguimiento para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales promueva la conservación y mejoramiento del recurso hídrico.

Artículo 2. Aplicación. El presente Reglamento debe aplicarse a:

- a) Los entes generadores de aguas residuales;
- b) Las personas que descarguen sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público;
- c) Las personas que produzcan aguas residuales para reuso;
- d) Las personas que reusen parcial o totalmente aguas residuales; y
- e) Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos.

Capítulo IV

Artículo 14. Caracterización de aguas para reuso. La persona individual o jurídica, pública o privada, que genere aguas residuales para reuso o las reuse, deberá realizar la caracterización de las aguas que genere y que desea aprovechar e incluir el resultado en el estudio técnico.

Capítulo V

Artículo 17. Modelo de reducción progresiva de cargas de demanda bioquímica de oxígeno. Los entes generadores existentes deberán reducir en forma progresiva la demanda bioquímica de oxígeno de las aguas residuales que descarguen a un cuerpo receptor.

Artículo 18. Determinación de demanda química de oxígeno. Los entes generadores, en el Estudio Técnico, deberán incluir la determinación de la demanda química de oxígeno, a efecto de establecer su relación con la demanda bioquímica de oxígeno, mediante la siguiente fórmula: demanda química de oxígeno dividido entre la demanda bioquímica de oxígeno.

Artículo 20. Límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores. Los límites máximos permisibles de los parámetros para las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores se detallan en el cuadro 6.

Cuadro 9. Límites permisibles según el acuerdo 236-2006.

			Fecha máxima de cumplimiento.			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	°C	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7	TCR +/- 7
Grasas y aceites	mg/L	1500	100	50	25	10
Materia Flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Demanda bioquímica de Oxígeno.	mg/L	700	250	100	100	100
Sólidos suspendidos	mg/L	3500	600	400	150	100
Nitrógeno total	mg/L	1400	100	50	25	20
Fosforo total	mg/L	700	75	30	15	10
Potencial de hidrogeno	Unidades de potencial de hidrogeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 ⁸	< 1x10 ⁶	< 1x10 ⁵	< 1x10 ⁴	< 1x10 ⁴
Arsénico	mg/L	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	mg/L	1	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	mg/L	6	3	1	1	1
Cobre	mg/L	4	4	3	3	3
Cromo hexavalente	mg/L	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	mg/L	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	mg/L	6	4	2	2	2
Plomo	mg/L	4	1	0.4	0.4	0.4
Zinc	mg/L	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1500	1300	1000	750	500

TCR: temperatura del cuerpo receptor °C

2.3.1.8. Norma Europea sobre deposición de aguas residuales.

La Directiva 91/271/CEE establece las medidas necesarias que los Estados miembros han de adoptar para garantizar que las aguas residuales urbanas reciben un tratamiento adecuado antes de su vertido (Consejo de Comunidades Europeas, 1991).

Los países de la Unión europea deben:

Recoger y tratar las aguas residuales en zonas urbanas con una población de al menos, 2,000 personas, y aplicar un tratamiento secundario a las aguas residuales recogidas (Consejo de Comunidades Europeas, 1991).

Cuadro 10. Requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de depuración de aguas residuales mediante tratamiento secundario.

Parámetro	Concentración	Porcentaje mínimo de reducción
Demanda bioquímica de oxígeno	25 mg/l	70 % - 90 %
Demanda química de oxígeno	125 mg/l	75
Total sólidos en suspensión	35 mg/l	Reducción relacionada con el caudal de entrada. 90 %
Fosforo	2 mg/l	80 %
Nitrógeno	15 mg/l	70 % - 80 %

Fuente: Directiva 91/271/CEE

En países como España el uso de este tipo de agua para el riego conlleva un estudio previo en aspectos tales como la caracterización climática, hidrogeológica y edáfica del medio receptor, el estudio de las interacciones del agua utilizada con el medio y la evaluación de las afecciones a las captaciones de agua subterránea.

Actualmente la Unión europea no tiene una norma establecida para el uso de aguas residuales en riego. El 28 de mayo del 2018 se propone la introducción de requisitos mínimos para la reutilización de las aguas en riego agrícola, previendo que sea de utilidad para aliviar la escasez de agua que sufren los agricultores y protegiendo a su vez al medio ambiente (European Commission, 2018).

2.3.1.9. Características del agua con fines de riego.

a. Salinidad

Esta evalúa la cantidad y concentración de sales que puede aportar al suelo el agua utilizada, ocasionando disminución en el rendimiento de cultivos por efecto osmótico, causando dificultad en la absorción de agua por los cultivos (COMPO, 2004).

Es complejo analizar este factor, ya que no depende solo del tipo de agua si no del manejo que se le dé, como los riegos frecuentes o distanciados, también interviene el suelo debido a que las sales se concentran a diferentes velocidades en suelos arenosos y arcillosos.

Se estima con la conductividad eléctrica (CE) el contenido de sales mediante la corriente eléctrica que emite el agua. A mayor cantidad de sales, mayor es la presión osmótica y menor efectividad del agua de riego para suplir las necesidades hídricas del suelo (Jiménez, s.f.).

Clasificación del agua en base a su salinidad

Agua de baja salinidad (C1): Puede usarse para la mayoría de cultivos, corriendo bajo riesgo de desarrollar alta salinidad en los suelos, siempre y cuando exista buena permeabilidad del mismo.

Agua de salinidad media (C2): Se puede usar para plantas medianamente tolerantes a la salinidad, y se requiere que exista un moderado lavado.

Aguas altamente salinas (C3): Los cultivos deben ser muy tolerantes a la salinidad si se utiliza. Puede ser utilizada en suelos con drenaje deficiente, aunque se pueden necesitar prácticas especiales para el control de salinidad.

Agua muy altamente salina (C4): No es apta para riego ya que se deben seleccionar cultivos altamente tolerantes a la salinidad, además de que el suelo debe contar con buena permeabilidad y drenaje (Obaya; Eng, 2003).

b. Sodicidad

La salinidad se toma un criterio de permeabilidad e infiltración debido a que disminuye propiedades del suelo como la estructura. Causa elevados valores de PSI, lo que causa la pérdida de estructura por dispersión e hinchamiento (COMPO, 2004).

Este factor se mide por la relación de adsorción de sodio (RAS).

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca+Mg}{2}}}$$

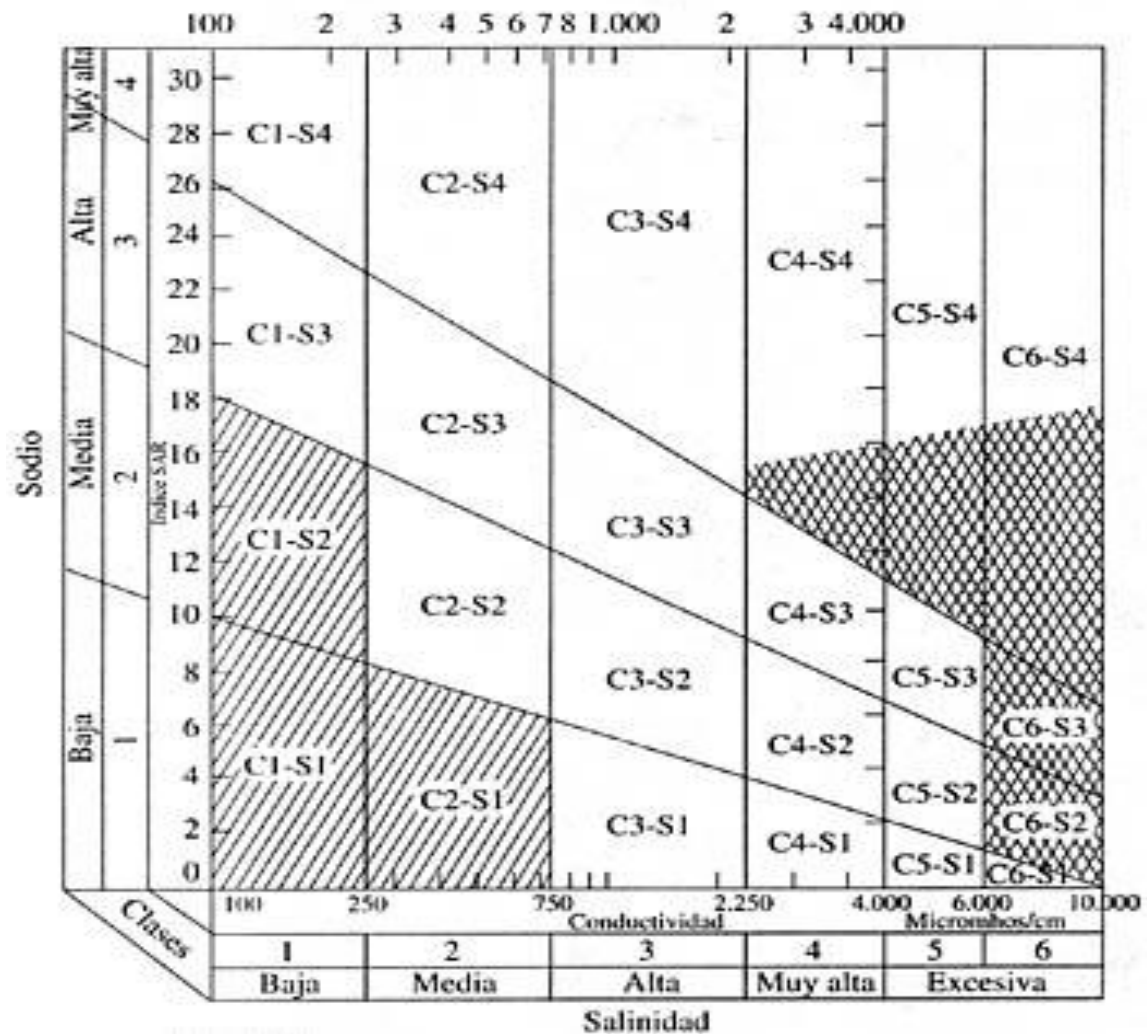
Clasificación del agua en base al sodio.

Agua baja en sodio (S1): Puede usarse para riego en la mayoría de suelos, ya que existe bajo riego de que alcanzar niveles altos de sodio intercambiable.

Agua media en sodio (S2): Estas aguas deben usarse en suelos con textura gruesa o en suelos con buena permeabilidad. Puede llegar a existir riesgo en suelos bajo condiciones de lavado deficiente.

Agua alta en sodio (S3): En la mayoría de suelos llega a causar toxicidad por sodio intercambiable, por lo que se necesitan practicas especiales para evitarlo, como la incorporación de materia orgánica. Además, los suelos deben poseer buen drenaje y fácil lavado.

Agua muy alta en sodio (S4): Es inadecuada para riego, excepto cuando su salinidad es baja o media (Obaya; Eng, 2003).



Fuente: Cortés; Troyo; Garatuza, 2009

Figura 9. Gráfica de clasificación del agua en base a salinidad y sodicidad.

2.3.1.9.1. Parámetros establecidos de calidad de agua para riego FAO.

Ayers y Westcot determinaron para la FAO, en 1985, una serie de parámetros que indican los niveles aceptables entre los que estos se deben encontrar al momento de utilizar agua para riego de cultivos agrícolas.

Cuadro 11. Determinaciones para evaluar la calidad de agua para riego.

Parámetro	Símbolo	Unidad de medida	Rango
Salinidad			
Conductividad eléctrica	Cea	dS/m	0-3
Total Sólidos disueltos	TSD	mg/l	0-2000
Cationes y aniones			
Calcio	Ca ⁺⁺	cmol/l	0-20
Magnesio	Mg ⁺⁺	cmol/l	0-5
Sodio	Na ⁺	cmol/l	0-40
Potasio	K ⁺	cmol/l	0-0.2
Carbonatos	CO ₃ ⁼	cmol/l	0-0.1
Bicarbonatos	HCO ₃ ⁻	cmol/l	0-10
Cloruros	Cl ⁻	cmol/l	0-30
Sulfatos	SO ₄ ⁼	cmol/l	0-20
Nitratos	NO ₃ ⁻	cmol/l	0-5
Misceláneos			
Boro	B	mg/l	0-2
Reacción	pH		6-8.5
Relación adsorción sodio	RAS	cmol/l	0-15

Fuente: Ayers y Westcot, 1985

Cuadro 12. Parámetros para clasificar de uso agrícola de acuerdo a su nivel de salinidad y sodicidad.

Parámetro	Unidad	Grado de Restricción al uso		
		Ninguno	Leve a moderado	Severo
Salinidad				
Conductividad eléctrica	dS/m	<0.7	0.7-3.0	>3.0
Sólidos disueltos totales	mg/l	<450	450-2000	>2000
Sodicidad (efecto sobre la infiltración)				
RAS= 0-3 y CE		>0.7	0.7-0.2	<0.2
RAS= 3-6		>1.2	1.2-0.3	<0.3
RAS= 6-12		>1.9	1.9-0.5	<0.5
RAS= 12-20		>2.9	2.9-1.3	<1.3
RAS= 20-40		>5.0	5.0-2.9	<2.9

Fuente: Ayers y Westcot, 1985.

Cuadro 13. Restricciones del agua para uso agrícola para riego por goteo.

Parámetro	Unidad	Grado de Restricción al uso		
		Ninguno	Leve a moderado	Severo
Sodio (RAS)				
Riego por goteo	RAS	<3.0	3.0-9.0	>9.0
Bicarbonatos				
Riego por goteo	meq/L	<1.5	1.5-8.5	>8.5
Cloruro				
Riego por goteo	meq/L	<4.0	4.0-10.0	>10.0
Boro				
Riego por goteo	meq/L	<0.7	0.7-3.0	>3.0
Manganeso				
Riego por goteo	meq/L	<0.1	0.1-1.5	>1.5
Hierro				
Riego por goteo	mg/L	<0.1	0.1-1.5	>1.5
Sulfuro de hidrogeno				
Riego por goteo	mg/L	<0.5	0.5-2.0	>2.0
Nitratos				
Riego por goteo	mg/L	<5.0	5.0-30	>30

Fuente: Ayers y Westcot, 1985.

2.3.2. . Marco referencial.

2.3.2.1. Localización

El municipio de Cuilco se encuentra en la región suroccidente del departamento de Huehuetenango, en la latitud Norte 15°24'25" y longitud Este 91°56'45" del meridiano de Greenwich (figura 3).

De Cuilco a la cabecera departamental de Huehuetenango hay 75 kilómetros, de la ciudad de Guatemala a la cabecera municipal de Cuilco hay 325 km, de los cuales son transitados 289 km sobre la carretera Panamericana -CA1- Los otros inician en el entronque conocido como Los Naranjales, de Colotenango, sobre la carretera CA7, la cual conecta al mismo municipio, San Gaspar Ixchil y San Ildefonso Ixtahuacán (Muñoz; Díaz, 2015).

Es el cuarto municipio territorialmente más grande de Huehuetenango, con una extensión de 592 km² y una altitud de 1,150 m s.n.m. en donde se localizan ríos, montañas y cerros. (Méndez, 2005)

2.3.2.2. Condiciones climáticas

Temperatura

Debido a la diversidad de microclimas con los que cuenta el municipio, se ha dividido en tres regiones, y cada una de ellas con una temperatura media anual diferente, lo quebrado de su territorio, la cumbre y planicies superiores se consideran frías, ya que tienen una temperatura media anual que oscila entre los 6 °C y 18 °C; clima templado con temperatura de 18 °C a 24 °C y el clima cálido de las vegas y hondonadas es de 24 °C a 38 °C; como en la región de la cabecera municipal (Muñoz; Díaz, 2015).

Precipitación pluvial.

En las regiones donde la temperatura es entre los 6 °C a 18 °C, la precipitación pluvial anual es de 1,000 mm a 1,500 mm, en las que su temperatura está entre los 18 °C a 24 °C, es de 500 mm a 1,000 mm, sobre el suelo, y entre los 24 °C y 38 °C, de 300 mm a 500 mm (Muñoz; Díaz, 2015).

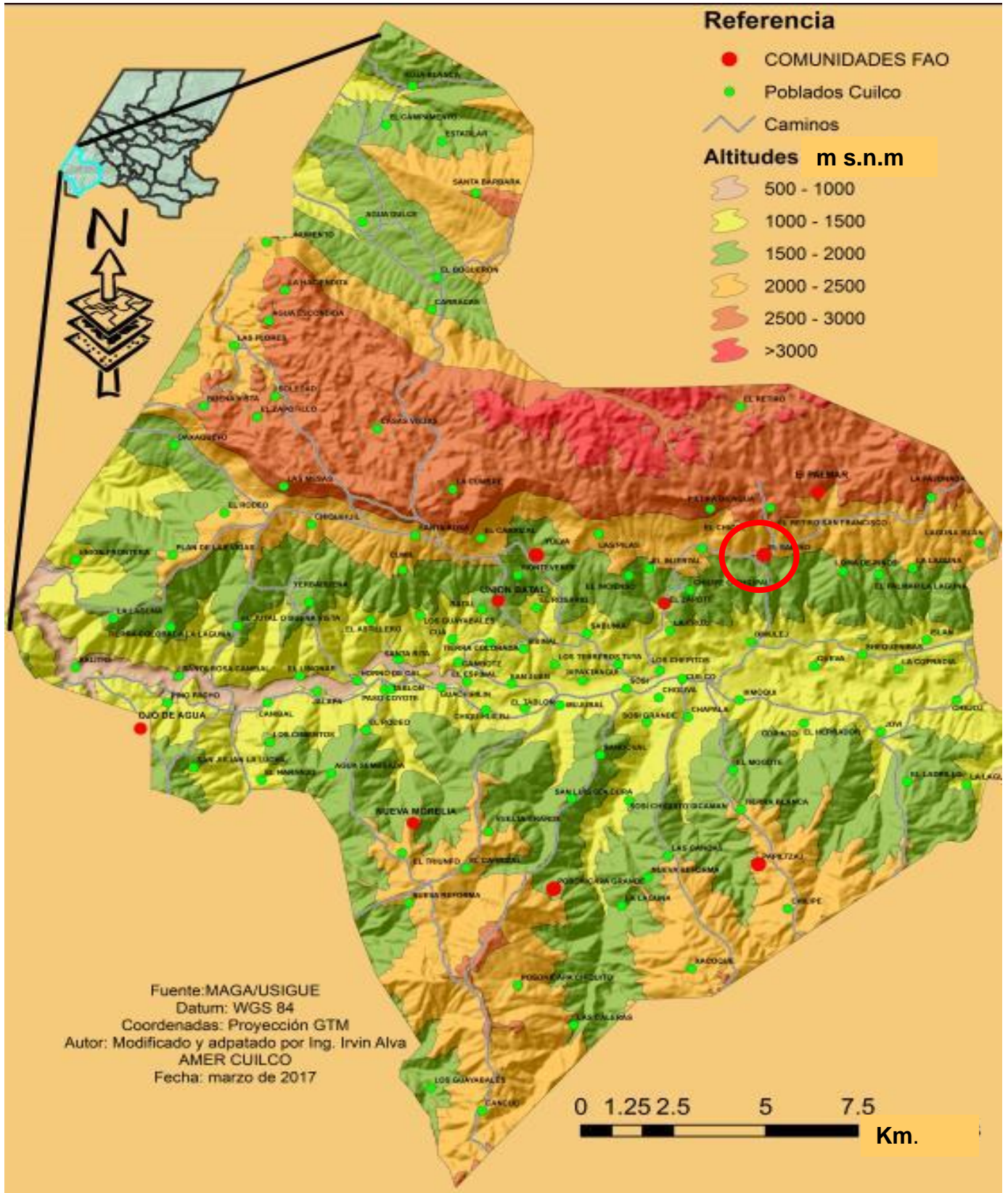
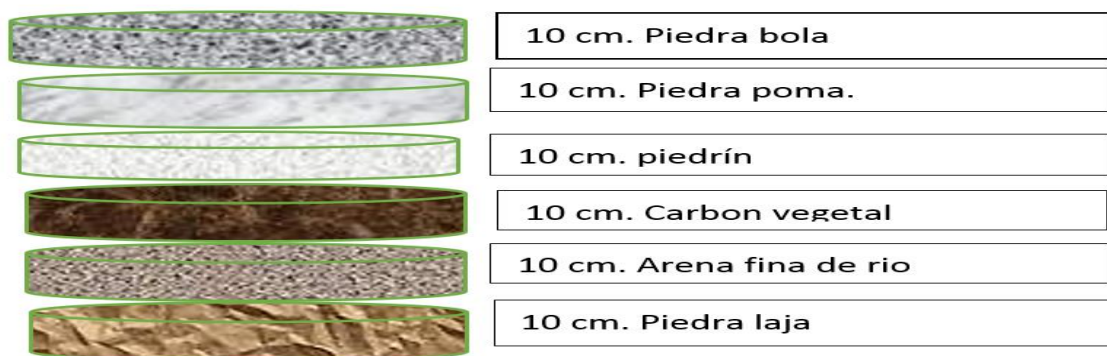


Figura 10. Límites del municipio y valores altitudinales.

2.3.2.3. Filtros de aguas grises.

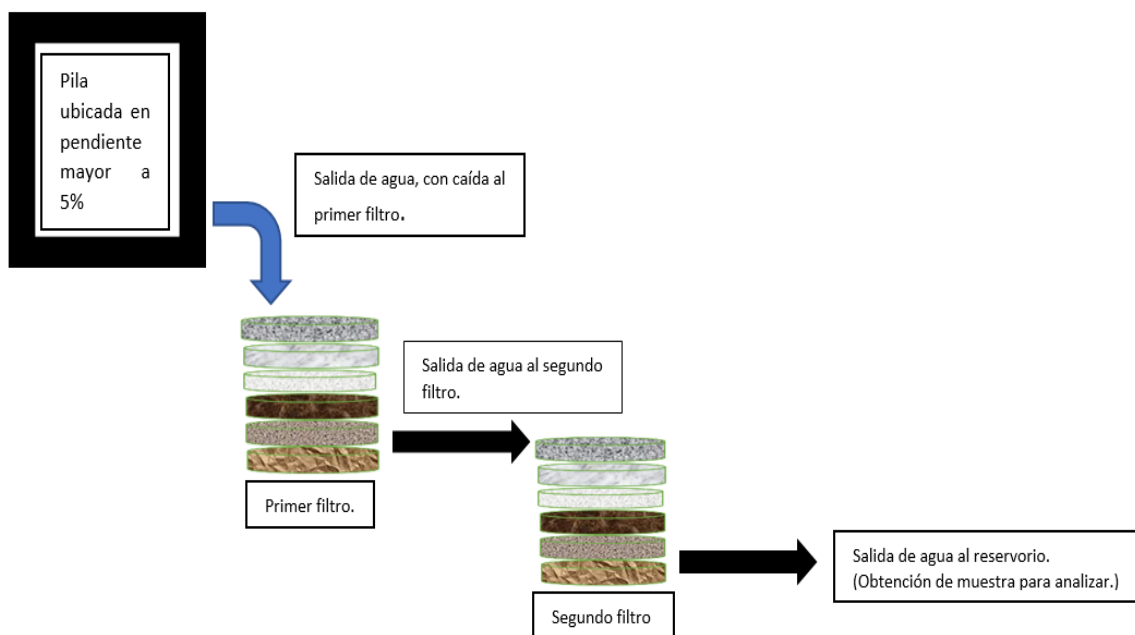
Son parte de una práctica fomentada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO- que se utiliza para filtrar el agua proveniente de las pilas de los hogares, es agua usada para lavar utensilios de cocina, ropa, y aseo personal. A la que se le quitan los desechos y que posteriormente sirve para riego de cultivos, principalmente los huertos de hortalizas, frutales y ornamentales.

Llega a ser una práctica importante para la época seca en el municipio. Además disminuye la contaminación del suelo por este tipo de aguas con detergentes y jabones (FAO, 2011). En las figuras 4 y 5 se presenta, tanto la composición como el funcionamiento de los filtros.



Fuente: FAO, 2011.

Figura 11. Composición de los filtros.



Fuente: FAO, 2011

Figura 12. Funcionamiento de los filtros.

2.3.2.3.1. Características de los materiales

a. Canto rodado (piedra bola):

Esta roca se consigue fácilmente en los ríos y ayuda a controlar el brote de hierbas y evita la formación de lodos.

Su composición es principalmente de carbonato cálcico-magnésico.

– Características químicas son las siguientes:

CaO= 31 %

MgO= 21.3 %

Fe₂O₃= 0.017 %

Al₂O₃= 0.044 %

SiO₂= 0.083 %

– Características físicas:

pH= 10

Dureza= 3 en escala de Mohs

Densidad aparente= 1.1 g/ml (Grupo Puma, 2018).

b. Roca ígnea volcánica vítrea (piedra poma):

Es de textura porosa y esponjosa, tiene la característica de tener una multitud de poros y células cerradas que le permite absorber y retener el agua, además de hacerla ligera y otorgarle condiciones particulares, especialmente para el filtrado de productos de elaboración industrial.

– Características químicas

SiO₂= 71 %

Al₂O₃= 12.8 %

Fe₂O₃= 1.75 %

CaO= 1.36 %

Na₂O= 3.23 %

K₂= 3.83 %

– Características físicas

Desnuda: 0.40-0.82 g/cm³

pH: 7.2

Dureza: 6-7 escala Mohs

c. Grava (piedrín)

Tiene una gran resistencia y durabilidad, ayuda a la disminución de la temperatura del agua. (Grupo Puma, 2018).

– Características químicas.

CaO= 31 %

MgO= 21.3 %

Fe₂O₃= 0.017 %

Al₂O₃= 0.044 %

SiO₂= 0.083 %

d. Carbón vegetal

Tiene la propiedad única de absorber (es decir, retener en su superficie) o remover gases venenosos, drogas, químicos tóxicos, bacterias y virus. Además, ayuda a la eliminación de olores. El poder calorífico del carbón vegetal oscila entre los 29,000 y 35,000 kJ/kg.

e. Arena de río.

Es uno de los materiales más utilizados para filtros de agua de mediana o baja carga de contaminantes. Retiene las partículas en suspensión que lleve el agua de hasta veinte micras de tamaño. Está compuesta principalmente de silicatos y feldespatos.

f. Filita (piedra laja)

Es resistente a los cambios climáticos y a la intemperie. Está compuesta principalmente de los siguientes minerales: micas, moscovita, cuarzo, talco, albita, clorita, entre otros. Se encuentra entre 1.2 en la escala de dureza Mohs y tiene una gravedad específica de 2.72-2.73

Materiales a utilizar para el armado de los filtros.

- Piedra laja.
- Piedra bola.
- Carbón vegetal.
- Arena de río.
- piedra poma.
- piedrín
- 2 Tubos de PVC de ½ pulgada
- 2 Palos rollizos
- 2 metros cuadrados de plástico negro.
- Cedazo de metal de ¼ de pulgada

2.4. OBJETIVOS

2.4.1. Objetivo general

1. Realizar la caracterización de agua con fines de riego obtenida de filtros de aguas grises en la comunidad de El Sabino, municipio de Cuilco, departamento de Huehuetenango.

2.4.2. Objetivos específicos.

1. Caracterizar el tipo de agua residual que ingresa y sale de los filtros de aguas grises, en base al intervalo de concentración de DBO, DQO, nitrógeno, fosforo, grasas y color.
2. Comparar con el normativo 236-2006 sobre deposición de aguas residuales de Guatemala el tipo de agua obtenida de los filtros, para establecer que cumple con la normativa planteada por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.
3. Caracterizar el tipo de agua que se obtiene de los filtros con fines de riego en cultivos, mediante los análisis de laboratorio basados en los parámetros establecidos de calidad de agua.
4. Determinar la variabilidad en el tiempo de los factores a evaluar durante los meses de muestreo.

2.5. METODOLOGÍA

2.5.1. Elaboración del filtro.

- Se conecta el tubo de PVC al drenaje de la pila. El tubo debe estar cortado longitudinalmente a la mitad.
- Construir un agujero de 60 centímetros de profundidad, 60 centímetros de largo y 60 centímetros de ancho.
- Recubrir las paredes con el plástico negro.
- Colocar el material en el orden, de abajo hacia arriba, piedra laja, arena de río, carbón, piedrín, piedra poma y piedra bola.
- En el fondo de la primera capa colocar el tubo de PVC para salida del agua filtrada.
- Se debe cubrir el agujero con el cedazo.
- Por último, se arma un segundo agujero de la misma manera y con los mismos materiales.

2.5.2. Toma de muestras para caracterización de agua residual.

- a. La muestra de aguas residuales corresponde a un galón de agua
- b. Al momento de llenar el galón se debe lavar el recipiente 3 veces con el agua que se va llenar.
- c. La primera muestra es en la salida del agua al filtro, llenar el galón y cerrar herméticamente.
- d. La segunda muestra es en después de haber sido filtrada, llenar el galón y cerrar herméticamente
- e. Identificar el recipiente con nombre, fuente de agua, municipio y departamento.
- f. Llevar a laboratorio para el análisis respectivo, la muestra no se entrega de inmediato debe guardarse en hielo, asegurando que la muestra se entregue en un plazo de un día.
- g. La muestra de agua no debe pasar las 24 h fuera para la entrega en el laboratorio, si no se entrega de inmediato esta debe permanecer almacenada a una temperatura de 4 grados, hasta su llegada al laboratorio.

2.5.2.1. Horario de la toma de muestra

El análisis de muestra se realizó en el laboratorio de Química y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el municipio de Cuilco se encuentra a 325 km de la Ciudad Capital, por lo que el traslado se manejó de la siguiente manera:

- 1:00 p.m. a 2:00 p.m.: toma de muestra de agua residual y almacenamiento en frío a 4°C.
- 2:00 p.m. a 10:00 p.m.: traslado de la muestra a la ciudad Capital
- 8:00 a.m. del siguiente día: entrega de la muestra al laboratorio.

De la toma de la muestra al traslado al laboratorio transcurren 18 horas aproximadamente, el cual está dentro del rango para tener almacenada en frío la muestra antes de que esta se vea alterada por la descomposición de la materia orgánica y altere el resultado.

2.5.2.2. Análisis de la muestra.

Los parámetros a analizar de acuerdo a los que entrega el laboratorio de Química y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala se detallan en el cuadro 11.

Cuadro 14. Variables de estudio.

PARÁMETROS	Unidad	Límite máximo permisible
Ph		6.00-9.00
Conductividad	mS/cm	
Sólidos sedimentables	ml/L	
Sólidos en suspensión	mg/L	150
Sólidos Totales	mg/L	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	250
Demanda Química de oxígeno	mg/L	500
Nitrógeno total	mg/L	25
Fosforo Total	mg/L	25
Color	Unidades PT-Co	750
Aceites y Grasas	mg/L	25

Fuente: Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, 2018

El análisis se hace para una muestra inicial, de entrada y salida, en el mes de junio, y otro para el mes de noviembre.

→ Índice DBO/DQO

Este índice permite determinar el tipo de tratamiento que se debe dar al agua residual, dependiendo si llega a ser un vertido tipo orgánico o inorgánico. Lo anterior servirá para calificar el vertido en base al acuerdo 236-2006

$$\frac{DBO}{DQO} =$$

Relación ≤ 0.20 : vertido de tipo inorgánico.

Relación ≥ 0.60 : vertido de tipo orgánico.

2.5.3. Muestras mensuales con fines de riego

- Su utiliza una botella de polietileno limpia para tomar la muestra en el tubo de la salida del filtro hacia el reservorio o sistema de riego directamente.
- Al momento de llenar la botella, se lava 3 veces con el agua de muestra.
- Se llena la botella y se cierra herméticamente, procurando que no quede aire en ella.
- Se identifica la botella con nombre, fuente de agua, municipio y departamento.
- Llevar al laboratorio para el análisis respectivo.

2.5.3.1. Horario de la toma de muestra

El análisis de muestra se realizó en el laboratorio de Agua, Suelo y Planta de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala y el municipio de Cuilco se encuentra a 325 km de la ciudad Capital, por lo que el traslado se manejó de la siguiente manera:

- 1:00 p.m. a 2:00 p.m.: toma de muestra con fines de riego y almacenamiento a 4°C
- 2:00 p.m. a 10:00 p.m.: traslado de la muestra a la ciudad Capital
- 8:30 a.m. del siguiente día: entrega de la muestra al laboratorio.

5.3.2. Análisis de la Muestra

En base a los parámetros que proporciona el laboratorio de suelo-agua y planta de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, se hace la comparación con los establecidos por la FAO (cuadro 12).

Cuadro 15. Variables a evaluar con fines de riego.

Parámetros proporcionados por la Facultad de agronomía	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	Meq/litro				Ppm				RAS
			Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn	
Rango aceptado por FAO para cada parámetro	6-8.5	0-3000	0-20	0-5	0-40	0-0.2	0.2	2	1.5	0.2	0-15

Fuente: Ayers y Westcot, 1985.

Se clasificará el agua en base a las normas Riverside, detallado en el cuadro 13.

Cuadro 16. Clasificación del agua en base a su salinidad y sodicidad.

Clase	Descripción
C1S1; C1S2; C2S19	Agua de buena calidad aptas para riego
C1S3; C1S4; C2S2; C2S3, C2S4; C3S1; C3S2; C3S3; C3S4; C4S1; C4S2; C4S3; C5S1; C5S2; C5S3.	Aguas utilizables para riego con precauciones
C4S4; C5S4, C6S2; C6S3; C6S4	Aguas no aptas para riego

Fuente: INIFAP, 2009

2.5.3.2. Comparación mensual de resultados.

Mediante graficas se evaluará el comportamiento de cada una de las variables de estudio para agua con fines de riego, siendo estas el pH, conductividad eléctrica, calcio, magnesio, sodio, potasio, hierro, manganeso, cobre, zinc, y relación adsorción sodio.

5.4. Fecha de toma de muestras.

En el cuadro 14 se presentan las fechas para las tomas de muestras de agua residual y agua con fines de riego.

Cuadro 17. Cronograma de toma de muestras.

Muestra a tomar	11-15 de junio	9-13 de julio	6-10 de agosto	10-14 de septiembre	8-12 de octubre	29 de oct al 2 de noviembre
Muestra Inicial compuesta						
Muestra de agua para riego						
Muestra final compuesta						

Fuente: elaboración propia, 2018

2.6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.6.1. Listado de materiales utilizados por parte de las familias para actividades domésticas.

En el cuadro 15 se presenta la caracterización de los materiales utilizados por parte de las familias, que posteriormente son transformados en componentes de aguas grises.

Cuadro 18. Caracterización de materiales utilizados.

No.	Material	Composición general
1	Jabón para lavado de utensilios	Carbonato de Calcio, Carbonato de sodio, Silicato de sodio. Agua
2	Productos de limpieza personal	Lauril sulfonato de amonio, Lauret sulfato de amonio, Cloruro de Sodio, Sulfato de sodio, Benzoato de sodio, Hidróxido de sodio
3	Detergentes en polvo.	Sulfonato de sodio, sulfato de sodio, silicato de sodio, carbonato de sodio, agua
4	Cloro	Hipoclorito de sodio, hidróxido de sodio, carbonato de sodio.

Los materiales de limpieza utilizados principalmente son los descritos en el cuadro anterior, todos sus componentes son en su mayoría a base de sodio, y en menor cantidad de calcio. El Fondo para la Comunicación y la Educación ambiental en México indica que el 50 % de la contaminación de los ríos y lagos se debe a la utilización de estos productos en actividades domésticas. La composición conjunta de todos estos materiales provoca un aumento en el pH y la disminución en la tensión superficial en el agua, lo que hace que el oxígeno no se disuelva, aumentando los niveles de demanda química y biológica del agua.

Aguas con este tipo de componentes no permiten el desarrollo de la vida acuática, por la poca dilución del oxígeno en el agua creando un entorno anaerobio. Cuando aguas residuales son descargadas en ríos y lagos, la fuerte cantidad de sales se acumula en la superficie causando las denominadas espumas que causan la muerte de la flora y fauna acuática.

Según la FAO, agua con altas concentración de cationes como sodio, calcio, magnesio y potasio, principales compuestos de los jabones, incurre en una salinización del suelo, lo que conlleva a la degradación del mismo y al bajo desarrollo de los cultivos.

2.6.2. Caracterización de agua residual

2.6.2.1. Resultados obtenidos correspondientes a la muestra inicial, entrada y salida.

En el cuadro 16, se presentan los valores obtenidos del agua sin filtrar y filtradas, para cada uno de los parámetros que componen un agua residual, muestra correspondiente al mes de junio.

Cuadro 19. Primera muestra realizada en el mes de junio.

<u>PARÁMETROS</u>	Unidad	Valor agua sin filtrar	Intervalo de Concentración	Valor Agua filtrada	Intervalo de concentración	Límite máximo permisible
pH		9.2	Para fines de riego, puntaje ALTO	7.42	pH óptimo para fines de riego	6.00-9.00
Conductividad	mS/cm	323	Para fines de riego, puntaje MEDIO	489	Para fines de riego, puntaje MEDIO	0-250
Sólidos sedimentables	ml/L	0.4	BAJA	0.1	BAJA	20
Sólidos en suspensión	mg/L	200	MEDIA	24	BAJA	150
Sólidos Totales	mg/L	1510	ALTA	463	MEDIA-BAJA	1200
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15.6	BAJA	12.9	BAJA	250
Demanda Química de oxígeno	mg/L	2040	ALTA	240	BAJA	500
Nitrógeno total	mg/L	0.8	BAJA	<0.5	BAJA	25
Fosforo Total	mg/L	2.6	BAJA	1.4	BAJA	25
Color	Unidades PT-Co	720		70		750
Aceites y Grasas	mg/L	66	MEDIA-BAJA	16	BAJA	25

Para la primera muestra tomada en la entrada al filtro, el intervalo de concentración varía de media a alta, además de sobrepasar los límites permisibles por el laboratorio para las variables de pH, sólidos en suspensión, demanda química de oxígeno, color, grasas y aceite. Esto se debe a la composición general de los materiales que fueron utilizados por la familia, ya que estos están compuestos principalmente de elementos como sodio y calcio, que son causantes del alto nivel de pH y la turbidez del agua. Por otra parte, la materia orgánica juega un papel importante en los valores altos de aceites y grasas, así como el índice DQO.

Para la muestra en la salida del filtro, el intervalo de concentración disminuye en niveles baja-media, llevando todas las variables dentro de los límites permisibles, haciendo constar que el filtro está en funcionamiento óptimo. El pH disminuye debido a la capacidad de los materiales de retener las partículas causantes de esta alteración.

Los sólidos totales también se ven a la baja por la capacidad de los materiales, lo cual influye en la disminución de la demanda química de oxígeno, color, aceites y grasas, por la misma acción de los diferentes materiales. Por otro lado, la conductividad eléctrica no disminuye, esto debido a que, en el agua, las sales de todos los productos de jabón de ionizan y cristalizan en los materiales, además de que la composición química de algunos, como la piedra bola, piedrín y piedra pómez, descargan iones en el agua que pasan a través o por encima de ellas, causando el aumento reportado.

➤ Relación DBO/DQO

Parámetro referencial sobre el tipo de tratamiento requerido para el específico caso.

$$\frac{DBO}{DQO} = \frac{15.60}{2040} = 0.0076$$

El índice DBO/DQO es menor a 0.2, lo que indica que es un vertido de tipo inorgánico, esto significa que no requiere de un tratamiento complejo, se puede mantener en un tratamiento físico, como es el uso del filtro, sin necesidad de hacer uso de métodos biológicos para eliminar microorganismos o sustancias más complejas, como las provenientes de desechos industriales.

2.6.2.2. Resultados obtenidos correspondientes a la muestra final, entrada y salida.

En el cuadro 17, se presentan los valores obtenidos del agua sin filtrar y filtradas, para cada uno de los parámetros que componen un agua residual, muestra correspondiente al mes de noviembre.

Cuadro 20. Muestra final realizada en el mes de noviembre.

PARÁMETROS	Unidad	Valor agua sin filtrar	Intervalo de concentración	Valor Agua filtrada	Intervalo de concentración	Límite máximo permisible
pH		8.75	Para fines de riego, puntaje ALTO	7.65	pH óptimo para fines de riego	6.00-9.00
Conductividad	mS/cm	425.0.00	Para fines de riego, puntaje MEDIO	428	Para fines de riego, puntaje MEDIO	0-250
Solidos sedimentables	mg/L	12.3	MEDIA-ALTA	1.4	BAJA	20
Sólidos en suspensión	mg/L	244	MEDIA-ALTA	72	BAJA	150
Solidos Totales	mg/L	1292	ALTA	477	MEDIA-BAJA	1200
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	16.1	BAJA	11.1	BAJA	250
Demanda Química de oxígeno	mg/L	1460	ALTA	490	MEDIA	500
Nitrógeno total	mg/L	0.6	BAJA	<0.5	BAJA	25
Fosforo Total	mg/L	1.8	BAJA	0.9	BAJA	25
Color	Unidades PT-Co	618		93		750
Aceites y Grasas	mg/L	44	MEDIA	18	BAJA	25

En la última muestra de aguas residuales permite notar la pérdida de efectividad del filtro de disminuir la concentración de cada una de las variables. Disminuyó la concentración de los mismos parámetros de la primera muestra, pH, DQO, DBO, sólidos totales, color, grasas y aceites, por la misma efectividad de retención de los materiales del filtro.

Después de los seis meses en los que se tiene establecido y recomendado el uso del filtro antes de hacer el cambio de algunos materiales y su limpieza, todas las variables se encuentran dentro del límite permisible dado por el laboratorio de Química y Farmacia de la Universidad de San Carlos.

➤ Relación DBO/DQO

Parámetro referencial sobre el tipo de tratamiento requerido para el específico caso.

$$\frac{DBO}{DQO} = \frac{16.10}{1460} = 0.011$$

El coeficiente 0.01 todavía deja el tipo de agua como un vertido inorgánico, en el cual no se hace necesario el uso de una técnica más compleja de tratamiento para el agua. Este aumentó en comparación de la primera muestra, debido a la pérdida de efectividad del filtro, reflejado en la concentración final de cada uno de los parámetros que ya están en el límite permitido.

2.6.2.3. Comparación de resultados.

En el cuadro 18, se muestra la comparación de los valores obtenidos de las muestras de agua residual en el mes de junio y noviembre con la finalidad de observar el cambio durante los seis meses de uso.

Cuadro 21. Comparación de muestras inicial y final.

PARÁMETROS	Unidad	Agua sin filtrar Muestra inicial	Agua filtrada. Muestra inicial	Agua sin filtrar. Muestra final	Agua filtrada. Muestra final
pH		9.2	7.42	8.75	7.65
Conductividad	mS/cm	323	489	425	428
Sólidos sedimentables	mg/L	0.4	0.1	12.3	1.4
Sólidos en suspensión	mg/L	200	24	244	72
Sólidos Totales	mg/L	1510	463	1292	477
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15.6	12.9	16.1	11.1
Demanda Química de oxígeno	mg/L	2040	240	1460	490
Nitrógeno total	mg/L	0.8	<0.5	0.6	<0.5
Fosforo Total	mg/L	2.6	1.4	1.8	0.9
Color	Unidades PT-Co	720	70	618	93
Aceites y Grasas	mg/L	66	16	44	18

El filtro disminuyó su capacidad de bajar la concentración de pH de un 20 % en la primera muestra, a un 12.55 % en la segunda. En cuanto a los sólidos totales la capacidad de retención por los materiales baja de un 70 % a un 63 %, que con el paso del tiempo existe una gran posibilidad de que siga en aumento la pérdida de efectividad. La capacidad que

tiene de oxidar la materia orgánica presente, queda en un intervalo de concentración media, cuando en la muestra inicial lo llevaba a los límites más bajos, esto debido a que perdió efectividad en un 22.2 % de bajar la DQO. La disminución de la turbidez en el agua también se ve afectada, bajando su capacidad en un 5 % en comparación de la muestra inicial.

La acumulación de restos de comida en el filtro, así como la cristalización de los compuestos de jabón en los materiales, hace que el agua no fluya de la manera correcta, causando que se tape el filtro. Por la poca y lenta circulación del agua se vuelve más difícil la eliminación de los compuestos contaminantes, con lo que el filtro pierde efectividad.

2.6.3. Comparación de parámetros con los establecidos en el Reglamento de las descargas y reúso de aguas residuales y disposición de lodos.

En el cuadro 19, se hace una comparación de los resultados obtenidos para aguas residuales con los parámetros establecidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales en el acuerdo 236-2006

Cuadro 22. Comparación de parámetros del primer y último muestreo con el acuerdo 236-2006.

Parámetros	Dimensionales	Límites permisibles en base al acuerdo	Resultados de la Muestra inicial	Resultados de la Muestra final
Grasas y aceites	mg/l	10	16	18
DBO	mg/l	100	12.9	11.1
Sólidos suspendidos	mg/l	100	24	72
Nitrógeno total	mg/l	20	<0.5	<0.5
Fosforo total	mg/l	10	1.4	0.9
pH	Unidades de potencial de hidrogeno	6 a 9	7.42	7.65
Cobre	mg/l	3	0	0
Zinc	mg/l	10	0.1	0.2
Color	Unidades platino cobalto	500	70	93

Según las disposiciones del acuerdo gubernativo 236-2006, cuando aguas residuales serán descargadas en el manto fríasico u otras fuentes, estas deben cumplir con los límites establecidos. Para ambas muestras, al inicio y al final, se cumple con lo requerido, a

excepción de las grasas y aceites, que sobrepasan por en 6 mg/l para la primera muestra y 8 mg/l para la final; esto significa que no cumple con el normativo, que establece solo 10 mg/l, por lo que requiere de un tratamiento más efectivo para la eliminación de estas, o se estará incumpliendo con lo impuesto por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.

Generalmente son las causantes de los taponamientos de desagües, lo que justifica la baja circulación de agua en el filtro al final de los seis meses. La eliminación de las grasas se hace generalmente por flotación en un pre tratamiento, debido a que son inmiscibles con el agua, hace que salgan igual que como entraron al filtro, por lo que su eliminación un método sencillo como lo es la filtración, hace que no pueda eliminarlas a pesar de que su concentración es baja.

En comparación con la Norma europea sobre la deposición de aguas residuales en cualquier fuente receptora denominada como sensible, como lo son lagos y ríos, los resultados obtenidos del filtrado de aguas residuales domesticas no cumpliría con lo establecido por ello.

La norma se basa en la DBO, DQO, sólidos en suspensión, fosforo y nitrógeno con una concentración de 25 mg/l, 125 mg/l, 35 mg/l, 2 mg/l y 15 mg/l respectivamente, concentraciones provenientes de un tratamiento primario, para lo cual la muestra inicial tomada en el mes de junio cumple con esta norma a excepción de la demanda química de oxígeno, la cual es más alta. Para la muestra final de noviembre, no se cumple el mismo parámetro de DQO y de solidos suspendidos.

El agua obtenida del tratamiento primario, de acuerdo a la norma europea, debe someterse a un tratamiento secundario de tipo biológico para rebajar el porcentaje de su concentración a lo descrito en el cuadro 6. El agua que se obtiene de los filtros utilizados, si siguiera esta normativa, no podrían depositarse en ninguna fuente, sin antes rebajar la concentración de DQO y someterla a un tratamiento secundario.

El agua de este tipo todavía no está permitida para la comunidad europea, los acuerdos para establecer los parámetros que se necesitan para su uso agrícola, están en revisión desde el 18 de mayo del 2018.

2.6.4. Caracterización de agua con fines de riego.

En el cuadro 20, se presenta a detalle cada una de las variables tomadas en cuenta para caracterizar agua con fines de riego durante los seis meses de uso del filtro.

Cuadro 23. Resultados obtenidos durante los seis meses de muestreo.

Muestreos realizados	pH	C.E. $\mu\text{S}/\text{cm}$	Meq/L				Ppm				RAS
			Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn	
Mes Junio	6.9	579	2.24	0.96	2.3	0.29	0.0	0.1	0.4	1.2	1.83
Mes Julio	4.7	639	2.45	1.05	2.61	0.29	0.0	0.0	0.5	1.2	1.98
Mes Agosto	7.2	531	1.12	0.8	3.37	0.04	0.0	0.4	0.5	0.1	3.44
Mes Septiembre	6.8	634	3.54	1.23	1.41	0.16	0.0	0.0	0.2	0.0	0.92
Mes de Octubre	6.3	830	4.84	1.38	1.96	0.14	0.0	0.0	2.9	0.6	1.11
Mes de Noviembre	6.6	501	2.39	0.7	1.65	0.31	0.0	0.2	0.9	0.2	1.33

2.6.4.1. Comportamiento de los parámetros en los seis meses de muestreo.

En la figura 6, se presenta el comportamiento de la conductividad eléctrica medida en $\mu\text{S}/\text{cm}$. durante los meses de muestreo.

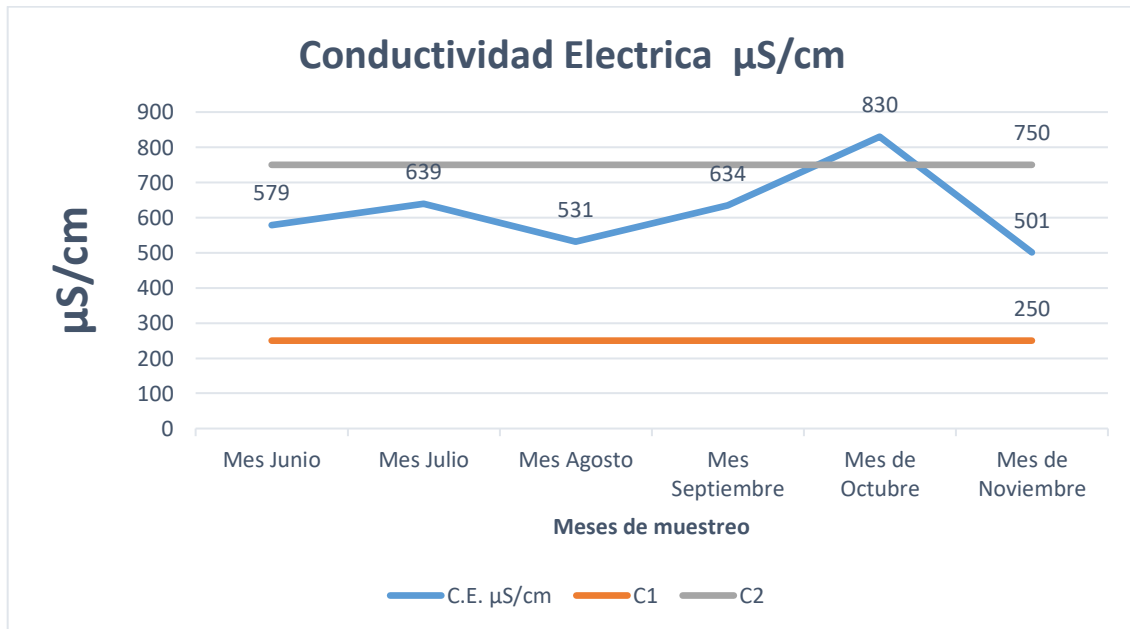


Figura 13. Conductividad eléctrica.

La conductividad eléctrica durante los meses de muestreo se mantuvo en los límites de salinidad media, de 250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 750 $\mu\text{S}/\text{cm}$, a excepción de la muestra en el quinto mes, en el que hubo aumento en esta, catalogándola como agua de salinidad alta. El aumento de la conductividad eléctrica en este mes se debe al desprendimiento de suelo hacia el filtro, esto se muestra en la figura 17A del anexo 2 de toma de muestras. El suelo contiene sales y minerales que al momento de ser diluidas aumentan la salinidad el agua.

Lo elementos de composición de los materiales utilizados por la familia están hechos a base de sales como el calcio, sodio y potasio, estos causan la salinidad en el agua obtenida. El filtro no cuenta con la capacidad de reducir la salinidad, debido a que como se muestra en el cuadro de muestra de agua residual, no hubo disminución y esta misma se mantuvo durante los seis meses de muestreo.

Las condiciones de uso de agua salina para riego según el Instituto de Investigación y Formación Agraria y pesquera (IFAPA), están relacionadas con el tipo de suelo en que será utilizada, además de las condiciones climáticas. En lugares con climas muy cálidos y áridos como en las partes más bajas del municipio de Cuilco, las sales tenderán a evaporarse, lo que hace que las sales asciendan y se acumulen en la superficie de los suelos. Esta salinidad acumulada puede causar poca capacidad de absorción de agua por las plantas (figura 7).

En la figura 7, se presenta el comportamiento del potencial de hidrogeno (pH) durante los seis meses de muestreo.

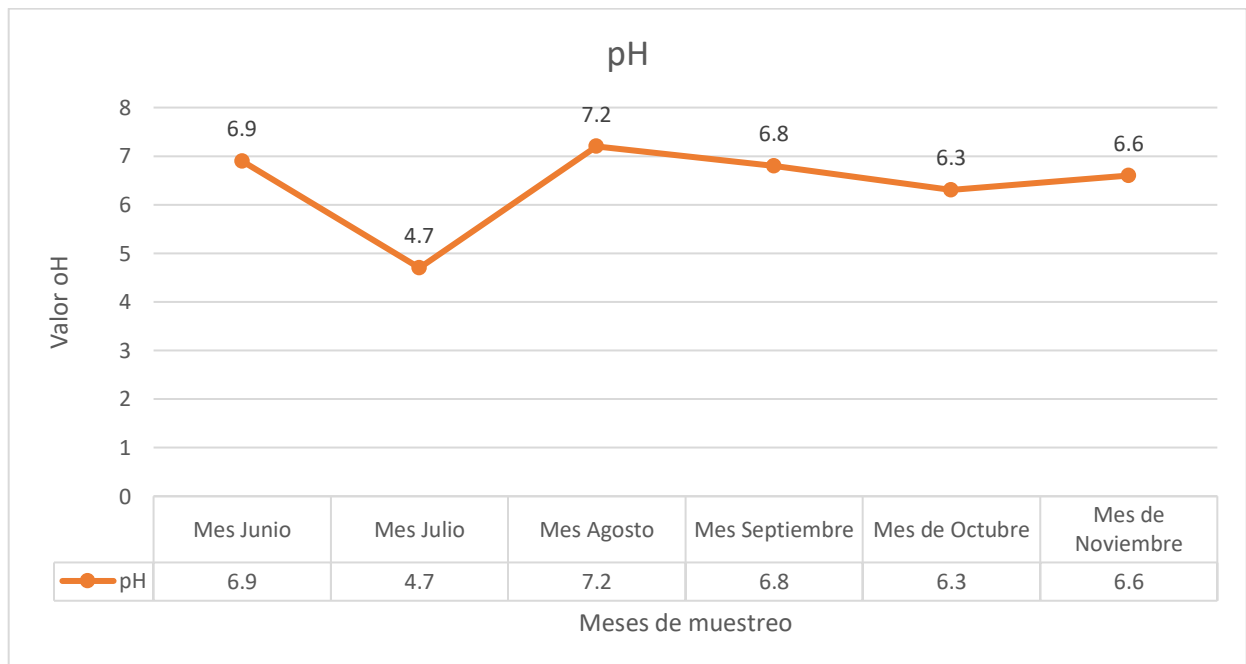


Figura 14. pH

Según los parámetros ya establecidos, el pH del agua debe estar entre los valores de 6 a 9, durante los meses de muestreo, los valores reportados se encuentran de los permitidos, a excepción del mes de julio, en el que la acumulación de materia orgánica en el filtro fue mayor, debido a que el tamiz (malla) no retuvo correctamente los restos de comida que podían ir en el agua. La descomposición de la materia orgánica es uno de los principales factores de acidificación del agua, por lo que se realizó una primera limpieza en el tercer mes para la toma de la muestra correspondiente a agosto, esto devolvió la concentración de pH a sus valores permitidos.

Según lo establecido por Ayers y Westcot un pH fuera de los rangos normales afectará directamente al suelo en su capacidad búfer, por lo que conocer el tipo de suelo al que está destinado el uso del agua es de gran relevancia, al igual que el tipo de equipo para riego a utilizar, ya que puede corroer fácilmente los materiales. El pH del agua no es fácilmente corregible, lo práctico es realizar enmiendas en el suelo en caso de que se presenten problemas con valores de pH muy altos o bajos (figura 8).

En la figura 8, se presenta el comportamiento de los cationes calcio, magnesio, sodio y potasio medidos en meq/L.

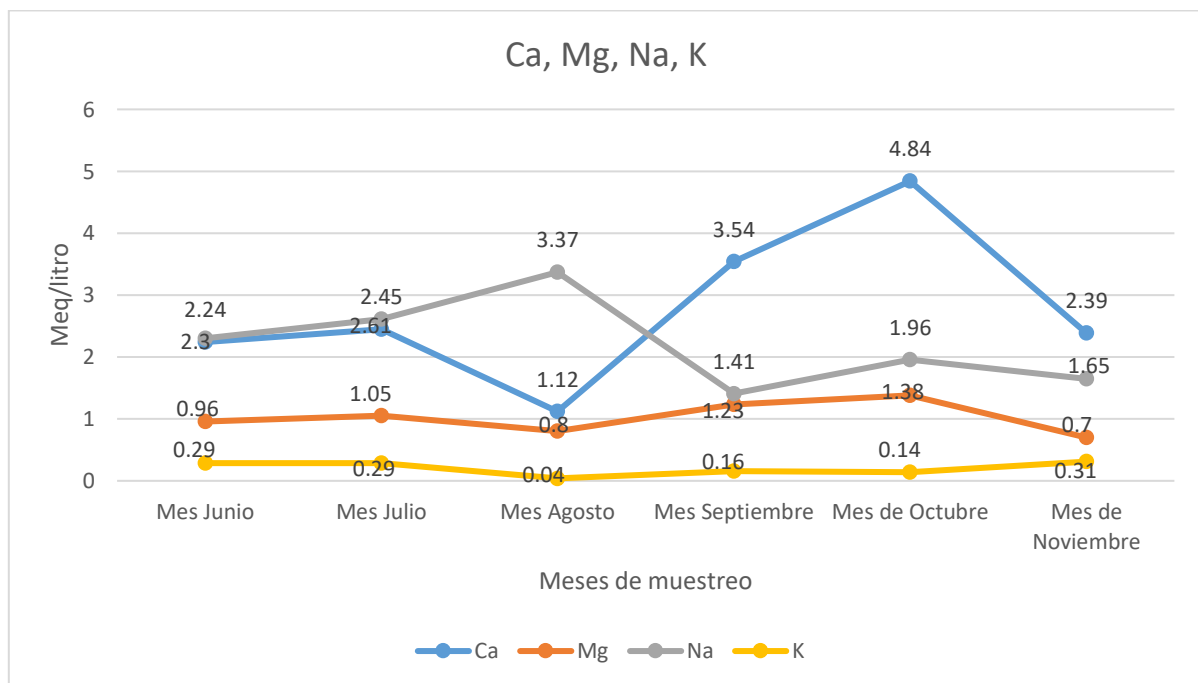


Figura 15. Calcio, magnesio, sodio y potasio en meq/l

En esta grafica se representan los cationes calcio, magnesio, sodio y potasio, los cuales deben estar entre los valores de 0-20 meq/l, 0-5 meq/l, 0-40 meq/l, 0-0.2 meq/l, respectivamente. La concentración reportada para cada uno de los cationes se encuentra dentro de los límites aceptables, según lo establecido por Ayers y Wescot para la FAO, y están muy por debajo de estos valores. En el caso del calcio, magnesio y potasio lo

productos de limpieza utilizados los contienen en mínimas cantidades, por lo que una fracción es facialmente retenida por los materiales del filtro. El sodio es elemento de composición más común, existe una alta retención por parte del filtro de este elemento, esto se ve reflejado en la disminución presentada en los cuadros 15 y 16, de pH y turbidez del agua.

El riesgo que corre el suelo de desarrollar problemas por sodicidad es muy baja, pero la acumulación de todos estos elementos, en especial el potasio, que se encuentra un poco alto, contribuyen a la salinidad del agua al momento de disolverse con el agua, esto se refleja en la salinidad obtenida durante los seis meses de muestreo (figura 9).

En la figura 9, se presenta el comportamiento de los cationes zinc, hierro y manganeso medidos en ppm durante los seis meses de muestreo.

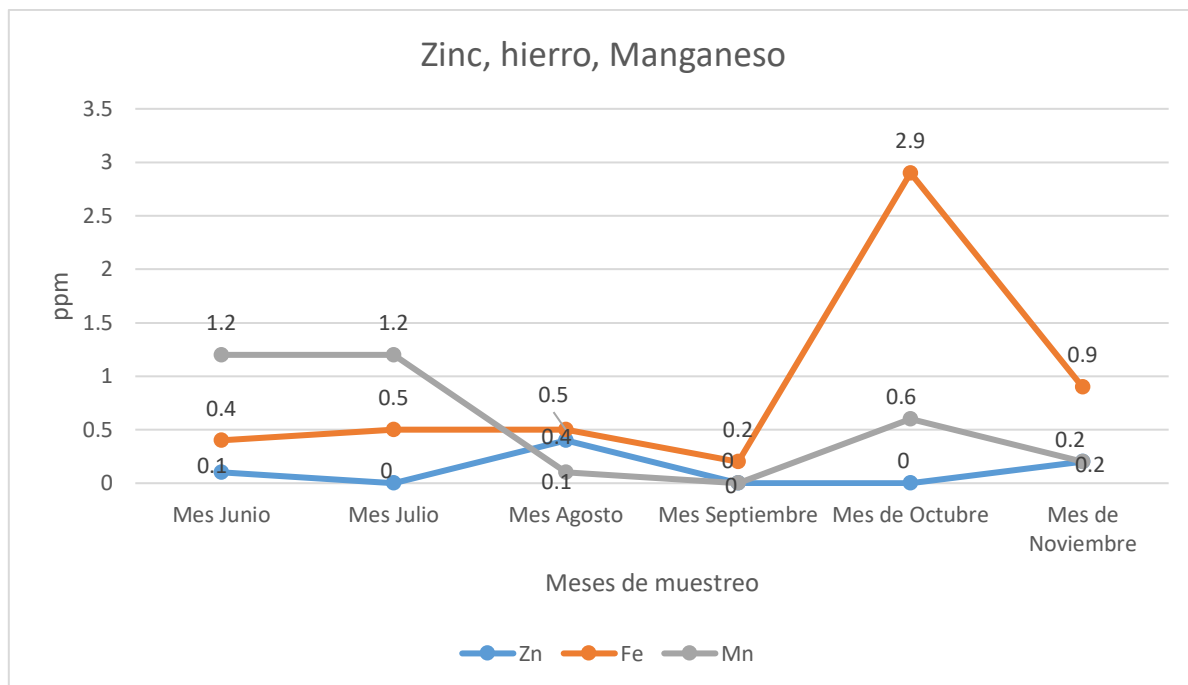


Figura 16. Zinc, hierro y manganeso en partes por millón.

En esta grafica se visualiza el comportamiento de los cationes zinc, hierro y manganeso en partes por millón, en ella se ve que ninguno de los anteriores sobrepasa los niveles establecidos para agua con fines de riego, los cuales deben ser menores a 0.1 ppm para que no representen riesgo.

En su uso para un sistema de riego por goteo, como el que se prevé que se usará, existe un riesgo leve a moderado en obturación de emisores debido al hierro y manganeso, esto porque la concentración reportada en los análisis se encuentra entre 0.1-1.5 ppm, a excepción del mes de octubre en que el hierro representa un riesgo severo, que como se

presenta en el anexo 1, figura 17A, hubo desprendimiento de suelo hacia el filtro, causando la dilución de minerales como el hierro, causando su aumento.

En la gráfica no se ve representado el cobre porque su valor fue de cero en todos los meses, para el caso del zinc, esto afecta directamente en los parámetros establecidos por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales para descarga de aguas residuales, el cual permite que el agua contenga solo 10 mg/l, la concentración más alta reportada en los meses de muestreo es de 0.4 ppm, por lo que no hay problema de descargas de agua por parte de este parámetro (figura 10).

En la figura 10, se presenta el comportamiento de la relación adsorción sodio medida en meq/litro durante los seis meses de muestreo.

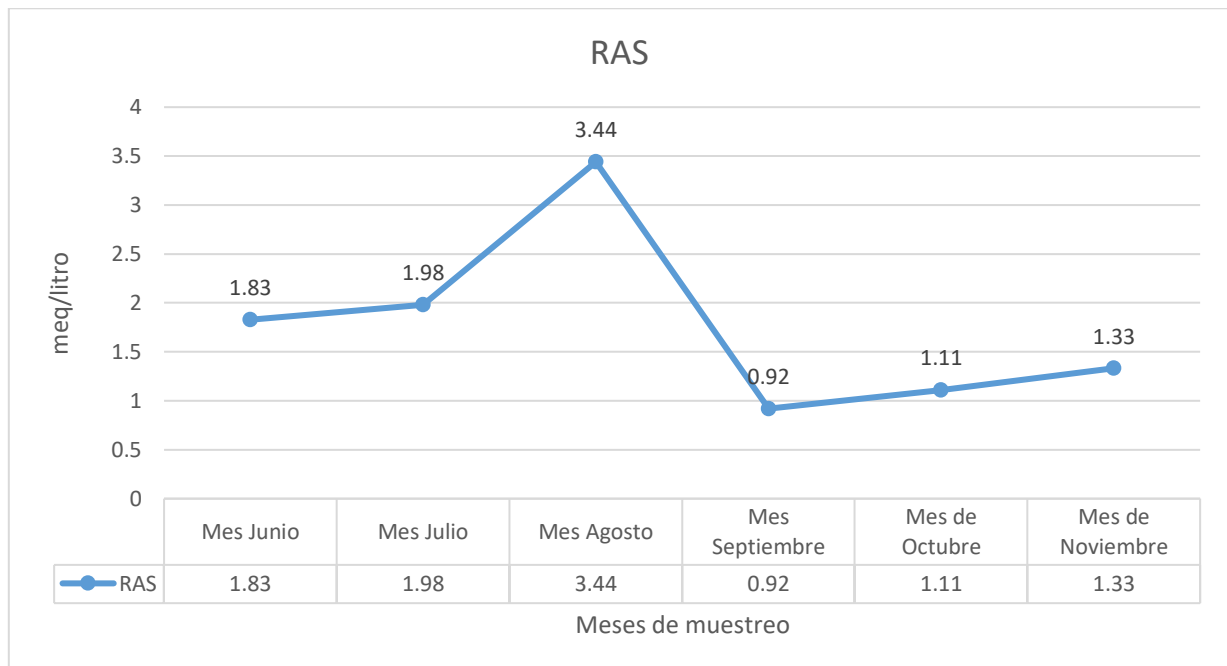


Figura 17. Relación adsorción sodio.

La RAS relaciona los cationes sodio, calcio y magnesio, a una mayor cantidad de sodio, una mayor relación de RAS. Este valor se encuentra dentro de la concentración permitida en los seis meses de muestreo, con ninguna restricción al uso. El valor más alto reportado de RAS se da en el mes de agosto, en el que la concentración del sodio es la más alta reportada. En los siguientes meses el valor de sodio disminuye y el valor de calcio aumenta, razón por la cual la RAS disminuye.

Ayers y Westcot establecen una concentración de RAS de 0-15 meq/l, la concentración más alta reportada es de 3.44, muy por debajo del valor en el que ya causa problemas con el exceso de sodio en relación al calcio y magnesio.

2.6.5. Caracterización del agua en base a su salinidad y sodicidad.

En base a los valores obtenidos de conductividad eléctrica y relación adsorción sodio, se clasifica mensualmente como se muestra en el cuadro 21.

Cuadro 24. Relación de Ce y RAS.

Mes de muestreo	Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	RAS (meq/l)	Clasificación.
Junio	579	1.83	C2S1
Julio	639	1.98	C2S1
Agosto	531	3.44	C2S1
Septiembre	634	0.92	C2S1
Octubre	830	1.11	C3S1
Noviembre	501	1.33	C2S1

En base a la clasificación de Riverside, en todas las muestras mensuales se presenta la misma clasificación, C2S1, conductividad media y sodicidad baja, a excepción de la muestra del mes de octubre por problemas de muestreo, el cual se ve reflejado en todas las gráficas anteriores.

Cuando el agua tiene esta clasificación de C2S1, significa que el agua obtenida durante todo el periodo de análisis puede aumentar gradualmente con el paso del tiempo problemas de salinidad en el suelo donde se esté utilizando, por lo que lavados frecuentes deben realizarse y evitar el uso de cultivos sensibles a la salinidad, esto para evitar problemas con rendimientos en los diferentes cultivos que se establecen en la comunidad. Otro factor a evaluar será el tipo de fertilización que se hará en los diferentes campos de cultivo, principalmente hortícolas, que son los promovidos por la organización, ya que algunas fuentes químicas pueden alterar fuertemente la salinidad del suelo y combinado con una calidad C2 del agua, propiciara una mayor acumulación de sales y disminución del potencial osmótico, causando la poca absorción de agua por las plantas

Por otro lado, en relación al sodio queda establecido que el riesgo de desarrollar problemas de sodicidad en el suelo con el paso del tiempo, es poco probable debido a su baja concentración.

2.7. CONCLUSIONES

1. La capacidad del filtro de eliminar los elementos contaminantes, se ve reflejado en el primer muestreo del mes de junio que a la entrada del filtro los valores están por sobre los límites permitidos, catalogados de concentración alta para las variables pH, demanda química de oxígeno, sólidos totales, aceites y grasas. Al paso por el filtro, estos disminuyen muy por debajo de los límites permisibles dados por el laboratorio de química y farmacia, catalogándolos como de concentración baja para las variables antes mencionadas.

En el último muestro correspondiente al mes de noviembre, las mismas variables se encuentran en concentración alta a la entrada al filtro, pero la capacidad del filtro disminuyo en los 6 meses, bajo las concentraciones al límite permisible, dadas por el laboratorio, dejándolas catalogadas como de concentración media.

2. En base a los resultados emitidos por el laboratorio de química y farmacia se obtuvieron las concentraciones de cada una de las variables para relacionarlas con las establecidas por el acuerdo gubernativo 236-2007 emitido por el Ministerio de ambiente. Las variables pH, sólidos sedimentables, DBO, nitrógeno, fosforo, cobre, zinc y color, el agua cumple con lo establecido en el acuerdo. Para la variable grasas y aceites esta sobrepasa por 6mg/l para la muestra de junio y 8mg/l para la muestra de noviembre, por lo que no cumple con la normativa, y no pueden ser descargadas en el manto freático u otras fuentes receptoras, a menos que se haga un tratamiento especial para disminuir la concentración.
3. La calidad de agua con fines de riego que se obtienen del filtrado de aguas domesticas es de tipo C2S1, salinidad media y sodicidad baja, lo que no representa problemas en su uso. Se debe procurar el uso de cultivos que no sean sensibles a la salinidad como manzana, cítricos, melocotón, apio y rábano. En cuanto al sodio no hay problema con el uso pues existe bajo riesgo de que se desarrollen problemas de sodicidad en el suelo y afecten a la infiltración del agua.
4. Los parámetros de pH, conductividad eléctrica, calcio, sodio, magnesio, potasio, cobre, zinc, hierro y RAS durante los seis meses que tiene previsto de vida el filtro, antes del cambio de materiales, se mantuvieron dentro de los rangos aceptados para no ocasionar problemas de infiltración o toxicidad en los cultivos. Si se utiliza un sistema de riego por goteo existe riego moderado de obturación de emisores por la concentración de los elementos hierro y manganeso.

2.8. RECOMENDACIONES

1. El uso del filtro reduce considerablemente las características del agua que pueden contaminar fuentes receptoras como lagos, ríos y el suelo. Por lo que no debe hacerse uso del agua sin filtrar debido a que disminuirá la tensión superficial del agua, causando la muerte de vida acuática y el desarrollo acelerado de algas. Además de que, por su composición, debida a los productos que van disueltos en ella, contribuyen al aumento de la salinidad y sodicidad del suelo, lo que limita la producción de alimentos, la pérdida de las características físicas, químicas y biológicas.
2. El agua obtenida de los filtros no cumple con el normativo del Ministerio de Ambiente debido a la concentración de las grasas y aceites, concentración que está por encima del límite permisible, por lo que se debe hacer un tratamiento específico para la eliminación de estas. Un método sencillo como el de filtración no puede reducir la concentración de las grasas y aceites, por lo que se recomienda un método previo como lo son las trampas de grasas, flotación, coagulación, entre otros.
3. La limpieza del filtro es una de las actividades más importantes, esto para evitar cambios en las características del agua para riego, especialmente en el pH, se recomienda que se realice una primera limpieza de los materiales al tercer mes de uso del filtro, y una segunda limpieza de materiales al sexto mes junto con el cambio del carbón y la piedra pómez para continuar con su correcto funcionamiento.
4. El agua obtenida del filtro de tipo C2 (conductividad media), por lo que se debe tener cuidado con el aumento en la salinidad del suelo conforme pasa el tiempo de uso. Por lo que se recomienda que se realicen estudios al suelo al que va dirigida el agua del filtro, con la finalidad de evitar un aumento progresivo en la salinidad que haga que se pierda la estructura del mismo, así como para que se hagan los lavados pertinentes que ayuden a que se obtengan los mismos rendimientos en los cultivos de importancia para la comunidad.

2.9. BIBLIOGRAFÍA

1. Alianza por el Agua, España. 2009. Manual de depuración de aguas residuales urbanas (en línea). España, Alianza por el Agua / CENTA. p. 22. (Monográficos Agua en Centroamérica no. 3). Consultado 10 mar. 2018. Disponible en <http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf>
2. Ayers, RS; Westcot, DV. 1985. Water quality for agriculture (en línea). Roma, Italia, FAO. Consultado 7 ene. 2019. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/003/T0234E/T0234E00.htm>
3. COMPO, España. 2004. Evaluación para agricultura y áreas verdes (en línea). España, COMPO, Guía de Interpretación de los Análisis de Agua de Riego. Consultado 11 mar. 2018. Disponible en <https://es.slideshare.net/Fertil2009/analisis-agua-riego>
4. Consejo de las Comunidades Europeas. 1991. Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (en línea). España. Consultado 1 mar. 2019. Disponible en http://noticias.juridicas.com/base_datos/Admin/dir1991-271-ce.html
5. Cortés Jiménez, JM; Troyo Diéguez, E; Garatuza Payán, J. 2009. Correlación entre indicadores de la calidad del agua para uso agrícola (en línea). Sonora, México, INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). Folleto Técnico no. 66. Consultado 15 ene. 2019. Disponible en <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1668/Correlacion%20entre%20indicadores%20de%20la%20calidad%20del%20agua%20para%20uso%20agricola.pdf?sequence=1>
6. Cuerpo de Ingenieros de lo Estados Unidos. 2000. Evaluación de recursos de agua de Guatemala (en línea). USA. Consultado 8 mar. 2018. Disponible en ww.sam.usace.army.mil/Guatemala
7. Espigares García, M; Pérez, JA. 2003. Aguas residuales: Composición (en línea). España. Universidad de Salamanca. Consultado 10 mar. 2018. Disponible en <http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/IndiDoc2.htm>
8. European Commission. 2018. Reutilización del agua: La comisión propone normas para que el riego agrícola sea más fácil y seguro (en línea). Bruselas, Bélgica. Consultado 5 mar. 2019. Disponible en http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-3929_es.htm

9. Franco Alvarado, MV. 2007. Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a caso en Chile (en línea). Tesis Ing. Civil. Santiago de Chile, Chile, Universidad de Chile. Consultado 11 mar. 2018. Disponible en http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/104596/franco_m.pdf;sequence=3
10. García O, A. 2012. Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego (en línea). Estados Unidos, IPNI, IAH 7. Consultado 23 mar. 2018. Disponible en [http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/\\$FILE/Art%205.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lahp.nsf/0/6E4999FFE5F6B8F005257A920059B3B6/$FILE/Art%205.pdf)
11. Grupo Puma, España. 2018. Carbonato cálcico-magnésico (en línea). España, Grupo Puma, Línea Paisajismo, Canto Rodado. Consultado 22 ene 2019. Disponible en <https://www.grupopuma.com/services/pdf/5824>
12. GWP (Global Water Partnership, Centroamérica). 2015. Situación de los recursos hídricos en Centroamérica: Guatemala (en línea). Tegucigalpa, Honduras. p. 9. Consultado 8 mar. 2018. Disponible en https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-cam_files/situacion-de-los-recursos-hidricos_fin.pdf
13. IANAS (Interamerican Network of Academies of Sciences, USA) 2012. Diagnóstico del agua en las Américas (en línea). Laclette, J; Zúñiga, P. (eds.). Foro Consultivo Científico y Tecnológico. México. p. 282-284. Consultado 8 mar. 2018. Disponible en https://www.ianas.org/water/book/diagnostico_del_agua_en_las_americas.pdf
14. Jiménez Cotillas, A. s.f. Calidad de agua de riego (en línea). Manzanares, España, Universidad de Castilla-La Mancha. Consultado 11 mar. 2018. Disponible en https://previa.uclm.es/area/ing_rural/Proyectos/AntonioJimenez/08-Anejo6.PDF
15. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala); JICA (Agencia de Cooperación Internacional de Japón, Guatemala). 2013. Manual de educación ambiental sobre el recurso hídrico en Guatemala (en línea). Guatemala. p. 17-18. Consultado 8 mar. 2018. Disponible en <http://www.marn.gob.gt/Multimedios/7419.pdf>
16. Méndez Sarceño, J. 2005. Comercialización y organización empresarial: producción de tomate (en línea). Tesis Lic. Admon. Emp. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas. Consultado 11 mar. 2016. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0301.pdf
17. Muñoz, J; Díaz, PO. 2015. Diagnóstico del municipio de Cuilco, Huehuetenango (en línea). Guatemala, USAID. 55 p. Consultado 8 mar. 2018. Disponible en <http://nexuslocales.com/wp-content/uploads/2016/04/DX-DEL-Cuilco.pdf>

18. Obaya, MC; Eng, F; Ramos, J; Padrón, M; Valdez, E; León, OL; Berovides, E. 2003. Metodologías para la caracterización de las aguas y aguas residuales para su calidad de aguas para el riego (en línea). Revista ICIDCA 25(3):55-58. Consultado 16 ene. 2019. Disponible en http://karin.fq.uh.cu/acc/2016/CIENCIAS_TECNICAS/032/New/Documentaci%C3%B3n/Parte%20IV/Bibliograf%C3%ADa/Cap.%20II.2/35.pdf
19. PRTR (Registro Estatal de Emisiones y Fuentes Contaminantes, España). Carbono orgánico total (COT) (como C total O DQO/3) (en línea). España. Consultado 10 mar. 2018. Disponible en <http://www.prtr-es.es/Carbono-organico-total-COTComo-C,15663,11,2007.html>
20. Recinos, SA. 2001. Cuando el agua ya no alcanza (en línea). Guatemala, Flacso-Guatemala, Diálogo no. 10: 1-8. Consultado 9 mar. 2018. Disponible en <http://www.flacso.edu.gt/dialogo/wp-content/uploads/2014/09/Dialogo-10.pdf>
21. Universidad de Ibagué, Colombia. 2008. Parámetros orgánicos y biológicos (en línea). Ibagué, Colombia, Universidad de Ibagué, Química Ambiental 2, Programa Administración Ambiental, Modulo Agua. Consultado 11 mar. 2018. Disponible en <https://sites.google.com/a/unibague.edu.co/quimica-ambiental-02/agua/parametros-organicos-y-biologicos>

46. B. O. *Polanco Ramos*
DOCUMENTOS DE GESTIÓN
FAUSAC
TESIS Y DOCUMENTOS DE GESTIÓN
REVISIÓN

2.10. ANEXOS

Anexo 1. Armado de filtro de muestreo.



Fuente: Propia

Figura 18A. Abertura de agujero para la colocación de materiales.



Fuente: propia

Figura 19A. Incorporación de materiales filtrantes.



Fuente: propia

Figura 20A. Colocación de tubos de conducción de la pila al filtro.



Fuente: propia

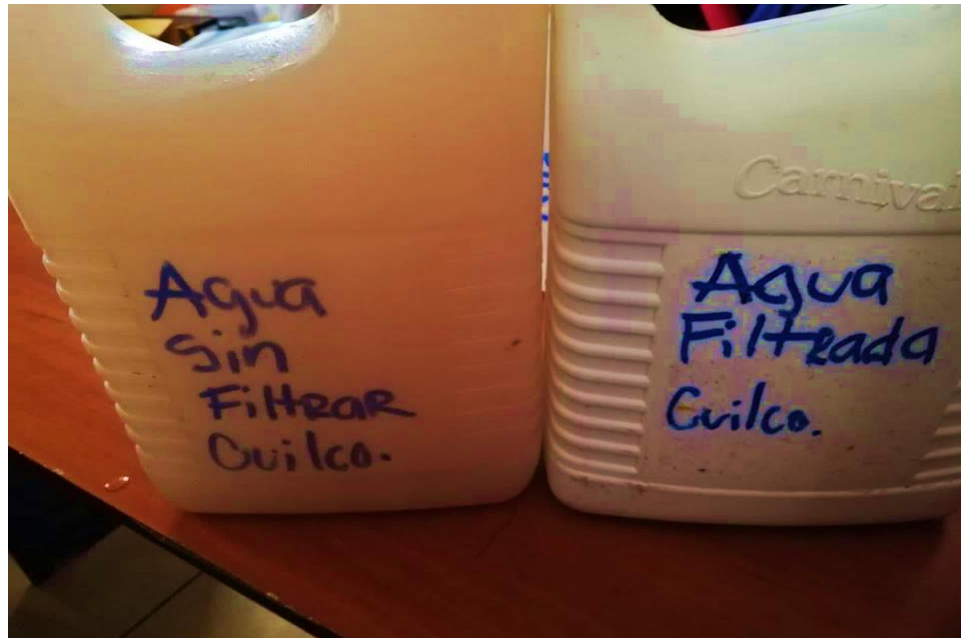
Figura 21A. Conducción de agua del primer filtro al segundo.

Anexo 2. Toma de muestras.



Fuente: propia

Figura 22A. Toma de muestra de agua residual y agua con fines de riego.



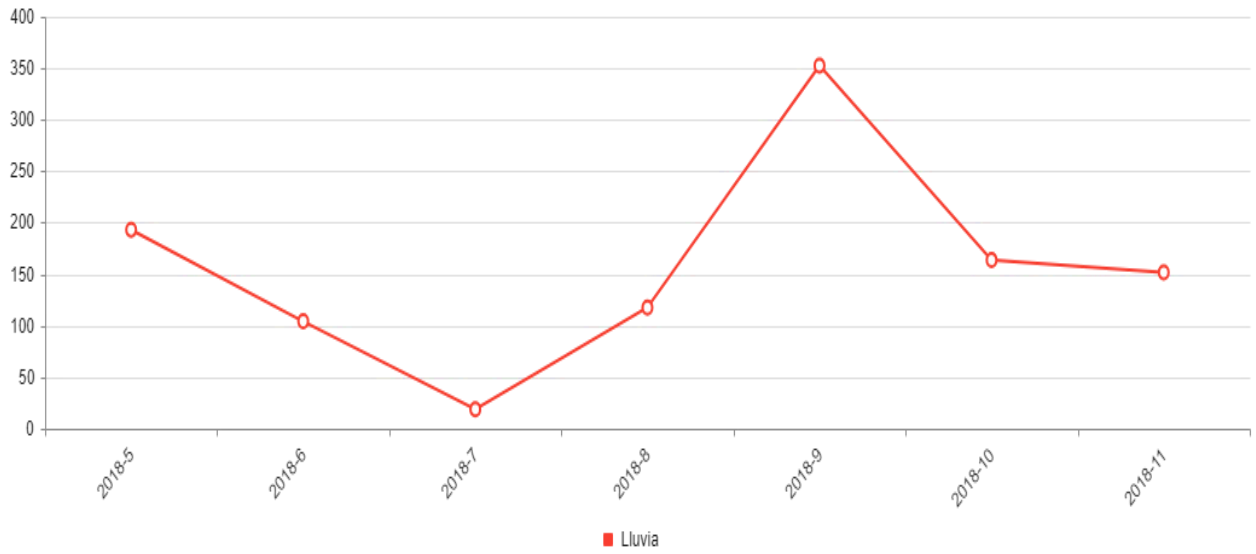
Fuente: propia

Figura 23A. Muestras de agua residual de tipo doméstico.



Fuente: propia


Figura 24A. Muestras mensuales de agua con fines de riego.



Fuente: propia

Figura 25A. Comportamiento de la precipitación pluvial durante los meses de muestreo.

Anexo 3. Resultados para muestra de agua gris.



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala


ESCUELA DE QUIMICA		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
UNIDAD DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL			
EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12			
TELEFONO: 24189412			
Nombre comun o comercial de la muestra:		No de código / Marca del remitente:	
Aguas residuales domesticas		Agua sin filtrar	
No de registro:	1806160	Empresa / Institución:	FAO Naciones Unidas
		Remitente / Solicitante:	Lucia Marroquín
Fecha de recepción:	Muestra recibida por:	Tipo de recipiente:	peso neto:
14/06/2018	Levis Donado	Envase plástico	
DETERMINACIONES SOLICITADAS:			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)			
Parametros evaluados	Unidades	Valor	LMP*
pH		9.20	6.00 - 9.00
Conductividad	mS/cm	323.00	
Sólidos sedimentables	mL/L	0.40	
Sólidos en suspensión	mg/L	200.00	150
Sólidos Totales	mg/L	1510.00	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15.60	250
Demanda Química de oxígeno	mg/L	2040.00	500
Nitrogeno Total	mg/L	0.80	25
Fosforo total	mg/L	2.600	15
Color	Unidades PT - Co	720.00	750
Aceltes y Grasas	mg/L	66.00	25
* LMP= Límite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006			
Fecha:	Analista(s):	Ref. Registro Análisis:	Costo total facturado:
05/07/2018	LD		Q575.00
		Firma:	Fecha:

Fuente: Escuela de Química, Unidad de análisis instrumental.
Figura 26A. Resultados de muestra inicial en la entrada al filtro.




ESCUELA DE QUIMICA UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12 TELEFONO: 24189412		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
Nombre comun o comercial de la muestra:		No de código / Marca del remitente:	
Aguas residuales domesticas		Agua filtrada	
No de registro:	1806161	Empresa / Institución:	FAO Naciones Unidas
		Remitente / Solicitante:	Lucia Marroquín
Fecha de recepción:	Muestra recibida por:	Tipo de recipiente:	peso neto:
14/06/2018	Levis Donado	Envase plástico	
DETERMINACIONES SOLICITADAS:			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)			
Parametros evaluados	Unidades	Valor	LMP*
pH		7.42	6.00 - 9.00
Conductividad	mS/cm	489.00	
Sólidos sedimentables	mL/L	0.10	
Sólidos en suspensión	mg/L	24.00	150
Solidos Totales	mg/L	463.00	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	12.90	250
Demanda Química de oxigeno	mg/L	240.00	500
Nitrogeno Total	mg/L	< 0.5	25
Fosforo total	mg/L	1.400	15
Color	Unidades PT - Co	70.00	750
Aceites y Grasas	mg/L	16.00	25
* LMP= Límite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006			
Fecha:	Analista(s):	Ref. Registro Análisis:	Costo total facturado:
05/07/2018	LD		Q575.00
		Firma:	Fecha:

Fuente: Escuela de Química, Unidad de análisis instrumental.
 Figura 27A. resultados de muestra inicial a la salida del filtro.




USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala


ESCUELA DE QUIMICA UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12 TELEFONO: 24189412		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
Nombre comun o comercial de la muestra:		No de código / Marca del remitente:	
Agua residual		Entrada	
No de registro:	1810298	Empresa / Institución:	FAO Naciones Unida
		Remitente / Solicitante:	Lucia Marroquin
Fecha de recepción:	Muestra recibida por:	Tipo de recipiente:	peso neto:
31/10/2018	Levis Donado		
DETERMINACIONES SOLICITADAS:			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)			
Parametros evaluados	Unidades	Valor	LMP*
pH		8.75	6.00 - 9.00
Conductividad	mS/cm	425.0	
Sólidos sedimentables	ml/L	12.30	
Sólidos en suspensión	mg/L	244.0	150
Solidos Totales	mg/L	1292.0	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	16.10	250
Demanda Química de oxígeno	mg/L	1460.00	500
Nitrogeno Total	mg/L	0.60	25
Fosforo total	mg/L	1.80	15
Color	Unidades PT - Co	618.0	750
Aceites y Grasas	mg/L	44.0	25
* LMP= Límite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006			
Fecha:	Analista(s):	Ref. Registro Análisis:	Costo total facturado:
31/10/2018	LR/LD		Q575.00
		Firma:	Fecha:



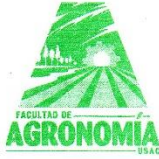
Stamp: ESCUELA DE QUIMICA U.A.I. UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL USAC FACULTAD DE CC. Y F. IRRADIACION

Fuente: Escuela de Química, Unidad de análisis instrumental.
 Figura 28A. resultados muestra final en la entrada al filtro.


USAC
 TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala

ESCUELA DE QUIMICA UNIDAD DE ANALISIS INSTRUMENTAL EDIFICIO T-13, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12 TELEFONO: 24189412		INFORME DE ANÁLISIS DE LABORATORIO QUÍMICO	
Nombre comun o comercial de la muestra:		No de código / Marca del remitente:	
Agua residual		Salida	
No de registro:	1810299	Empresa / Institución:	FAO Naciones Unida
		Remitente / Solicitante:	Lucia Marroquin
Fecha de recepción:	Muestra recibida por:	Tipo de recipiente:	peso neto:
31/10/2018	Levis Donado		
DETERMINACIONES SOLICITADAS:			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)			
Parametros evaluados	Unidades	Valor	LMP*
pH		7.65	6.00 - 9.00
Conductividad	mS/cm	328.0	
Sólidos sedimentables	ml/L	1.40	
Sólidos en suspensión	mg/L	72.0	150
Solidos Totales	mg/L	477.0	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	11.10	250
Demanda Química de oxígeno	mg/L	490.00	500
Nitrogeno Total	mg/L	< 0.5	25
Fosforo total	mg/L	0.90	15
Color	Unidades PT - Co	93.0	750
Aceites y Grasas	mg/L	18.0	25
* LMP= Límite máximo permisible según Acuerdo Gubernativo 236-2006			
Fecha:	Analista(s):	Ref. Registro Análisis:	Costo total facturado:
21/11/2018	LR/LD		Q575.00
		Firma:	Fecha:
			

Fuente: Escuela de Química, Unidad de análisis instrumental.
 Figura 29A. Resultados muestra final en la salida del filtro.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: FAO, NACIONES UNIDAS
RESPONSABLE: LUCIA MARROQUIN
PROCEDENCIA: CUILCO, HUEHUETENANGO
FECHA DE INGRESO: 14/6/2018

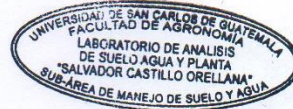
ANALISIS QUIMICO DE AGUA

IDENT	pH	$\mu\text{S/cm}$ C.E.	Meq/litro				Ppm				RAS	CLASE
			Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn		
M-1	6.9	579	2.24	0.96	2.30	0.29	0.0	0.1	0.4	1.2	1.83	C2S1

Según clasificación **USDA** la muestra se clasifica como:

C2 : AGUAS DE BAJA SALINIDAD CUYA C.E. VARÍA DE 250 A 750 $\mu\text{S/cm}$

S1: AGUAS DE BAJA SODICIDAD (bajo contenido de sodio) Y CUYO RAS VARÍA DE 0 A 10



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
 CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24189308, (502) 24188000 EXT 1562 Ó 1769

Fuente: Laboratorio suelo-planta-agua "Salvador Castillo Orellana"
 Figura 30A. Resultado para muestra de junio.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMÍA
 LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: FAO NACIONES UNIDAS
 RESPONSABLE: LUCIA MARROQUIN
 PROCEDENCIA: CUILCO, HUEHUETENANGO
 FECHA DE INGRESO: 13/7/2018

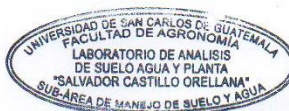
ANALISIS QUIMICO DE AGUA

IDENT	pH	µS/cm C.E.	Meq/litro				Ppm				RAS	CLASE
			Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn		
M-1	4.7	639.0	2.45	1.05	2.61	0.29	0.0	0.0	0.5	1.2	1.98	C2S1

Según clasificación **USDA** la muestra se clasifica como:

C2 : AGUAS DE MEDIANA SALINIDAD CON UNA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ENTRE 250 A 750µS/cm

S1: AGUAS DE BAJA SODICIDAD Y CUYO RAS VARÍA DE 0 A 10



[Handwritten signature]

CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EDIFICIO UYIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
 CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24189308, (502) 24188000 EXT 1562 Ó 1769

Fuente: Laboratorio suelo-planta-agua "Salvador Castillo Orellana"
 Figura 31A. Resultado muestra de julio.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE AGRONOMÍA
 LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: FAO NACIONES UNIDAS
 RESPONSABLE: LUCIA MARROQUIN
 PROCEDENCIA: CUILCO, HUEHUETENANGO
 FECHA DE INGRESO: 13/8/2018
 FECHA DE EMISION DE INFORME: 20/8/2018 #000178

ANALISIS QUIMICO DE AGUA

IDENT	pH	$\mu\text{S/cm}$ C.E.	Meq/litro				Ppm				RAS	CLASE
			Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn		
M-1	7.2	531	1.12	0.80	3.37	0.04	0.0	0.4	0.5	0.1	3.44	C2S1

Según clasificación **USDA** la muestra se clasifica como:

C2 : AGUAS DE MEDIANA SALINIDAD CON UNA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ENTRE 250 A 750 $\mu\text{S/cm}$

S1: AGUAS DE BAJA SODICIDAD Y CUYO RAS VARÍA DE 0 A 10



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
 CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24189308, (502) 24188000 EXT 1562 Ó 1769

Fuente: Laboratorio suelo-planta-agua "Salvador Castillo Orellana"
 Figura 32A. Resultado para muestra de agosto.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: FAO, NACIONES UNIDAS
RESPONSABLE: LUCÍA MARROQUÍN
PROCEDENCIA: CUILCO, HUEHUETENANGO
FECHA DE INGRESO: 12/9/2018
FECHA DE EMISION DE INFORME: 26/9/2018 #000233

ANALISIS QUIMICO DE AGUA

IDENT	pH	$\mu\text{S/cm}$ C.E.	Meq/litro				Ppm				RAS	CLASE
			Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn		
M-1	6.8	634.0	3.54	1.23	1.41	0.16	0.0	0.0	0.2	0.0	0.92	C2S1

Según clasificación **USDA** la muestra se clasifica como:

C2 : AGUAS DE BAJA SALINIDAD CUYA C.E. VARÍA DE 250 A 750 $\mu\text{S/cm}$

S1: AGUAS DE BAJA SODICIDAD (bajo contenido de sodio) Y CUYO RAS VARÍA DE 0 A 10



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
 CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24189308, (502) 24188000 EXT 1562 Ó 1769

Fuente: Laboratorio suelo-planta-agua "Salvador Castillo Orellana"
 Figura 33A. Resultado para muestra de septiembre.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



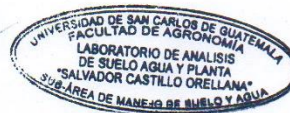
INTERESADO: FAO, NACIONES UNIDAS
RESPONSABLE: LUCIA MARROQUIN
PROCEDENCIA: CUILCO, HUEHUETENANGO
FECHA DE INGRESO: 11/10/2018
FECHA DE EMISION DE INFORME: 22/10/2018 #000251

ANALISIS QUIMICO DE AGUA

IDENT	pH	μS/cm C.E.	Meq/litro				Ppm				RAS	CLASE
			Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn		
M-5	6.3	830	4.84	1.38	1.96	0.14	0.0	0.0	2.9	0.6	1.11	C3S1

Según clasificación **USDA** la muestra se clasifica como:

C2 : AGUAS DE ALTA SALINIDAD CON UNA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ENTRE 750 A 2,250μS/cm
S1: AGUAS DE BAJA SODICIDAD (bajo contenido de sodio) Y CUYO RAS VARÍA DE 0 A 10



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24189308, (502) 24188000 EXT 1562 Ó 1769

Fuente: Laboratorio suelo-planta-agua "Salvador Castillo Orellana"
Figura 34A. Resultado para muestra de octubre.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
LABORATORIO DE SUELO-PLANTA-AGUA "SALVADOR CASTILLO ORELLANA"



INTERESADO: FAO, NACIONES UNIDAS
RESPONSABLE: LUCIA MARROQUIN
PROCEDENCIA: CUILCO, HUEHUETENANGO
FECHA DE INGRESO: 31/10/2018
FECHA DE EMISION DE INFORME: 15/11/2018 #000266

ANALISIS QUIMICO DE AGUA

IDENT	pH	$\mu\text{S/cm}$ C.E.	Meq/litro				Ppm				RAS	CLASE
			Ca	Mg	Na	K	Cu	Zn	Fe	Mn		
M-6	6.6	501	2.39	0.70	1.65	0.31	0.0	0.2	0.9	0.2	1.33	C2S1

Según clasificación **USDA** la muestra se clasifica como:

C2 : AGUAS DE ALTA SALINIDAD CON UNA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA ENTRE 250 A 750 $\mu\text{S/cm}$

S1: AGUAS DE BAJA SODICIDAD (bajo contenido de sodio) Y CUYO RAS VARÍA DE 0 A 10



CAMPUS CENTRAL, UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
EDIFICIO UVIGER, TERCER NIVEL, CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12, GUATEMALA
CODIGO POSTAL 01012, APARTADO POSTAL 1545, TEL: (502)24189308, (502) 24188000 EXT 1562 Ó 1769

Fuente: Laboratorio suelo-planta-agua "Salvador Castillo Orellana"
Figura 35A. Resultado para muestra de noviembre



CAPÍTULO III

**SERVICIOS PROFESIONALES REALIZADOS EN LA ORGANIZACIÓN DE LAS
NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA**

3.1. PRESENTACIÓN

En el presente documento se detallan los servicios prestados durante el Ejercicio Profesional Supervisado, que se realizaron con base en los términos de referencia otorgados por la organización, los cuales son enfocados a los principales problemas del municipio en un diagnóstico previo.

Se dividieron los serbios en dos, el primero enfocado a la asistencia técnica y los segundos a capacitación de grupos. La asistencia técnica se brindó a las mujeres participantes del proyecto, en la que se hicieron recorridos para conocer los sistemas productivos familiares, principalmente maíz, frijol, y hortalizas, de los cuales se apoyó en el mejor uso de productos como fertilizantes, los distanciamientos de siembra y la población de plantas. Como parte de estas actividades se planificaron las visitas domiciliarias de asistencia técnica en las que se verificó que el material que se dio para la implementación de prácticas como los filtros, sistemas de riego, cosechadores, semilla de hongos y semilla de hortalizas.

El seguimiento a la implementación fue de vital importancia para el correcto aprovechamiento de los recursos, además de brindarles las mejores recomendaciones para su mantenimiento.

El segundo servicio fue el de la capacitación de grupos, la dirigida a promotores comunitarios, la dirigida a familias y la del equipo de extensión rural del municipio. Se planificaron 10 capacitaciones para promotores, una mensual, en la que se abordaron temas de agricultura familiar, módulos de conejos, módulos de producción de hongos ostra y prácticas de aprovechamiento de agua. Para las capacitaciones de familias se realizaron en la comunidad y se planificaron 9 capacitaciones mensuales, una por comunidad. Por último las capacitaciones para extensionistas, se enfocaron en los medios auxiliares para la extensión con la finalidad de mejorar las capacidades de capacitación del equipo.

En el presente capítulo se detallan las actividades realizadas como parte de los servicios profesionales prestados, así como la cantidad de asistentes y resultados obtenidos de cada una de ellas.

3.2. SERVICIO 1. APOYAR Y BRINDAR ASISTENCIA TÉCNICA A FAMILIAS PARTICIPANTES, DE LAS 9 COMUNIDADES DE ACCIÓN DEL PROYECTO, EN LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS PARA LA MEJORA DE SUS SISTEMAS PRODUCTIVOS

3.2.1. OBJETIVOS

3.2.1.1. Objetivo General.

Dar seguimiento técnico a la producción de granos básicos y hortalizas, así como la implementación de las practicas que benefician la obtención de agua y mejoras en el rendimiento de los cultivos de importancia.

3.2.1.2. Objetivos específicos.

1. Brindar asistencia técnica en la implementación de huertos familiares, elaborando a su vez una base de datos para el registro de la producción y los ingresos generados.
2. Apoyar la implementación de prácticas para el aprovechamiento correcto del recurso hídrico y la obtención del mismo, implementando sistemas de riego por goteo, filtros de aguas grises y cosechadores de agua de lluvia.
3. Dar seguimiento a prácticas de obtención de alimento con contenido proteico como la siembra de hongos ostra, módulo de crianza de conejo y la elaboración de gallineros para mejorar el manejo aviar.
4. Realizar visitas domiciliarias de asistencia técnica para dar seguimiento al uso correcto del material entregado para la elaboración de cada una de las prácticas.

3.2.2. METODOLOGÍA.

3.2.2.1. Asistencia técnica en la implementación de huertos familiares.

Las hortalizas que se implementaron en los huertos fueron la zanahoria, nabo, rábano, acelga, espinaca, brócoli, coliflor, remolacha, rutabaga y güicoy. En colaboración con el equipo de extensión del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación se coordina la entrega del material necesario para la elaboración de la práctica.

Primero era necesario la delimitación del área para la siembra, esto haciendo la incorporación de abono orgánico producido por la misma familia. También se hace la preparación de semilleros para las hortalizas como el brócoli y la coliflor, para ser trasplantadas a los 15 días de la siembra directa de las demás hortalizas en campo.

Mensualmente se seguía el proceso de la siembra, desde la incorporación del abono, el raleo, así como el aporque para las hortalizas que lo necesitaran.


Con base en una boleta de registro de producción, se hizo el seguimiento de la cantidad de alimento producido y el ingreso generado por hortaliza, para la elaboración posterior de una base de datos, el formato de entrevista fue el que se presenta en el cuadro 25.

Cuadro 25. Formato de boleta de registro de producción de hortalizas.

Registro de producción de Huertos familiares												
Comunidad:				GCP/GUA/028/SPA								
Fecha:												
Responsable:												
No.	Nombre	Área sembrada	Referencia	Hortaliza								
				Rábano	Nabo	Zanahoria	Acelga	Espinaca	Remolacha	Brócoli	Coliflor	Rutabaga
			Unidad de Medida									
			Cantidad para Consumo									
			Cantidad para Venta									
			Precio de venta									
			Unidad de Medida									
			Cantidad para Consumo									
			Cantidad para Venta									
			Precio de venta									
			Unidad de Medida									
			Cantidad para Consumo									
			Cantidad para Venta									
			Precio de venta									

Fuente: Elaboración propia, 2018.

Como parte de la asistencia técnica, se realizaron visitas domiciliarias de asistencia técnica con cada una de las participantes del proyecto, para el apoyo personalizado de acuerdo a los cultivos o prácticas que se tuvieran implementadas. El formato utilizado para las visitas domiciliarias se presenta en la figura 36.



Proyecto
"Mujeres en edad fértil, niños y niñas menores de 5 años acceden de forma estable a alimentos nutritivos y diversificados en el Municipio de Cuilco"

Ficha de Visita Visita No. ___

Fecha de la Visita: - -

Nombre de la persona Entrevistada: _____
 Comunidad: _____
 Responsable de la visita: _____

➤ **Prácticas Implementadas**

Sistema de Riego		Filtro de aguas grises		Gallinero		Cosechador de Agua de lluvia		Huerto		Producción de hongos		Conservación de suelos	
Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No	Si	No

➤ **Granos Básicos**

Siembra de Maíz: Si _____ No _____ ; Área sembrada: _____
 Siembra de Frijol: Si _____ No _____ ; Área sembrada: _____
 Asocio de granos Básicos: Si _____ No _____ ; Área sembrada: _____

➤ **Manejo de Cultivos**

Huerto Familiar				
Conservación de suelos	Distanciamientos de siembra	Fertilización	Manejo de Plagas y Enfermedades	Desmalezado

Maíz				
Conservación de suelos	Distanciamientos de siembra	Fertilización	Manejo de Plagas y Enfermedades	Desmalezado

Frijol				
Conservación de suelos	Distanciamientos de siembra	Fertilización	Manejo de Plagas y Enfermedades	Desmalezado

Fuente: elaboración propia, 2018
 Figura 36. Formato de ficha de visita domiciliar.

3.2.2.2. Apoyo en la implementación de prácticas para el aprovechamiento del recurso hídrico.

El municipio de Cuilco se ve fuertemente afectado por la escases de agua, por lo que uno de los principales problemas a combatir y apoyar a la población es la implementación de prácticas como los filtros de aguas grises, sistemas de riego por goteo y cosechadores de agua de lluvia. El material para la implementación de estas prácticas fue financiado por el proyecto y de igual manera, la entrega fue con apoyo del equipo de extensión del municipio.

Filtros de aguas grises.

Se dio una capacitación previa sobre la elaboración de los filtros, así como la información referente a los materiales que se iban a brindar. Por parte de la organización se entregaron los tubos de conducción del agua, piedra pómez, piedra laja, piedrín, malla y plástico para recubrir. Se hizo la verificación de lugar en donde se colocaría, esto para saber si las condiciones eran aptas.

Sistemas de riego por goteo.

De igual manera se dio una capacitación previa sobre la instalación de este sistema, con la finalidad de aprovechar de mejor manera la utilización del agua para riego. Luego se esto se seleccionaron las personas que lo recibirán, esto en base al tamaño del huerto familiar. El sistema contaba con 5 metros de manguera ciega, cinco llaves, y para cada llave, 10 metros de cinta para riego.

Cosechadores de agua de lluvia.

En esta práctica se requirió el apoyo de los esposos de las mujeres que participaban en el proyecto, se hizo una capacitación practica del armado de un cosechador y luego se organizó por grupos para el armado y colocación de cada uno de los cosechadores. Por parte de las familias solo debían aportar el terreno de acuerdo a las características previamente solicitadas.

3.2.2.3. Apoyo a la capacitación y seguimiento de la implementación de módulos de conejos, producción de hongos ostra y entrega de material para gallineros.

Como parte de la introducción de alimentos con mayor proteico, se introdujeron módulos de conejos, en los que se coordinó el armado de las jaulas para la crianza, así como la fecha de la entrega de 7 hembras y un macho por comunidad. Previo a la llegada de los módulos se organizó con las promotoras al grupo para la correcta crianza.

Por otro lado, se implementaron módulos de hongos ostra en los que se coordinó la fecha de entrega para que las participantes tuvieran el material necesario para su siembra, se les proveyó de la semilla del hongo y se les capacito en su mantenimiento.

Por último, se hizo entrega de materia para el mejoramiento de gallineros, con la finalidad de mejorar la crianza de aves de patio, por lo que se capacito en el armado del mismo y se dio seguimiento a las personas que recibieron material, esto para verificar que el material haya sido utilizado.

3.2.3. RESULTADOS

Los resultados que se obtuvieron de este servicio, son principalmente cifras de interés para el proyecto, siendo las más relevante las bases de datos entregadas y la cantidad de prácticas implementadas en las comunidades, posterior a una capacitación dada, correspondiente a cada práctica.

3.2.3.1. Implementación de huertos y base de datos generada.

Durante los meses del Ejercicio Profesional Supervisado, mensualmente se hizo el respectivo seguimiento a la implementación de los huertos, así como la resolución de dudas por parte de las participantes. Uno de los productos más importantes fue la obtención del dato de cantidad producida e ingreso generado durante el año 2017 y 2018. Esto se obtuvo a partir de las boletas que se pasaron a cada una de las participantes, boleta que se detalla en el cuadro 25.

La base de datos de producción de huertos contabilizo un aproximado de 60 quintales de alimento producido por las familias con recursos locales, y un aproximado de Q 1,500 generados para el primer ciclo de producción de 2017 e inicios del 2018. Para el segundo ciclo que fue de mediados del 2017 se produjeron aproximadamente 9 quintales de alimento, El último ciclo del 2018, se llegaron a producir 5 quintales de alimento. La cifra fue en descenso, debido a la falta de agua o lluvias para la siembra de las mismas durante el 2018.



Fuente: propia, 2018

Figura 37. Huertos familiares.

3.2.3.2. Visitas domiciliarias.

Se realizaron 56 visitas de asistencia técnica en las comunidades descritas en el cuadro de abajo, esto con la finalidad de brindar atención y asistencia más personalizadas a las familias dentro del marco del proyecto.

En las visitas se observaron varios aspectos, que eran la implementación de las prácticas de acuerdo a los insumos recibidos, así como el manejo que dan a los cultivos familiares establecidos. El número de visitas se encuentra detallado en el cuadro 26.

Cuadro 26. Registro de visitas realizadas.

Comunidad	No. Visitas
Paviltzaj	10
El Zapote	3
Nueva Morelia	16
Unión Batal	6
El sabino	16
Posonicapa	5
total	56

Fuente: propia, 2018.

3.2.3.3. Apoyo en la implementación de prácticas para el aprovechamiento del agua.

Sistemas de riego por goteo: Se dio la capacitación respectiva sobre colocación y utilización de los sistemas de riego. Se apoyó en la entrega de 93 sistemas de riego, ya armados con mangueras, llaves y cintas.



Fuente, propia, 2018.

Figura 38. Implementación de sistema de riego.

Filtros de aguas grises: Se realizó la entrega de material de filtros de aguas grises para 104 personas, se realizó la capacitación correspondiente a armado, así como el armado del filtro muestra utilizado para la investigación detallada en el capítulo dos de este documento. Como parte de las visitas domiciliarias se hizo la verificación de que el filtro se haya hecho y que todo el material fuera utilizado.



Fuente: propia, 2018

Figura 39. Armado de filtro.

Cosechadores de agua de lluvia: Para la elaboración de estos cosechadores, se recibió una capacitación en el municipio de Jocotán, Chiquimula, ya que el proyecto establecido en ese municipio ya los estaba implementando.

Cuando el grupo ya estuvo organizado, se hizo entrega del material necesario para su construcción 91 cosechadores, con una capacidad de 16,000 litros de agua.



Fuente: propia, 2018.

Figura 40. Armado de cosechador de agua de lluvia.

3.2.3.4. Implementación de prácticas para la generación de alimento con contenido proteico.

Otra área importante del proyecto fue la de producción de alimento con contenido proteico, el cual se encuentra en las carnes y otros, esto con la finalidad de combatir los altos índices de desnutrición crónica del municipio.

Como primera instancia se dieron capacitaciones constantes sobre la siembra de hongos ostra, así como el seguimiento a la realización de la práctica, durante el periodo de EPS, se apoyó en la entrega de 230 libras de semilla para hongos.



Fuente: propia, 2018.

Figura 41. Producción de hongos ostra.

Por otra parte, se establecieron módulos de conejos, en total fueron 9, un módulo por comunidad, para lo cual se coordinó con promotoras la elaboración de jaulas, antes de la llegada de los conejos, se dieron en total, 7 hembras y un macho, los materiales fueron financiados por las mismas personas pertenecientes a los grupos.

Posterior a la llegada de los conejos, se dieron capacitaciones a las nueve comunidades sobre el manejo y la alimentación que requerían las crías, así como, la identificación del sexo, para su posterior reproducción.

A su vez se monitoreo la utilización del material brindado para la construcción de gallineros mejoras, esto debido a que las aves de patio deben estar encerradas para una mejor producción de carne.

3.2.4. EVALUACIÓN

Siendo los principales problemas priorizados en el diagnóstico, los servicios están orientados al apoyo y mejora de los sistemas productivos y al seguimiento de la implementación de prácticas que ayudarán al logro de ese objetivo. Dentro de estas prácticas las más importantes son las que ayudan al aprovechamiento de del agua, tales, como los filtros, los sistemas de riego y los cosechadores de agua.

El tiempo fue bastante limitado para la realización de visitas y asistencia más personalizada, esto debido a la lejanía de las viviendas, así como el difícil acceso a algunas de ellas. Las visitas realizadas permitieron observar un panorama más amplio de la situación, por ejemplo, el bajo rendimiento en la producción de granos básicos se debe al mal uso de la tierra, el distanciamiento de plantas, la ausencia del “raleo” de plántulas, y la sobre utilización del fertilizante de sulfato de amonio.

Otro de los aspectos más relevantes fue la falta de implementación de algunas de las practicas, por lo que en una primera visita se solicitó la utilización del material y en una segunda la verificación de que haya sido elaborado. Debido a lo anterior, es de vital importancia que exista más asistencia, así como más visitas para que el material no sea desperdiciado.

Por su parte en la implementación de módulos de conejos, se debe de inculcar una mayor ingesta de este alimento, por lo que el trabajo en conjunto con el especialista en nutrición fue determinante para la aceptación del consumo, esto aplica de igual manera para la producción de hongos. El apoyo de un especialista en manejo de conejos sería importante, así como de aves para que la crianza se haga de una mejor manera, se obtengan mayores rendimientos y la menor tasa de mortalidad posible.

3.3. SERVICIO 2. REALIZACIÓN DE EVENTOS DE DIRIGIDOS PROMOTORES, FAMILIAS Y EL EQUIPO DE EXTENSIÓN RURAL DEL MAGA.

3.3.1. OBJETIVOS

3.3.1.1. Objetivo general

Planificar y realizar eventos de capacitación para promotores, para mujeres participantes del proyecto y para el equipo de extensión del MAGA.

3.3.1.2. Objetivos específicos.

1. Realizar 9 capacitaciones mensuales dirigidas a mujeres participantes del proyecto, una por comunidad, de acuerdo al POA del proyecto.
2. Planificar y apoyar a la realización de una capacitación mensual dirigida a promotores de todas las comunidades con el tema correspondiente al mes.
3. Participar y apoyar en las capacitaciones planificadas para el equipo de extensión rural del municipio.

3.3.2. METODOLOGÍA

3.3.2.1. Preparación y planificación de la actividad.

Mensualmente se realizó una capacitación dirigida a promotores, por lo que previo al día de la capacitación se procedió a llamar a cada uno de los promotores para informar de la actividad. Para la preparación de material de acuerdo al tema a impartir en el mes se prepararon carteles y presentaciones, además de un resumen escrito y gráfico sobre el tema impartido.

Para las capacitaciones a las familias participantes, durante la capacitación de promotores se les brindaban las fechas en las que se llegaba a cada comunidad. Para estas se requirió llevar material gráfico para la explicación del tema, así como el resumen del mismo.

En el caso de las capacitaciones del equipo de extensión, la dinámica de preparación fue la misma, elaborar una presentación o carteles, además se de llevar una actividad grupal para fomentar el trabajo en grupo.

3.3.2.2. Realización de la actividad.

La capacitación dirigida a promotores se realiza en el salón municipal, la primera actividad es el registro de participantes, una vez este todos presentes se realiza la bienvenida, seguida del inicio de las capacitaciones con temas de agricultura, nutrición y hogar rural. Se da un intermedio para una refacción y se prosigue con las capacitaciones. Al final de la actividad se da a conocer las fechas de llegada a las comunidades para que los promotores convoquen a la reunión mensual comunal. Esta misma dinámica es la que se sigue para las capacitaciones al equipo de extensionistas.

La reunión en las comunidades, sigue una dinámica similar, el cambio está en el registro de participantes que se realiza al final de la actividad.

3.4.3. RESULTADOS

3.4.3.1. Temas de capacitación a promotores.

Se apoyó la realización de 9 eventos de capacitación dirigido a promotores comunitarios, enfocando los temas impartidos al área agrícola y pecuaria para el mejoramiento de los sistemas productivos ya existentes como el maíz y frijol, huertos familiares y sistemas pecuarios como el manejo de gallineros. Los eventos fueron realizados una vez al mes, cubriendo a los promotores de las comunidades descritas en el cuadro 27, así como los temas que en él se detallan.

Cuadro 27. Temas impartidos a promotores.

Comunidades	Temas a desarrollados en los eventos	Total de participantes.
El palmar	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Medicamentos caseros para aves. ❖ Selección Masal en Maíz. ❖ Refuerzo en los conocimientos de producción de Hongos Ostra. ❖ Generación de ingresos provenientes de la actividad agrícola. ❖ Manejo integrado del cultivo de maíz. ❖ Manejo de cosecha de maíz. ❖ Almacenamiento de granos Básicos. 	26 promotores. 25 Mujeres y 1 Hombre.
El Sabino		
Paviltzaj		
El Zapote		
Yulvá		
Unión Batal		
Posonicapa		
Nueva Morelia		
Ojo de Agua		
Quevá		
Chapalá		

Fuente: elaboración propia, 2018.

Cada tema abordado en las capacitaciones forma parte del POA del proyecto, posterior a la realización de la actividad se realiza un informe general referente a esa capacitación. Esto con la finalidad de llevar un registro de los temas tratados mensualmente, mismos temas que se impartían en el mes a las comunidades.



Figura 42. Capacitación de promotores.

3.4.3.2. Capacitación de familias.

Se realizaron 52 eventos de capacitación dirigida a mujeres participantes del proyecto en temas relacionados a las buenas prácticas agrícolas y pecuarias en cultivos como frijol, maíz y hortalizas, esto con el fin de que tengan mayor disponibilidad a alimentos con alto valor nutricional.

Los eventos se planificaron de forma mensual en el que se incluían visitas de asistencia técnica y recolección de datos para realizar los documentos pertinentes. Los temas abordados son los mismos impartidos a promotores, y se detallan en el cuadro 28, de igual manera se detalla el número de participantes por comunidad.

Cuadro 28. Capacitación de familias.

Comunidad	Participantes	Temas desarrollados.
El palmar	13 mujeres	<ul style="list-style-type: none"> – Implementación de filtros de aguas grises. – Armado e instalación de sistemas de riego de baja presión. – Producción de hongos ostra. – Selección masal. – Generación de ingresos provenientes de la actividad agrícola. – Armado e instalación de jaulas para conejos. – Manejo inicial de conejos. – Implementación de huertos familiares. – Manejo integrado de maíz. – Manejo de cosecha de maíz.
El Sabino	53 mujeres	
Paviltzaj	15 mujeres	
El Zapote	22 mujeres	
Yulvá	15 mujeres	
Unión Batal	39 mujeres	
Posonicapa	16 mujeres	
Nueva Morelia	20 mujeres	
Ojo de Agua	10 mujeres	
Qevá	22 mujeres	
Chapalá	12 mujeres	
	237 mujeres	

Fuente: elaboración propia, 2018.

Como se puede observar en el cuadro los temas fueron los mismos tratados con los promotores, pero con una dinámica diferente en cada comunidad, esto dependía de la cantidad de mujeres participantes.



Figura 43. Capacitación de familias.

3.4.3.3. Capacitaciones al equipo de extensión rural del municipio.

Se realizaron 3 eventos de capacitación dirigido a extensionistas del Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación con la finalidad de apoyar al mejoramiento del sistema de extensión rural del municipio, en aspectos metodológicos a utilizar para las capacitaciones en las distintas comunidades de intervención.

Evento 1

Para el primer evento, los miembros de equipo de extensión se les brindaron medios de capacitación enfocados a familias. Las tres herramientas mencionadas, funcionan para hacer uso del papelógrafo de manera creativa con motivo de propiciar el interés y la participación de las personas que reciben las capacitaciones. Se solicitó a los participantes usar la herramienta en una actividad, así como realizar la planificación de un evento utilizando cualquiera de las herramientas brindadas con el fin de que conocieran la finalidad de cada una de ellas.

En el cuadro 29 se detalla la asistencia de ese día, y los temas abordados.

Cuadro 29. Primer evento de capacitación a extensionistas.

Participantes del equipo de extensión		Tema Desarrollado
Hombres	Mujeres	Medios auxiliares para la extensión Rural ✓ Árbol de problemas. ✓ Cruz categorial ✓ Mapa Parlante ✓ Rotafolio
3	4	

Fuente: elaboración propia, 2018.

Evento 2.

Para el segundo evento se abordó el mismo tema de medios auxiliares para la extensión, para esta vez se proporcionaron herramientas como el franelógrafo y la pantalla de tiras móviles, para seguir en la línea de propiciar la creatividad del equipo de extensión y mejorar el aprendizaje de las personas. De igual manera que el evento 1, en cuadro 30 se detalla la asistencia y los temas abordados.

Cuadro 30. Segundo evento de capacitación a extensionistas.

Participantes del equipo de extensión		Temas Desarrollado
Hombres	Mujeres	Medios auxiliares para la extensión Rural. ✓ Franelógrafo ✓ Portafolio Gráfico ✓ Periódico Mural ✓ Pantalla de tiras móviles.

Fuente: elaboración propia, 2018.

Evento 3.

En el tercer evento se remarcó la importancia de vincular la agricultura con la nutrición debido a los altos índices de desnutrición en el departamento, se contó con participantes de hogar rural de las diferentes agencias del departamento de Huehuetenango. Se hizo especial énfasis en los huertos Biointensivos, una alternativa para tener alimento de mejor calidad y con mayores rendimientos al hacer bien la práctica con los cultivos indicados.

En el cuadro 31 se detalla la participación de los extensionistas del departamento.

Cuadro 31. Tercer evento de capacitación a extensionistas.

Participantes de agencias de extensión Huehuetenango.		Temas Desarrollado
Hombres	Mujeres	Agricultura Sensible a la Nutrición.
17	33	

Fuente: elaboración propia, 2018.

3.4.4. EVALUACIÓN

De acuerdo a las tareas realizadas durante el periodo de EPS en la organización se pueden mencionar varios logros alcanzados con las capacitaciones, en primer lugar, con las realizadas a los promotores, el cual fue el primer paso para la correcta comunicación con el resto del grupo, ya que son ellas las líderes y las coordinadoras del grupo, el trabajo es en conjunto para que el mensaje llegue completo a todas las comunidades.

Con las capacitaciones a los grupos en las comunidades fueron en su mayoría bien aceptadas, las mujeres atendidas implementaron en su mayoría las prácticas que se impartieron, después de hacer la demostración práctica de cada una, fueron replicadas, siendo de gran beneficio para el aprovechamiento máximo de los recursos. Además de demostrar un gran interés en los temas relacionados al buen manejo de cultivos, esto porque ellas realizan prácticas de siembra, cosecha, almacenamiento y consumo. Con todo lo impartido en las capacitaciones cuentan con los conocimientos principales para un buen manejo de maíz, desde su siembra hasta el almacenamiento de los granos, así como el mejor manejo para un huerto familiar.

El trabajo realizado para los extensionistas fue diferente, ya que el idioma técnico fue bien recibido por los técnicos. Existe una deficiencia en el tema de extensión, y de la dinámica practicada con los grupos comunitarios, por lo que 2 capacitaciones estuvieron orientadas a los medios auxiliares para la extensión, esto permitió que conocieran nuevas herramientas de capacitación, más creativas y dinámicas para las familias que participan en el proyecto. Los extensionistas hicieron uso de las herramientas en una actividad de integración para mejorar la recepción de los nuevos medios de extensión impartidos, lo cual benefició mucho su capacitación.

3.5. Bibliografía

1. Cifuentes Soto, O. 2011. Manual de producción de huertos de policultivos de hortalizas (en línea). Guatemala, ICTA (Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas). Consultado 18 jul. 2018. Disponible en <http://www.icta.gob.gt/publicaciones/Policultivos/Recomendaciones%20para%20la%20produccion%20de%20huertos%20de%20policultivos%20de%20hortalizas,%202011.pdf>
2. Cruz, D; López de León, E; Pascual, L; Bittaglia, M. 2010. Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus* (en línea). Journal of Agriculture and Environment for International Development (JAEID) 104(3/4):139-154. Consultado 10 mar. 2018. Disponible en: <https://www.jaeid.it/index.php/JAEID/article/view/16>
3. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala); FAO, Guatemala. 2016. Programa de agricultura familiar para el fortalecimiento de la economía campesina –PAFFEC- 2016-2020 (en línea). Guatemala. Consultado 10 nov. 2018. Disponible en: <https://www.maga.gob.gt/download/paffec-resumen17.pdf>
4. Piñar Ballesteros, R. 2009. Manejo pos cosecha del maíz (en línea). Costa Rica. Consultado 10 mar. 2018. Disponible en <http://www.infoagro.go.cr/Infoagro/HojasDivulgativas/Manejo%20poscosecha%20del%20ma%C3%ADz.pdf>
5. Pu Gómez, MC. 2008. Monografía histórico-social: Situación actual en la toma de decisiones de las mujeres cuilquenses en los procesos de desarrollo local (en línea). Tesis Maestría. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Consultado 9 mar. 2018. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/06/06_2805.pdf
6. SESAN (Secretaría de Seguridad Alimentaria y Nutricional, Guatemala). 2016. Estrategia nacional para la prevención de la desnutrición crónica 2016-2020 (en línea). Guatemala. Consultado 10 nov. 2018. Disponible en <http://www.sesan.gob.gt/wordpress/wp-content/uploads/2017/07/Estrategia-para-la-Prevencion-de-la-Desnutricion-Cronica.pdf>

No. 30
 DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
 FAUSAG
 TESIS Y DOCUMENTOS DE GRADUACIÓN
 REVISIÓN
 Rolando Barrios.