



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE
LA AGRICULTURA**

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA: USO DE MICROALGAS ANDINAS PARA EL
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PORCINOS EN
LA HCDA EL PRADO Y SU ENFOQUE DE GÉNERO PARA LA
VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD EN EL BARRIO SAN
FERNANDO, CANTON RUMIÑAHUI**

AUTOR: AYALA VILLAGÓMEZ, ANDREA CAROLINA
DIRECTOR: ORTIZ TIRADO, JUAN CRISTÓBAL

SANGOLQUÍ

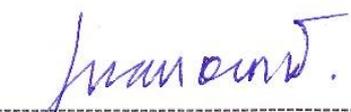
2017



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA
CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, “*USO DE MICROALGAS ANDINAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PORCINOS EN LA HCDA EL PRADO Y SU ENFOQUE DE GÉNERO PARA LA VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD EN EL BARRIO SAN FERNANDO, CANTON RUMIÑAHUI*” realizado por la señorita *ANDREA CAROLINA AYALA VILLAGÓMEZ*, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar a la señorita *ANDREA CAROLINA AYALA VILLAGÓMEZ* para que lo sustente públicamente.

Sangolquí, 23 de mayo de 2017



Dr. JUAN CRISTOBAL ORTÍZ TIRADO
DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, *ANDREA CAROLINA AYALA VILLAGÓMEZ*, con cédula de identidad N° 1720984598, declaro que este trabajo de titulación “*USO DE MICROALGAS ANDINAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PORCINOS EN LA HCDA EL PRADO Y SU ENFOQUE DE GÉNERO PARA LA VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD EN EL BARRIO SAN FERNANDO, CANTON RUMIÑAHUI*” ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Sangolquí, 23 de mayo del 2017

ANDREA CAROLINA AYALA VILLAGÓMEZ
C.C 1720984598



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA Y DE LA AGRICULTURA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

AUTORIZACIÓN

Yo, *ANDREA CAROLINA AYALA VILLAGÓMEZ*, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación “USO DE MICROALGAS ANDINAS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE PORCINOS EN LA HCDA EL PRADO Y SU ENFOQUE DE GÉNERO PARA LA VINCULACIÓN CON LA COLECTIVIDAD EN EL BARRIO SAN FERNANDO, CANTON RUMIÑAHUI” cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Sangolquí, 23 de mayo del 2017

ANDREA CAROLINA AYALA VILLAGÓMEZ
C.C 1720984598

DEDICATORIA

A Dios y la virgen María porque sin ellos nada de esto hubiera sido posible. A mi abuelita Teresita por brindarme su apoyo y consejos para hacer de mí una mejor persona. A mis abuelitos Fidel y Marina, que desde el cielo guían mi camino. A mis padres Álvaro y Eugenia, pilares fundamentales en mi vida, con mucho amor y cariño les dedico todo mi esfuerzo. A mis hermanos Francisco y Nicole, porque llenan de alegría cada día de mi vida. A mi novio Luis, porque ha estado conmigo cuidándome y dándome fortaleza para seguir adelante.

A todos ustedes, con amor.

Carolina Ayala

AGRADECIMIENTO

A Dios y mi virgencita, por permitirme culminar mis estudios satisfactoriamente, por darme salud y mantenerme siempre de su mano ante las dificultades de la vida.

A mi madre mi mejor amiga, por ser una mujer luchadora, quien con sus sabios consejos me ha enseñado a no desfallecer ni rendirme ante nada.

A mi padre, quien a lo largo de mi vida ha depositado su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar de mi inteligencia y capacidad.

A mi abuelita Teresita, quien con su cariño y comprensión ha sido parte fundamental de mi vida y de este trabajo.

A mis abuelitos, porque antes de partir me transmitieron valores y enseñanzas para ser una persona de bien.

A mis hermanos, por siempre estar pendientes de mí, por ser mi alegría.

A mi gran amor, por ser mi compañero inseparable, quien siempre me brindó fortaleza amor y ayuda incondicional en cada paso dado.

A mi querido Dr. Juan Ortiz, quien con sus acertados conocimientos supo guiarme y apoyarme durante la elaboración de este proyecto.

A mis amigos, especialmente a Santi, Andre, Gaby y Katty por su sincera amistad, el tiempo compartido con ellos ha sido muy gratificante.

A la carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, especialmente a la Ing. Daysi Muñoz, al Ing. Flavio Padilla y al Ing. Gabriel Larrea por sus valiosas enseñanzas impartidas en el desarrollo de este proyecto.

Este proyecto no habría sido posible sin la colaboración de la Comunidad San Fernando, Cantón Rumiñahui a quienes deseo expresar mis más sinceros agradecimientos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD	iii
AUTORIZACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE FIGURAS	xiii
RESÚMEN	xv
ABSTRACT	xvi

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN	1
1.1 Justificación	2
1.2 El problema	3
1.2.1 Los efectos	3
1.2.2 La causas	4
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Hipótesis	5

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1 Importancia del agua	6
2.2 Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de calidad de agua	6
2.2.1 Color, olor y sabor	6
2.2.2 Proceso de nitrificación	7
2.2.3 pH	7
2.2.4 Temperatura	7

2.2.5	Parámetros bacteriológicos	8
2.3	Aguas residuales.....	8
2.4	Normativa ambiental para purines de cerdo.....	9
2.4.1	Art. 46 del manejo ambiental	9
2.4.2	Art. 47 del manejo de los purines.....	10
2.5	Cantón Rumiñahui.....	10
2.5.1	Producción agrícola.....	11
2.5.2	Producción pecuaria	11
2.5.3	Situación actual del río Santa Clara	12
2.6	Producción y manejo de porcinos	12
2.6.1	Contexto mundial	12
2.6.2	Producción porcina en Ecuador.....	15
2.6.3	Caracterización de la producción de excretas de cerdo.....	17
2.6.4	Purines de cerdo y su relación con el medio ambiente	17
2.7	Cultivo de microalgas.....	18
2.7.1	<i>Chlorella sp.</i>	19
2.8	Extensión y desarrollo rural	20
2.8.1	Extensión agropecuaria con enfoque de género	21
2.8.2	Métodos de extensión.....	22
2.8.2.1	Escuelas de campo de Agricultores (ECAs)	22
2.8.2.2	Grupos de transferencia de tecnología (GTT).....	23
CAPÍTULO III		
METODOLOGÍA		24
3.1	Ubicación del lugar de investigación	24
3.1.1	Ubicación política	24
3.1.2	Ubicación geográfica.....	24
3.1.3	Ubicación ecológica	25
3.2	Materiales	25
3.2.1	Materiales de campo.....	25
3.2.2	Materiales de laboratorio.....	26
3.2.3	Equipos.....	26

3.3	Métodos	27
3.3.1	Flujo del proceso	27
3.3.2	Diagnóstico población de San Fernando	27
3.3.3	Línea base del proyecto	29
3.3.3.1	Tamaño del universo	29
3.3.3.2	Tamaño de la muestra	30
3.3.4	Desarrollo encuesta	31
3.3.4.1	Planificación.....	31
3.3.4.2	Preparación.....	31
3.3.4.3	Ejecución.....	31
3.3.4.4	Elaboración y realización del cuestionario	32
3.3.5	Capacitación	33
3.3.5.1	Capacitación teórica	33
3.3.5.2	Actividades de comunicación y difusión	35
3.3.5.3	Selección de grupos y elección de porcicultores y avicultores	35
3.3.5.4	Capacitación práctica	36
3.3.5.5	Plan de evaluación comunitaria.....	38
3.3.6	Tecnología de remediación ambiental con microalgas	39
3.3.6.1	Recolección muestras instalación porcina San Fernando	39
3.3.6.2	Ensayo de laboratorio del tratamiento de aguas residuales.....	40
3.3.6.3	Análisis de los tratamientos	41
3.3.6.4	Mantenimiento de <i>Chlorella sp</i>	41
3.3.6.5	Determinación del crecimiento microalgal y recuento celular	42
3.3.6.6	Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)	43
3.3.6.7	Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 (DBO ₅)	44
3.3.6.8	Determinación de amonio y fosfato en las muestras.....	45
3.4	Estadística.....	46
CAPÍTULO IV		
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		47
4.1	Resultados	47
4.1.1	Análisis del problema en el Barrio San Fernando.....	47

4.1.2	Análisis de objetivos	48
4.1.3	Tabulación y ejecución línea base.....	48
4.1.3.1	Situación demográfica familias	48
4.1.3.2	Distribución de la población por género	49
4.1.3.3	Organizaciones e instituciones que trabajan por problemas agropecuarios	50
4.1.3.4	Asistencia técnica por parte de los estudiantes a la comunidad.....	51
4.1.3.5	Tipo y cantidad de animales del barrio San Fernando	51
4.1.3.6	Problemas encontrados en los animales	52
4.1.3.7	Diagnóstico de necesidad de capacitación	53
4.1.3.8	Producción pecuaria con manejo adecuado	53
4.1.3.9	Calificación del trabajo del encuestador	54
4.1.4	Capacitación participativa	54
4.1.4.1	Asistencia a la capacitación.....	54
4.1.4.2	Asistencia por taller teórico.....	55
4.1.4.3	Producción pecuaria	55
4.1.4.4	Visitas técnicas y evaluación	56
4.1.4.5	Evaluación de conocimientos inicial y final en procesos de producción pecuaria: Avicultura	56
4.1.4.6	Evaluación de conocimientos preliminar y final en procesos de producción pecuaria: Porcicultura.....	58
4.1.5	Uso de microalgas andinas	59
4.1.5.1	Evaluación del crecimiento celular de la microalga andina <i>Chlorella sp</i>	59
4.1.5.2	Calidad de las aguas residuales por tratamiento	59
4.1.5.3	Remoción de contaminantes de aguas residuales porcinas	60
4.2	Discusión.....	66
4.2.1	Línea Base	66
4.2.2	Capacitación productores locales	67
4.2.3	Tratamiento de aguas residuales con microalgas	68

CAPÍTULO V**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 70**

5.1 Conclusiones 70

5.2 Recomendaciones..... 70

5.3 Bibliografía..... 72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Elementos que caracterizan a los purines porcinos.....	1
Tabla 2 Caracterización de aguas residuales en granjas porcinas.....	9
Tabla 3 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	10
Tabla 4 Superficie de cobertura vegetal, Cantón Rumiñahui	11
Tabla 5 Proyecciones del consumo mundial de carnes para el 2022	14
Tabla 6 Composición purines de cerdo.....	18
Tabla 7 Requerimientos del cultivo de microalgas	20
Tabla 8 Descripción de los tratamientos	40
Tabla 9 Cantidad de muestra para la determinación de la DBO	45
Tabla 10 Diagnóstico, lluvia de ideas	47
Tabla 11 Promedio parámetros físicos según tratamiento	60
Tabla 12 Medidas resumen de temperatura y pH.....	60
Tabla 13 Resumen estadístico para DQO	61
Tabla 14 Análisis de varianza para DQO inicial.....	62
Tabla 15 Análisis de varianza DQO final	63
Tabla 16 Análisis de varianza para DBO y DQO inicial	64
Tabla 17 Análisis de varianza para DBO y DQO final	64
Tabla 18 Resumen estadístico NH ₄ inicial y final.....	65
Tabla 19 Comparación desviación estándar NH ₄ inicial y final.....	66

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Cultivos agrícolas Cantón Rumiñahui	11
Figura 2 Evolución de la producción mundial de carnes	13
Figura 3 Producción de carne porcino en miles de toneladas métricas.....	14
Figura 4 Producción de carne porcina por país para el año 2014	14
Figura 5 Consumo mundial de carne, proyección 2010 a 2020.....	15
Figura 6 Consumo mundial de carne de cerdo (kg/persona/año).....	15
Figura 7 Producción porcina por regiones en Ecuador	16
Figura 8 Diseño de un programa de extensión.....	21
Figura 9 Ubicación geográfica, Barrio San Fernando.....	24
Figura 10 Ubicación del Laboratorio de Acuicultura, IASA I	25
Figura 11 Procesos realizados a lo largo del proyecto.....	27
Figura 12 Reunión de diagnóstico	28
Figura 13 Árbol de problemas.....	28
Figura 14 Árbol de problema y árbol de objetivos	29
Figura 15 Diagrama de capacitación participativa.....	33
Figura 16 Capacitación teórica a la comunidad	34
Figura 17 Dinámicas participativas.....	35
Figura 18 Capacitación práctica.....	36
Figura 19 Diagrama de flujo, visita técnicas.....	37
Figura 20 Capacitación práctica porcinos	38
Figura 21 Recolección agua residual porcina en las	39
Figura 22 Ensayo de laboratorio	40
Figura 23 Medición de temperatura y pH	41
Figura 24 Chlorella sp en medio nitrofoska.....	41
Figura 25 Conteo de células, cámara de Neubauer	42
Figura 26 Recuento de células	43
Figura 27 Análisis DQO laboratorio	44
Figura 28 Determinación DBO5 en Oxitop	45
Figura 29 Medición amonio y fosfato.....	45
Figura 30 Árbol de problemas resumen creado por la comunidad Anexo 7.....	47

Figura 31	Árbol de objetivos resumen elaborado por la comunidad	48
Figura 32	Número de integrantes por familia barrio.....	49
Figura 33	Porcentaje grupos de edad de la población.....	49
Figura 34	Estructura población San Fernando por género.....	50
Figura 35	Acercamiento de organismos o instituciones	50
Figura 36	Instituciones que trabajan por problemas agropecuarios.....	51
Figura 37	Recibir asistencia técnica por parte de los estudiantes	51
Figura 38	Diversidad producción pecuaria	52
Figura 39	Número de especies animales en el sector.....	52
Figura 40	Problemas frecuentes en el bienestar animal	53
Figura 41	Se considera capacitado para manejo de porcinos.....	53
Figura 42	Porcentaje interés por tener producción pecuaria.....	54
Figura 43	Calificación de la encuesta	54
Figura 44	Porcentaje de asistencia taller teórico.....	55
Figura 45	Porcentaje de asistencia por temas desarrollados	55
Figura 46	Diversidad producción pecuaria	56
Figura 47	Evaluación inicial del desempeño	56
Figura 48	Evaluación señora Guallichico inicial y final	57
Figura 49	Evaluación señora García inicial y final	57
Figura 50	Evaluación señora Guallichico inicial y final	58
Figura 51	Evaluación señora Caiza inicial y final	58
Figura 52	Curva de crecimiento celular de Chlorella sp.....	59
Figura 53	Remoción inicial de DQO y DBO5 por parte de Chlorella sp.	60
Figura 54	Remoción final DQO y DBO5 después de 30 días	61
Figura 55	Probabilidad normal para DQO inicial	62
Figura 56	Gráfico de medias y 95% de fisher LSD para DQO inicial.....	62
Figura 57	Gráfico de medias y 95% de Fisher LSD para DQO final	63
Figura 58	Gráfico de medias y 95% de Fisher LSD para DBO y DQO inicial	64
Figura 59	Gráfico de medias y 95% de Fisher LSD para DBO y DQO final	64

RESÚMEN

En el presente estudio se desarrolló un programa de extensión pecuaria para el barrio San Fernando, Cantón Rumiñahui, con la finalidad de implementar un proceso de capacitación y sensibilización a mujeres jefes de hogar, dedicadas a la agricultura y ganadería. El barrio tiene una población estimada de 4832 habitantes, se realizó 156 encuestas para conocer sobre producciones pecuarias: el 36% tiene gallinas, cuyes 28%, vacas 14%, conejos 9% y 8% cerdos. El enfoque fue el manejo sostenible de producciones porcinas, en donde las aguas residuales puedan ser tratadas por organismos biológicos, como las microalgas andinas. La capacitación teórica y práctica utilizó modelos de inducción de “Escuelas de Campo” (ECAs) y “Grupos de Transferencia de Tecnología” (GTT), que utilizan técnicas de aprendizaje participativo y práctico basadas en el principio “aprender haciendo”. Para el tratamiento de aguas residuales se evaluó el efecto de la microalga *Chlorella sp.* con una densidad celular de 19×10^6 cel/ml. Las muestras de aguas residuales fueron filtradas y diluidas a concentraciones de 40%, 60%, 80%. Para comprobar la remoción de contaminantes se evaluó durante 30 días DBO5, DQO, NH4, y PO4. Bajo esta condición el tratamiento T3 mostró diferencias significativas $p < 0.05$, demostrando la eficiencia de las microalgas endémicas en tratamiento de aguas residuales de porcinos. Al finalizar la capacitación, 4 beneficiarias directas y 15 beneficiarios indirectos implementaron el paquete tecnológico. La transferencia de información se realizó en 16 talleres, la escritura de un manual técnico y la difusión mediante trípticos en el manejo integral de porcinos.

PALABRAS CLAVE:

- **ESCUELAS DE CAMPO AGRÍCOLAS (ECAs)**
- **GRUPOS DE TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA (GTT)**
- **AGUAS RESIDUALES**
- *Chlorella sp.*

ABSTRACT

In the present study, a cattle extension program was developed for the San Fernando neighborhood, Canton Rumiñahui, in order to implement a training and sensitization process for female heads of household, engaged in agriculture and livestock. The neighborhood has an estimated population of 4832 inhabitants, 156 surveys were conducted to find out about livestock production: 36% have chickens, 28% guinea pigs, 14% cows, 9% rabbits and 8% pigs. The approach was the sustainable management of pig production, where wastewater could be treated by biological organisms, such as Andean microalgae. The theoretical and practical training used "Field Schools" (ECAs) and "Technology Transfer Groups" (GTT) induction models, using participatory and practical learning techniques based on the "learn by doing" principle. For the treatment of wastewater the effect of the microalga *Chlorella* sp. With a cell density of 19×10^6 cel / ml. The wastewater samples were filtered and diluted at concentrations of 40%, 60% and 80%. To verify the pollutant removal, DBO5, DQO, NH4, and PO4 were evaluated for 30 days. Under this condition the T3 treatment showed significant differences $p < 0.05$, demonstrating the efficiency of endemic microalgae in treatment of porcine waste water. At the end of the training, 4 direct beneficiaries and 15 indirect beneficiaries implemented the technology package. The transfer of information was carried out in 16 workshops, the writing of a technical manual and the dissemination through triptychs in the integral management of swine.

KEYWORDS:

- **AGRICULTURAL FIELD SCHOOLS (ECAs)**
- **TECHNOLOGY TRANSFER GROUPS (GTT)**
- **SEWAGE WATER**
- *Chlorella* sp.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En la gran mayoría de los países latinoamericanos, la carne de porcinos tiene un papel importante como fuente nutritiva para la dieta diaria de los individuos, dado por su alto contenido de proteínas (Bavera, 2011). Existen planteles porcinos de alta, mediana y pequeña capacidad productiva que contribuyen con la economía familiar y de la región.

Gran parte de granjas porcinas artesanales que existen en Ecuador están localizadas a la orilla de ríos y quebradas. Esto genera una descarga de efluentes con altos contenidos de materia orgánica y posibles vectores de enfermedades. Estas aguas residuales pueden causar problemas ambientales relacionados a la contaminación de aguas y suelos. De igual manera los residuos orgánicos generan un proceso de degradación, provocando malos olores, presencia de roedores e insectos (Sasa , Coto , & Sánchez, 2002).

El agua residual de las granjas porcícolas constituye un problema complejo de depuración, puesto que los purines de porcinos presentan características químicas muy variables y su tratamiento abarca posibles soluciones, las cuales depende de varios factores: tipo y edad del animal, sistema de limpieza, almacenamiento de los excrementos, tipo de granja de procedencia (de engorde, de mejora, de ciclo cerrado), tipo de alimentación y gestión del agua en la explotación que incide en la dilución final de los purines (Monteverde, 2013).

Tabla 1
Elementos que caracterizan a los purines porcinos

Elementos principales (kg/tonelada)							
Mat. Seca	Mat. Min	Mat. Org	N total	P2O2	K2O	MgO	CaO
68-81	11-19	55-67	4,3-7,0	3,7-6,0	2,4-6,4	1,1-1,9	3,3-6,4

Fuente: (Casassas, 2014)

Todos estos elementos ayudan a una correcta regeneración de nutrientes presentes en los suelos, los cuales son necesarios para el crecimiento de los cultivos siempre y cuando se realice una aplicación agrícola adecuada. En cambio, si se realiza una aplicación excesiva, los purines que inicialmente constituían un buen fertilizante, pueden derivar a un residuo contaminante para el suelo, la atmósfera y especialmente para las aguas subterráneas (Casassas, 2014).

Los efectos que puede causar una aplicación en exceso de purines en el suelo es la presencia residual de iones de metales pesados, como cobre y zinc, además de generar la salinización de los sustratos. Presencia de iones nitrogenados en aguas superficiales y/o subterráneas generan una contaminación por lixiviación de estos elementos. Por otro lado, en la atmósfera se producen problemas de malos olores por la evaporación de compuestos amoniacales y descomposición de materia orgánica, causados por el ácido sulfhídrico, mercaptanos y otros compuestos aromáticos (Casassas, 2014).

Los purines que se producen en las granjas de porcinos se aplican al suelo como fertilizantes, sin aplicar otro tratamiento previo. Sin embargo, estas situaciones se dan por la falta de información y conocimiento de los productores locales, por lo que la educación en este ámbito es de real importancia para el desarrollo sostenible de las producciones agropecuarias. Bajo esta misma condición, se considera necesario implementar un proceso de sensibilización y capacitación a miembros de la comunidad San Fernando en donde se incluye la hacienda “El Prado”. En esta institución, aguas residuales de las instalaciones porcinas son enviadas al río de forma directa sin previo tratamiento (Barahona & Salas, 2013).

El presente proyecto está dirigido principalmente a mujeres que son promotoras, amas de casa que intervienen en la toma de decisiones de la economía familiar a pequeña y mediana escala. Se estima que si las mujeres del campo (el 43% de la mano de obra agrícola en los países en desarrollo) tuviesen el mismo acceso que los hombres a recursos agrícolas, se podría aumentar la producción de un 20 a un 30 por ciento en países en desarrollo y reducir potencialmente la cantidad de personas que sufren hambre en el mundo entre 100 y 150 millones de personas (ONU, 2012).

Por esto se considera fundamental la participación de las mujeres del barrio San Fernando dedicadas a la agricultura y ganadería, dejando atrás paradigmas que clasifican a las mujeres como grupo vulnerable y desprotegido (FAO, 2012).

1.1 Justificación

Por medio de este estudio se pretende transferir tecnología eficiente de tratamiento biológico en aguas residuales porcícolas, en donde el enfoque de género es el

objetivo estratégico para un manejo sostenible de producciones a pequeña y mediana escala en el barrio San Fernando.

La producción porcícola en el Ecuador se estima en 2,2 millones de cabezas de cerdos, mientras que en el Cantón Rumiñahui se comercializan 1000 cabezas de cerdo semanal, generando una descarga considerable a la cuenca del río Santa Clara.

Con este antecedente, es evidente el cambio de los parámetros ambientales, por lo que es urgente la implementación de metodologías eficaces y eficientes de tratamiento ambiental para la población. El presente proyecto de extensión desarrolla de forma holística la actividad productiva pecuaria en sector de San Fernando, el cual se realizó mediante capacitaciones técnicas en talleres participativos con el apoyo de investigaciones desarrolladas en el IASA1.

1.2 El problema

El manejo inadecuado de los desechos de porcinos u otros productos pecuarios, generan altos grados de contaminación ambiental en las cuencas aledañas, afectando la calidad de vida de la población y el estado sanitario de diferentes producciones pecuarias. Esta condición se genera; por los escasos conocimientos de los productores rurales sobre el manejo integral de procesos productivos y la falta de concienciación ambiental de los recursos naturales disponibles en la zona, en especial sobre el recurso agua, lo que origina un problema regional y latente en el período actual.

1.2.1 Los efectos

- Contaminación agua, suelo y aire por inadecuados manejos de desechos de granjas porcinas genera un impacto ambiental negativo (FAO, 2014).
- Los purines contienen agentes patógenos, antibióticos y residuos hormonales que son perjudiciales para la salud humana, la sanidad animal y el medioambiente (Massé et al., 2010) como se cita en (Flores, 2015).
- Emisiones de amoníaco, sulfuros de hidrógeno, metano y dióxido de carbono producen olores desagradables, siendo precursores de trastornos respiratorios en seres vivos (Méndez Novelo, y otros, 2009).

- Acumulación de nutrientes en el suelo produce alteraciones en pH, infiltración al subsuelo de nitratos, contaminación microbiológica, entre otros (Méndez Novelo, y otros, 2009).

1.2.2 La causas

- Escaso conocimiento y asesoría técnica en el tratamiento de aguas residuales de granjas pecuarias “purines de granjas porcícolas”.
- Falta de conciencia ambiental por parte de productores agropecuarios a pequeña y mediana escala del barrio San Fernando, así como por parte de la Alcaldía de Sangolquí y Consejo Provincial de Pichincha.
- Granjas porcícolas producen subproductos como excretas que al estar expuestos sin control alguno ocasionan perjuicios al ambiente. Esto es producido principalmente por el manejo inadecuado de las plantas pecuarias (Méndez Novelo, y otros, 2009).
- Falta de control por parte de los gobiernos y autoridades seccionales para el adecuado cumplimiento de la normativa ambiental para los purines.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Realizar un proceso de transferencia de tecnología sobre el manejo integral de granjas porcinas, con especial énfasis en el tratamiento de aguas residuales con microalgas andinas, en donde el grupo meta de vinculación son las mujeres de la comunidad de San Fernando, Cantón Rumiñahui.

1.3.2 Objetivos específicos

- Elaborar la línea base de producciones agropecuarias del Barrio San Fernando, con un enfoque de género a pequeña y mediana escala durante el período 2016.
- Establecer estrategias de capacitación participativa, en base a modelos de producción pecuaria sostenibles y activos en la comunidad de San Fernando, Cantón Rumiñahui.
- Evaluar la eficiencia de las microalgas andinas del Ecuador en aguas residuales de un plantel porcícola de la comunidad, y su posterior masificación para la aplicación del inóculo en los correspondientes efluentes.

1.4 Hipótesis

H1: “El uso de microalgas andinas para el tratamiento de purines porcícolas, acompañado de capacitación técnica con un enfoque de género sobre el manejo productivo de cerdos, contribuye a una mejora en la calidad de vida y cuidado del medio ambiente en la comunidad de San Fernando, Cantón Rumiñahui”.

H0: “El uso de microalgas andinas para el tratamiento de purines porcícolas, acompañado de capacitación técnica con un enfoque de género sobre el manejo productivo de cerdos, no contribuye a una mejora en la calidad de vida y cuidado del medio ambiente en la comunidad de San Fernando, Cantón Rumiñahui”.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia del agua

El agua es uno de los elementos de la naturaleza indispensable para la vida del ser humano, así como para el resto de animales y seres vivos en el planeta Tierra. Los ríos, lagos, lagunas, aguas marítimas y subterráneas, constituyen recursos valiosos que es preciso proteger, ya que su contaminación y escasez son amenazas para la salud humana y calidad de vida. Sin agua no es posible la vida (Lagla, 2015).

La contaminación del agua se precisa a partir de las “normas de calidad ambiental y de descarga de efluente al recurso agua” contenida del texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) libro VI Anexo 1. Esta norma establece los límites permisibles, condiciones e impedimentos para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado, además estas normas identifican la calidad de agua para distintos usos y sus métodos para determinar el grado de contaminación. La calidad del agua es una cuestión que preocupa a países de todo el mundo, debido a su repercusión en la salud de la población (OPS, 2005). Los parámetros utilizados al hablar de calidad de agua se los divide en: físicos, químicos y biológicos.

2.2 Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos de calidad de agua

2.2.1 Color, olor y sabor

Es el resultado de la presencia de minerales: hierro, manganeso y cobre, materiales de origen vegetal, materia orgánica y residuos de industrias disueltos o en suspensión. El olor en el agua generalmente se debe: presencia de sustancias químicas volátiles, materia orgánica en descomposición, actividad de microorganismos y algas. El olor raramente es indicativo de la presencia de sustancias nocivas en el agua, pero puede anunciar la existencia de una gran actividad biológica. Es por esto que en el agua potable no se aprecia ningún olor (Orellana, 2005). El sabor en el agua está relacionado con el olor, que es originado por las mismas condiciones (Departamento de sanidad del estado de New York, 1981) como se cita en (Aldás, 2004).

2.2.2 Proceso de nitrificación

El proceso de nitrificación es un parámetro químico del agua, consta de la oxidación del material nitrogenado junto con la carbonización en las aguas residuales, durante un periodo de tiempo suficientemente largo (Soto, Gutierrez, & Rojas, 2013). Este proceso empieza con la fase de oxidación del amoníaco a nitritos, mediante la acción de bacterias del género *Nitrosomonas*, seguido de la oxidación del nitrito a nitrato con bacterias del género *Nitrobacter* (Massol, 1994). El proceso de nitrificación es afectado por el pH. Los límites de tolerancia al pH en dicho proceso oscilan entre 5.5 y 6.7 (mínimo) y 9.6 y 10.4 (máximo). Cabe recalcar que mientras disminuye la actividad de nitrificación, también disminuye el pH. El pH óptimo para este proceso oscila entre 8 y 9 (Shammas, 1986) como se cita en (Massol, 1994).

Por otra parte, el nitrógeno es un indicador previo al proceso de esterilización y rara vez excede de 1 mg/l en aguas residuales y 0,1 en aguas superficiales subterráneas (De la Torre Chauvin, 2009).

2.2.3 pH

El principal sistema regulador del pH en aguas naturales es el sistema carbonato (dióxido de carbono, ión bicarbonato y ácido carbónico) (Serrano, 2010). La medida del pH en las aguas naturales y residuales permite conocer su calidad, porque indica acidez o alcalinidad. Por otro lado, el pH influye en algunos fenómenos que ocurren en el agua, como: corrosión e incrustaciones en las redes de distribución. Aunque no tiene efectos directos sobre la salud, puede influir en procesos de tratamiento de agua, como la coagulación y la desinfección. Por lo general, las aguas naturales (no contaminadas) exhiben un pH en el rango de 5 a 9 (OPS, 2005).

2.2.4 Temperatura

Constituye un parámetro importante en el agua, ya que influye en la suspensión o incremento de actividad biológica, precipitación de compuestos, desinfección, sedimentación y filtración (Barrenchea, 1987). En aguas residuales la temperatura es superior a la del agua de consumo, con un valor medio de 15°C, debido a la contribución de agua caliente procedente del aseo y las tareas domésticas. Las altas temperaturas generan disminución de la materia orgánica, difusión, reacciones químicas, solubilidad de sales y aceleración de la putrefacción, por esta razón

aumenta la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y disminuye el oxígeno disuelto (Serrano, 2010).

2.2.5 Parámetros bacteriológicos

El examen microbiológico rutinario del agua se fundamenta en conocer el número total de bacterias presentes y de la presencia o ausencia de organismos de origen intestinal o de aguas negras (Departamento de sanidad del estado de New York, 1981) como se cita en (Aldás, 2004).

Los coliformes fecales, organismos indicadores de contaminación intestinal, se encuentran tanto en el ambiente como en las heces fecales de animales y humanos, por lo tanto, son evaluados para determinar si los organismos patógenos podrían estar presentes en los pozos de los sistemas de abastecimiento público (Pacheco, Cabrera, & Pérez, 2004). La presencia de bacterias coliformes indica que el suministro de agua está contaminado con aguas negras u otro tipo de desechos en descomposición, estas bacterias se encuentran en la capa superficial del agua o en los sedimentos del fondo. Se recomienda realizar pruebas para conocer el total de bacterias coliformes que pueden indicar contaminación fecal (Cedex, 1992) como se cita en (Aldás, 2004).

2.3 Aguas residuales

Las aguas residuales provienen de procesos industriales o residuos domésticos los cuales por razones de salud pública no se pueden desechar vertiéndolas sin tratamiento en lagos o corrientes convencionales. El material de naturaleza orgánica se puede eliminar mediante un tratamiento que implica comúnmente actividades de microorganismos que oxidan y convierten la materia orgánica en CO₂ (Moina & Aldás, 2012).

Las aguas residuales contienen aproximadamente 99.9% de agua y el resto está constituido por materia sólida. Los residuos sólidos contienen materia mineral y materia orgánica. La materia mineral consta de subproductos desechados durante la vida cotidiana. La materia orgánica está formada por materia carbonácea, proteínas y grasas exclusivamente de actividades humanas. Las aguas residuales, estén o no diluidas con aguas lluvia, contienen elementos contaminantes, estos al ser descargados provocan un impacto ambiental negativo que pone en riesgo la salud de los seres vivos. Los principales contaminantes que contiene el agua residual son

materia orgánica, compuestos nitrogenados y fosforados y microorganismos (Rojas, 2002).

Tabla 2
Caracterización de aguas residuales en granjas porcinas

Granja	1		2		3
Proceso productivo caracterizado	Maternidad	Destete	Maternidad y gestación	Engorde	Engorde
Capacidad Animales	6000	6600	3000	3000	5000
Tamaño de granja	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana
Disponibilidad de agua	Media	Media	Alta	Alta	Alta
Clima del lugar	Cálido-semi seco	Cálido-semi seco	Sub-tropical	Sub-tropical	Sub-tropical
Observaciones sobre el muestreo	Durante lavado de naves				
DQO (mg/L)	3339	37498	19365	38544	19344
DBO5 (mg/L)	2494	5600	9262	9188	9613
SST (mg/L)	1130	16357	11250	25166	10125
N TOTAL	550	1345	1371	1452	1515
N-NH4 (mg/L)	380	440	640	1270	1500
N-(NO2+NO3) (mg/L)	0,13	0,13	2,06	1,87	0,13
P TOTAL (mg/L)	28,6	79,5	118,6	149	76,7
pH	7,83	6,14	6,99	6,79	7,06
Coliformes fecales	1,50E+07	2,10E+07	4,60E+08	1,10E+08	4,60E+04
DBO/DQO	0,75	0,15	0,48	0,24	0,5

Fuente: (Garzón & Buelna, 2013)

2.4 Normativa ambiental para purines de cerdo

2.4.1 Art. 46 del manejo ambiental

Para evitar la contaminación de las aguas por escurrimiento, filtración en el suelo o arrastre hacia los mantos superficiales o subterráneos, se debe realizar un manejo, disposición y tratamiento adecuado de las aguas residuales y desechos sólidos provenientes de las explotaciones porcícolas, de acuerdo con la legislación ambiental vigente (MAGAP-AGROCALIDAD, 2013).

2.4.2 Art. 47 del manejo de los purines

a) Los purines deben recibir tratamiento adecuado que evite la contaminación ambiental a los recursos de agua, suelo y aire.

b) Los sistemas de tratamiento de purines están referidos a aquellas técnicas empleadas para disponer de mejor forma los residuos animales generados en la explotación porcina. Las alternativas de tratamiento que se puede realizarse de acuerdo al tamaño de la granja porcina se encuentran en la siguiente tabla.

c) Los criterios de selección para el tratamiento de purines además deben considerar: tipo de suelo, profundidad de la napa, superficie y geomorfología de los subproductos obtenidos en los tratamientos (Ejemplo: compost), clima local y costos de inversión y operación de los sistemas de manejo.

d) Los efluentes que se descarguen de los sistemas de tratamiento de purines deben cumplir la normativa ambiental (TULAS Libro VI Anexo 1) de acuerdo a la aplicación o disposición final que tengan (MAGAP-AGROCALIDAD, 2013).

Toda descarga a un cuerpo de agua dulce deberá cumplir con los valores establecidos en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Ambiente (TULAS). En relación a los purines de cerdo, los parámetros a evaluar serán concentración de nitrógeno y fósforo, así como también la DBO y la DQO, Tabla 3.

Tabla 3
Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O5	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Nitratos+Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10
Fósforo total	P	mg/l	10

Fuente: (TULAS, 2009)

2.5 Cantón Rumiñahui

La superficie total del cantón Rumiñahui (13 576,04 ha) 37,19% del territorio (5 049,46 ha) ocupa el sector pecuario, seguido del sector agrícola con 0,35 % (47,86 ha) Tabla 4. Las tierras con un uso agropecuario mixto, es decir con asociaciones

como: pastos y cultivos, papa, haba, pasto cultivado con presencia de maíz, representa 1,35 % del total del cantón (Rumiñahui G. A., 2015).

Tabla 4
Superficie de cobertura vegetal, Cantón Rumiñahui

Uso	Superficie (ha)	Porcentaje %
Agrícola	47,86	0,35
Agropecuario mixto	183,35	1,35
Agua	15,53	0,11
Antrópico	3932,13	28,96
Conservación y protección	3402,17	25,06
Pecuario	5049,46	37,19
Protección o producción	945,54	6,96
TOTAL	13576,04	100

Fuente: (IEE,2013), como se cita en (Rumiñahui G. A., 2015)

2.5.1 Producción agrícola

Los cultivos agrícolas de mayor relevancia en el cantón Rumiñahui son: el maíz representado por el 44,8% del área total sembrada, en segundo lugar, se encuentra el maíz suave con un 24,8% y en último lugar la papa con un 20,8%. Figura 1. En los últimos años la disminución de hectáreas cultivadas de trigo ha disminuido presentando valores de 9,6% (Reinoso, 2016). Por otro lado, el número de productores que cultivan bajo invernadero, ha aumentado en los últimos años generando preocupación por los pobladores debido al uso indiscriminado de pesticidas que ocasionan daños en la salud en los seres vivos (Rumiñahui, 2001).

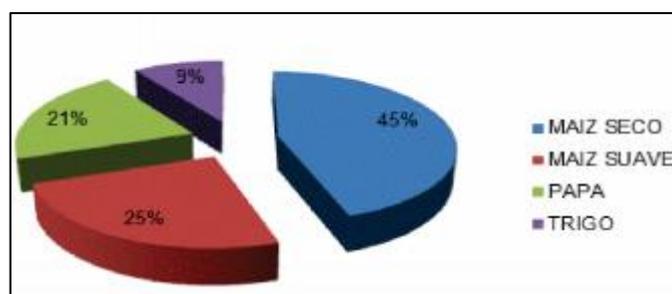


Figura 1 Cultivos agrícolas Cantón Rumiñahui

Fuente: (Censo SIISE, 2012), como se cita en (Reinoso, 2016)

2.5.2 Producción pecuaria

La principal actividad económica en la zona rural del cantón Rumiñahui está relacionada con actividades pecuarias, especialmente a la crianza de ganado de pura sangre destinado a la producción de la leche. Para el año 2012 la producción fue de

802,077 ml de 103,485 vacas ordeñadas (Reinoso, 2016). En el cantón Rumiñahui se maneja el sistema ganadero en forma semi-intensiva en haciendas medianas y grandes y extensivo en las parcelas pequeñas (< a 5 ha) (Rumiñahui G. A., 2015).

Otra de las actividades económicas que se dedica la población es la crianza del ganado porcino, se destacan dos razas: criollo con un total de 2,337 y mestizo con 261 animales. Según el MAGAP, los productores del cantón Rumiñahui por cada unidad de producción poseen 10 aves, la mayoría prefiere aves ponedoras, el 46,35% de la población tiene aves ponedoras, el 46,2% para reproducción y para la crianza de pollos de engorde el 2,9%. La producción de huevos está representada por el 96,81% de la producción total del cantón, cabe destacar que la producción de huevos que proviene de fincas o pequeñas parcelas tiene un 3,2 % (Reinoso, 2016).

2.5.3 Situación actual del río Santa Clara

El río Santa Clara nace del río Pita, un río del alto andino ecuatoriano proveniente del volcán Sincholagua, que a su vez nace de la unión de las quebradas Hualpaloma y Carcelén, y está considerada como el límite sur del Parque Nacional Cotopaxi (Guzmán, 2011).

El río Santa Clara se conecta con otros ríos, como el San Bache, que a su vez se conecta con el San Pedro, los cuales aportan agua a pobladores de la zona de San Fernando, por esta razón es de vital importancia impulsar su cuidado y mantenimiento, además sirve como fuente de regadío para cultivos agrícolas, florícolas, y producciones pecuarias (Guzmán, 2011).

La mayor fuente de contaminación del río Santa Clara son aguas negras y grises. Las aguas negras son las que están contaminadas con heces y orinas, las aguas grises son aquellas generadas por procesos domésticos como el lavado de ropa y platos que provienen de viviendas que se encuentran en cercanías del río, esto generan microorganismos patógenos, alteración a la calidad del paisaje y malos olores que presentan inconformidad en los habitantes de barrios aledaños (Guzmán, 2011).

2.6 Producción y manejo de porcinos

2.6.1 Contexto mundial

El mercado mundial de carnes ha presentado varios cambios significativos en los últimos años, por ejemplo, población modificó hábitos de consumo, expansión o

retracción de la producción mundial y aumento del nivel de ingresos económicos conjuntamente con el crecimiento de la población (Errecart, 2015).

Para el año 2013 se logró una producción total de 252,14 millones de toneladas res con hueso y mostró un incremento total del 24% con respecto al periodo anterior. Figura 2. De ese total el 43,41% correspondió a la carne de cerdo, el 33,34% a la carne de pollo y el 23,25% a la carne vacuna (Errecart, 2015).

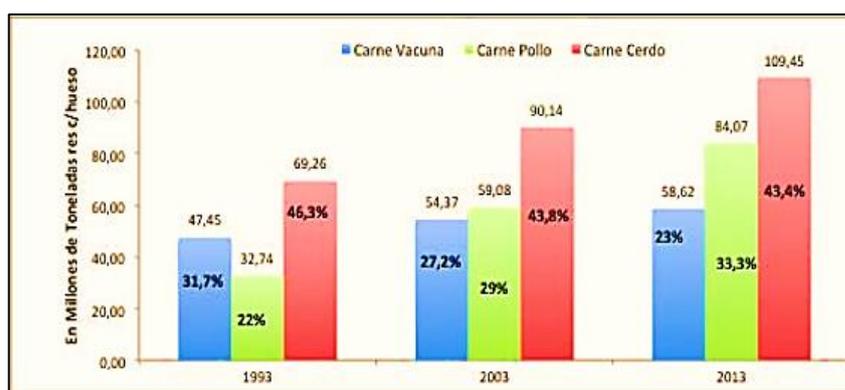


Figura 2 Evolución de la producción mundial de carnes

Fuente: (FAO,2013), como se cita en (Errecart, 2015)

Durante el periodo comprendido entre 2005 y 2014 la producción mundial de carne de porcino presentó un crecimiento sostenido, pasando de 93.8 millones a 110.5 millones de toneladas, lo que significó un crecimiento a una tasa media anual de 1.8%.

2013 a 2014, la tasa de crecimiento disminuyó el 1.5%, debido a la disminución de la producción en Estados Unidos por cuestiones sanitarias. En el caso de China la disminución en la producción se debe a los altos precios internos de los forrajes, esta situación ha limitado la rentabilidad de la producción (FIRA, 2015).

La participación de los principales países productores de carne de porcino en el total mundial ha seguido relativamente estable en los últimos años. En 2014, más del 80% de la producción mundial se agrupó en tres regiones: China, cuya producción representa 51% del total mundial; la Unión Europea, que produce 20% y Estados Unidos, con 10% de la producción global. Figura 3 y 4. En otras palabras, China produjo 56.7 millones de toneladas de carne de cerdo, la Unión Europea obtuvo una producción de 22.4 millones de toneladas y Estados Unidos alcanzó 10.4 millones de toneladas del cárnico durante 2014 (FIRA, 2015).

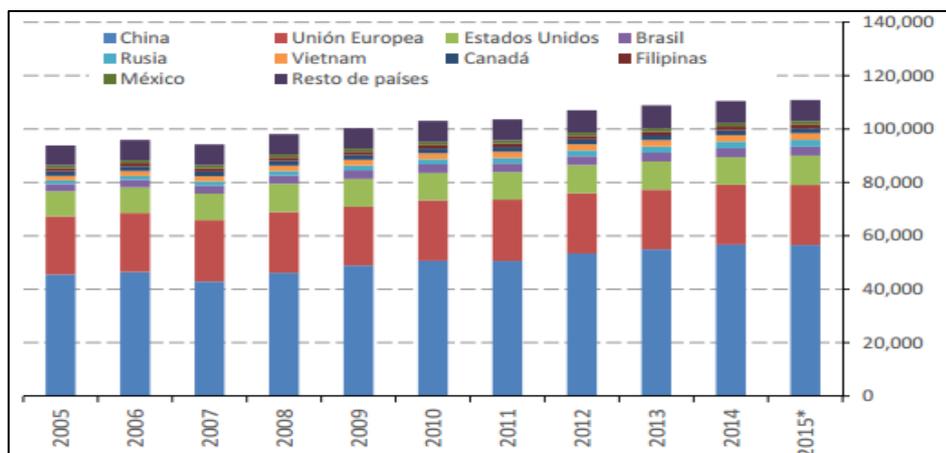


Figura 3 Producción de carne porcino en miles de toneladas métricas
Fuente: (USDA), como se cita en (FIRA, 2015)

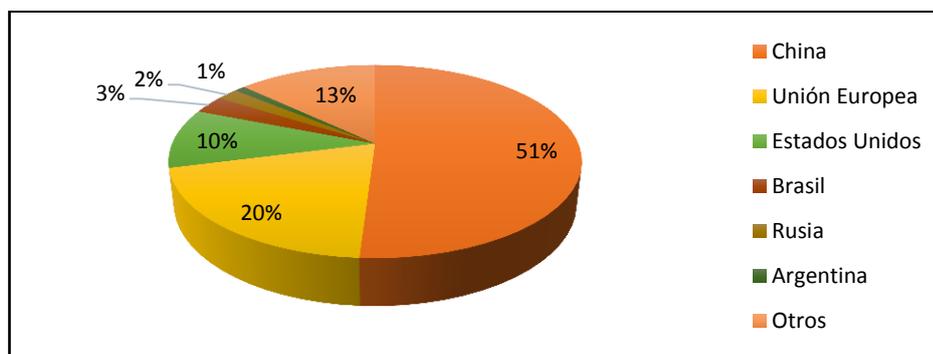


Figura 4 Producción de carne porcina por país para el año 2014
Fuente: <http://www.elsitioporcino.com/articulos/2678/el-mercado-mundial-de-las-carnes/>

El enfoque para el 2022 del consumo mundial de carnes realizada conjuntamente por OCDE/FAO posicionan a la carne porcina con un crecimiento similar al de la carne bovina (1.4%) Tabla 5 con un porcentaje mayor en países en desarrollo (1.7% promedio anual), que en países desarrollados (0.7%), donde los consumos de carne se encuentran muy estabilizados (IERAL, 2005).

Tabla 5
Proyecciones del consumo mundial de carnes para el 2022

	Países desarrollados	Países en desarrollo	Mundo
Carne bovina	0.7%	2.0%	1.4%
Carne porcina	0.7%	1.7%	1.4%
Carne Aviar	1.2%	2.3%	1.9%
Tres carnes líderes	0.9%	2.0%	1.6%

Fuente: (IERAL, 2005)

Las proyecciones 2010 a 2020 del consumo mundial de carne: aves de corral, 22%, es decir que existirá un incremento de 92 a 112 TM. Figura 5. En carne de cerdo será de un 15%, incremento de 109 a 125 TM. Mientras que para la carne de res será de 14,3%, de 63 a 72 TM (Braña, 2014).

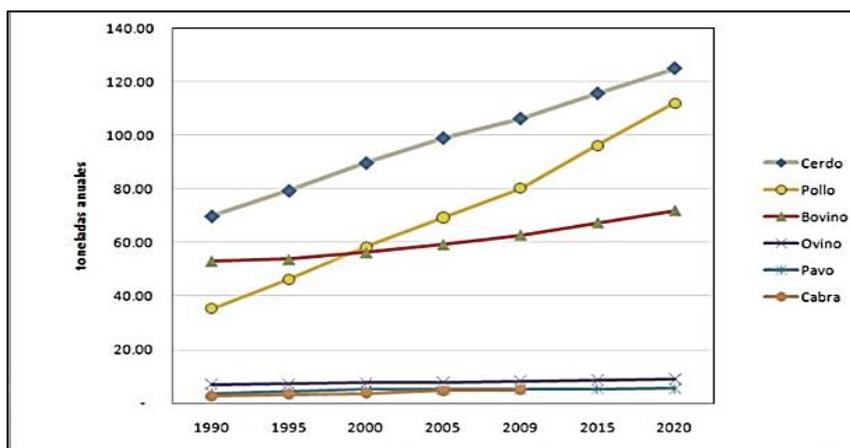


Figura 5 Consumo mundial de carne, proyección 2010 a 2020
Fuente: (Braña, 2014)

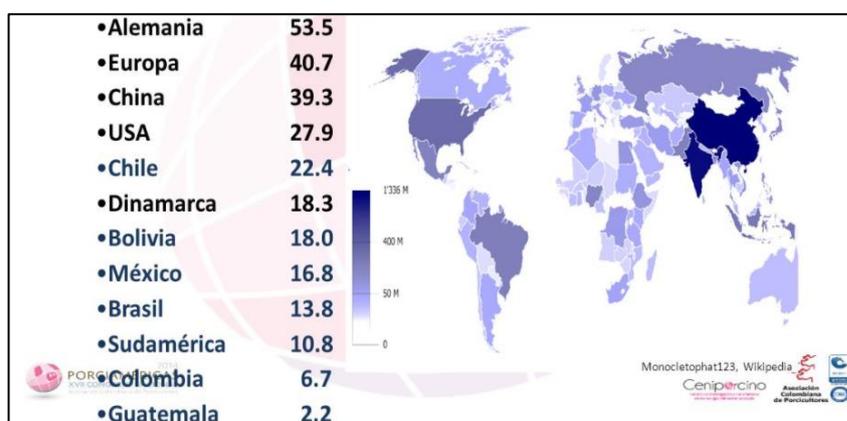


Figura 6 Consumo mundial de carne de cerdo (kg/persona/año)
Fuente: (Braña, 2014)

2.6.2 Producción porcina en Ecuador

La explotación de animales porcinos en Ecuador ha sido de tipo familiar, por esta razón existen pocas empresas dedicadas a esta actividad. Gran parte de las explotaciones porcinas en Ecuador manejan productores rurales con bajos recursos económicos por esta razón el tamaño de las granjas es pequeño. La tecnología que se utiliza es rudimentaria de tipo familia y casero con animales mestizos y rendimientos desfavorables en peso y baja conversión alimenticia (Samaniego, 2014).

En Ecuador para el año 2008 se alcanzó un total de 1.097.251 cabezas de ganado porcino, a partir de ese año comienza un alza anual en pequeñas cantidades en la producción de este ganado. Para el año 2011, existió un aumento representativo, 1.831.066 cabezas, convirtiéndose en uno de los años con más existencia de ganado porcino en Ecuador. Existió un decrecimiento bastante significativo de la población porcícola, 1.161.932 cabezas de ganado en el año 2012 (Yagual, 2015). Para el año 2014 la cifra se incrementó a 1.934.162 cabezas como se observa en la figura 7, la producción de ganado porcino se encuentra subdividida en diversas regiones, la región Sierra es una de las mayores productoras de ganado porcino, con un total de 1.147.605, la región costa con 483.979, la región oriental con 296.712 y en último lugar se ubican zonas no delimitadas con 5.866 cabezas de ganado (ESPAC, 2014).

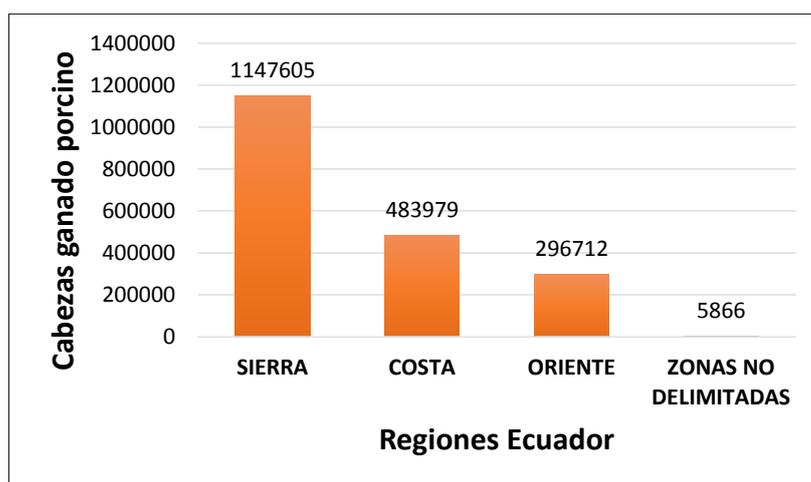


Figura 7 Producción porcina por regiones en Ecuador

Fuente: (ESPAC, 2014)

La comercialización de carne porcina en Ecuador se realiza, preferentemente, a través de supermercados, tiendas, abarroterías (tiendas de ultramarinos) y tercenas (almacenes del Estado). El consumo per cápita de carne porcina es de 11 Kg, de ellos 3,5 kilos se consume en forma de productos derivados y embutidos (Ministerio de Agricultura, ganadería y Pesca de la Nación, 2013) como se cita en (Cugcho, 2017) . La producción de traspatio genera 90.000 t anuales y la tecnificada, 46.000 t. Se importa alrededor del 10% neto de su consumo interno, las importaciones provienen de Brasil, EE.UU. y Chile; y se destinan a cubrir el déficit de cuero, grasa y trimmings, que son cortes utilizados para la elaboración de embutidos en la actualidad (Cugcho, 2017).

2.6.3 Caracterización de la producción de excretas de cerdo

Las excretas de cerdo (heces + orina + agua) son una fuente valiosa de nitrógeno, energía y minerales como calcio, fósforo y magnesio (Androvetto, 2003). En una granja de explotación porcina se producen entre 4 y 5 kg de excreta por cada 70 kg de peso vivo (Pérez 1992), como se cita en (Moina & Aldáz, 2012). El promedio de producción de excretas en etapa de engorde es un décimo del peso vivo del animal, que en promedio representa 1,36 kg. de heces y 4,73 litros de orina por día (Gadd 1973), como se cita en (Moina & Aldáz, 2012). Los principales contaminantes de excretas porcinas se dividen en: físicos (materia orgánica y sólidos en suspensión), químicos (nitrógeno, fósforo y potasio excretados) y olor que es ocasionado por compuestos orgánicos volátiles (Sutton et al., 1999), como se cita en (Moina & Aldáz, 2012).

2.6.4 Purines de cerdo y su relación con el medio ambiente

Los purines de cerdo es el estiércol licuado, que contiene el agua a presión que se utiliza en la limpieza de los establos (Velandina, 2013). El purín está formado por dos fases: sólida y líquida. La fase líquida conformada por agua de lavado de piso y orina, la fase sólida comprende excretas animales, restos de alimentos y vegetales fibrosos (González, 2003).

Las características generales del purín son:

- No está exento de patógenos. (*E.coli*, *Klebsiella*, *Proteus* y *Enterobacter*).
- Tiene olores perjudiciales. (volatilización de compuestos azufrados y nitrogenados) Neutro/Básico y de alta alcalinidad.
- Elevado contenido de humedad (MS < 10%).
- Posee cantidades importantes de hidratos de carbono, lípidos, aminoácidos, proteínas, urea y compuestos azufrados.
- Presenta contenidos altos de nitrógeno y en menor medida fósforo, potasio y calcio.
- Contiene microelementos como hierro, zinc, cobre y manganeso (Ravelo, 2010).

Existen algunos factores que influyen en la variabilidad y composición de los purines de cerdo: tipo de alimentación, cantidad y calidad, estructura de la granja, sistemas de limpieza, etapa fisiológica del animal, aguas pluviales y época del año (Ravelo, 2010).

Entre los principales parámetros físico-químicos que presentan los purines tenemos: nitrógeno amoniacal, DQO, fósforo, sólidos totales, entre otros. Tabla 6.

Tabla 6
Composición purines de cerdo

INDICADORES	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA
↕ Sólidos Totales ST (%)	1,0	17,1	6,1
↕ Sólidos Volátiles SV / ST (%)	45,2	75,0	64,9
↕ SST/ST (%)	28,9	95,6	68,8
↕ SSV/SVT (%)	52,6	98,9	85,9
↕ N - Amoniacal (mg/L)	1.200,0	7.500,2	4.332,2
↕ N - Orgánico (mg/L)	385,4	3.601,3	1.327,8
↕ Demanda Química de Oxígeno DQO (mg/L)	8.200,0	180.100,9	71.591,7
↕ Fósforo P (mg/L)	83,0	6.835,7	1.322,8
↕ Potasio K (mg/L)	1.100,0	8.191,0	4.730,9
↕ Alcalinidad Total (pH = 4,3)	1,5	46,4	18,8
↕ Cobre Cu (mg/L)	4,8	158,5	39,0
↕ Zinc Zn (mg/L)	5,1	115,0	59,7
↕ pH	6,7	8,6	7,6

Fuente: (Ravelo, 2010)

La contaminación de granjas porcinas afecta al ambiente, esto se debe a la exposición a los gases producidos como: amoníaco, sulfuro de hidrógeno, metano y bióxido de carbono que representan riesgos directos a la salud de trabajadores y animales. El amoníaco viene del nitrógeno excretado principalmente en la orina (85%) y en las heces (15%), su tasa de volatilización depende de la relación existente entre los iones amonio y amoníaco la cual depende del pH de la excreta (Hoeksma et al., 1992), como se cita en (Moina & Aldáz, 2012). Así mismo, la producción de bióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄) contribuye al efecto invernadero mundial, aunque en mucha menor escala que el CO₂ y CH₄ producidos por los rumiantes.

2.7 Cultivo de microalgas

Las microalgas son microorganismos unicelulares eucariotas que tienen la capacidad de realizar fotosíntesis, se caracterizan por su rápido crecimiento y generan biomasa orgánica usando luz como energía y CO₂ como fuente de carbono (Fernandez, 2014). Son de fácil captura y alimentación por muchos organismos debido a su reducido y múltiple tamaño (5–50 μm en promedio) (Abalde, 2004) como se cita en (Moreno, 2010).

En condiciones normales todas las clases de microalgas poseen clorofila-*a* que asigna color verde a las algas y al menos un pigmento accesorio. La clorofila-*b* se halla en plantas verdes, la clorofila *c* en diatomeas, dinoflagelados y algas pardas y la clorofila *d* en las algas rojas. Las microalgas presentan una excelente fuente de pigmentos carotenoides siempre y cuando su cultivo sea bajo condiciones adecuadas de iluminación, temperatura, salinidad y concentración de nutrientes (Moreno, 2010).

Estas especies contribuyen un alto contenido nutricional para peces, moluscos y crustáceos, asimismo tienen facilidades de manejo en sistemas de cultivo tanto en laboratorio como en producción a gran escala con fines comerciales (FAO, 2013), los cultivos masivos de microalgas y los fotobiorreactores presentan una mayor importancia para la producción de compuestos químicos de alta pureza, como: biocombustibles, biofertilizantes, intercambiadores iónicos y carotenos; así mismo, para el tratamiento de aguas residuales, obtención de compuestos terapéuticos y como alimento de consumo humano y animal (Moreno, 2010).

2.7.1 *Chlorella sp.*

Es un alga unicelular de color verde, de forma elipsoidal, que crece en forma de células simples, el color verde se debe a los cloroplastos, encargados de realizar la fotosíntesis. Pertenece a la división Chlorophyta y a la clase Chlorophyceae (Infante, y otros, 2011). Este género ha sido aplicado al tratamiento biológico de aguas residuales, probando su efectividad en la remoción de nitrógeno, fósforo, demanda química de oxígeno y metales. Su uso en aplicaciones de biorremediación ha sido bastante amplio, en forma suspendida o inmovilizada, como cepa pura o en asociación con otros microorganismos no fotosintéticos (Garza et al., 2010) como se cita en (Infante, y otros, 2011).

Se han realizado varias investigaciones sobre el uso de microalgas en el tratamiento de las aguas residuales, debido a su capacidad de remover cantidades significativas de N y P durante su crecimiento, absorber metales y acelerar la inactivación de bacterias patógenas (Abalde et al. 1995, Lau et al. 1995, Tam et al. 2001) como se cita en (Chacón, Andrade, Cárdenas, Araujo, & Morales, 2004). Además, la biomasa algal que se origina, durante el procesamiento de estos efluentes, es una fuente de alimentos, químicos y pigmentos, entre otras importantes

aplicaciones (Borowitzka y Borowitzka 1988) como se cita en (Chacón, Andrade, Cárdenas, Araujo, & Morales, 2004).

Para un buen desarrollo del cultivo de microalgas es necesario tener en cuenta las condiciones óptimas de temperatura, intensidad luminosa, salinidad, nutrientes y Ph, estos requerimientos fisicoquímicos se los estableció en el laboratorio de Recursos Acuáticos de la Hacienda el Prado IASA I, los cuales serán de apoyo para el desarrollo de este proyecto. Tabla 7.

Tabla 7
Requerimientos del cultivo de microalgas

REQUERIMIENTOS	VALORES
Luz	2000-4000lux
Temperatura	15-22°C
Salinidad	0,37%
pH	7-9

Fuente: (FAO, 2013)

En cultivos masivos de microalgas la agitación del medio de cultivo es importante para homogenización de nutrientes, mejor distribución de luz a las células, evitar sedimentación de las células, formación de gradientes gaseosos que mejoran la actividad metabólica, evitar sedimentación prevención de estratificación termal (Richmond A., 2004) como se cita en (Pachacama, 2015).

Otro factor transcendental es la penetración de la luz en el cultivo; en cultivos masivos, la profundidad es tan grande que la intensidad de la luz no es suficiente para la fotosíntesis, hasta el fondo del tanque (FAO, 2013). La temperatura celular, si no se encuentra dentro de los rangos óptimos afectaría a las reacciones celulares, los requerimientos nutricionales y la composición de la biomasa (Abalde, et al. 1995) como se cita en (Pachacama, 2015).

2.8 Extensión y desarrollo rural

El desarrollo rural es un proceso de crecimiento económico sostenible y cambio social, su fin es el progreso constante de cada individuo de la comunidad rural para mejorar sus condiciones de vida. Sus objetivos principales son: mejorar la calidad de vida de los habitantes del medio rural, mejorar las condiciones de trabajo y la conservación del medio ambiente. Los programas de investigación y extensión son fundamentales para el desarrollo agrícola y rural, y su éxito depende de las acciones

individuales de familias rurales cuyas decisiones se manifiestan por los conocimientos, información, y tecnologías que les resultan asequibles (FAO, 2017).

2.8.1 Extensión agropecuaria con enfoque de género

La extensión agropecuaria es el medio por el cual se afianza nuevos conocimientos e ideas en áreas rurales, dirigido a pequeños y medianos productores junto con sus familias, quienes realizan una agricultura encaminada al mercado y obtienen sus ingresos principalmente de producciones agrícolas y pecuarias. Figura 8. Un programa de extensión agropecuaria tiene como fin generar cambios, mejorar la calidad de vida y establece una relación eficaz entre los agricultores donde se estimule y profundice el aprendizaje ampliando conocimientos para que productores sean capaces de tomar decisiones apropiadas. Estos programas apoyan al desarrollo de comunidades rurales partiendo de producciones agrícolas y pecuarias con alto potencial de producción (Vasconcellos, 2011). Los principios de extensión agrícola son: Promover el desarrollo de la población rural a través de la capacitación e impulsar a la participación de los líderes voluntarios y la difusión útil y práctica (FAO, 2017).

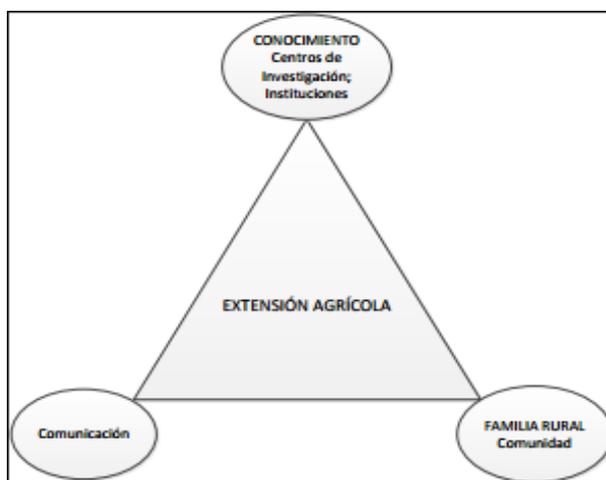


Figura 8 Diseño de un programa de extensión

Fuente: (Vasconcellos, 2011)

La extensión es importante porque es un sistema estable y de comunicación entre los extensionistas y todas las personas (pequeños y grandes productores agrícolas, campesinos, empresas, etc.) interesados en el sistema de producción agrícola o pecuario, donde se inicia la construcción de caminos para encontrar posibles soluciones en forma conjunta y conveniente (Vasconcellos, 2011).

En los países en desarrollo las mujeres atienden la mayor parte de las zonas rurales, vigilan los cultivos, plantan semillas, recogen agua, recolectan y cocinan. Una gestión que aumenta mientras que los hombres emigran a las ciudades. Casi el 40 % de los hogares en las zonas rurales de la India, por ejemplo, son gobernados por mujeres (Halweil, 2002), sin embargo los programas de desarrollo rural las suelen ignorar. Es indispensable terminar con la desigualdad de género, las mujeres poseen sólo el 2% de la tierra del planeta y no tiene autoridad de gestión, los créditos y servicios se destinan a los hombres. Es necesario implementar la participación de mujeres de zonas rurales a los programas de extensión con el propósito de innovar, analizar, comprender su entorno, para estimular el desarrollo rural y trabajar por la construcción de un futuro sostenible (OEI, 2017). En un programa de extensión rural se comunica el conocimiento a los productores por parte de los extensionistas utilizando diferentes metodologías.

2.8.2 Métodos de extensión

2.8.2.1 Escuelas de campo de Agricultores (ECAs)

Las escuelas de campo son una herramienta de extensión agrícola que se basa en el principio “aprender haciendo”, en este método participa agricultor y extensionista, aplicando el vínculo de doble vía junto con la percepción del conocimiento teórico práctico a través del manejo de herramientas metodológicas. Las ECAs ofrecen a los agricultores la oportunidad de ensayar nuevas alternativas para su producción utilizando una parcela de campo compartida por varios agricultores. El resultado es que los agricultores adquieren nuevas técnicas de manejo de cultivos e implementan en sus parcelas de campo (Vasconcellos, 2011).

Los participantes que son de 15 a 20 productores provienen de una comunidad o grupo existente. Se realizan normalmente de 15 sesiones a lo largo del ciclo de aprendizaje que están basados en cinco principios de aprendizaje:

- La experiencia es la base para aprender.
- La capacitación abarca lo que dura el ciclo de producción.
- Los temas para la capacitación dependen de las necesidades locales.
- El campo es la mejor fuente de aprendizaje.
- El productor se convierte en un experto (FAO, 2011).

2.8.2.2 Grupos de transferencia de tecnología (GTT)

Es una metodología desarrollada por la INIA para contribuir con el desarrollo tecnológico agropecuario mediante trabajos en grupo con agricultores. El GTT es un grupo de 15 a 20 productores homogéneos en cuanto a producción económica, ubicación e intereses, los cuales se reúnen para intercambiar experiencias productivas, capacitarse y proyectar en conjunto el desarrollo de sus empresas (García, Ferrada, & Becerra, 2006).

Los objetivos del programa GTT son:

- Formar agricultores innovadores, que desarrollen un progreso en la gestión e inserción de mercados.
- Difundir tecnologías previamente validadas en comunidades rurales que presenten una agricultura familiar campesina.
- Desarrollar predios campesinos que tengan sistemas productivos y productos competitivos los cuales les permitan incorporarse con éxito en cadenas de mercados.
- Lograr una acción asociativa entre los productores.

El coordinador de este programa es una de las personas más importantes para el desarrollo inicial de cada GTT, ya que debe conocer a los productores, lograr relaciones de confianza para que pueda garantizar el éxito de este programa (García, Ferrada, & Becerra, 2006).

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Ubicación del lugar de investigación

3.1.1 Ubicación política

El trabajo de vinculación con la comunidad se lo realizó en el Barrio San Fernando, ubicado en la provincia Pichincha, Cantón Rumiñahui, Parroquia San Fernando. Los límites del barrio son: al norte con el barrio Selva Alegre, al sur con la Hacienda “El Prado”, al este con los barrios San Francisco y Loreto y al oeste con el barrio Jatunpungo.

El trabajo de laboratorio se lo realizó en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria IASA I, sede Hcda “El Prado”, bloque 6 laboratorio de Acuicultura que se encuentra ubicado en la Provincia Pichincha, Cantón Rumiñahui, Hacienda: “El Prado”.

3.1.2 Ubicación geográfica

Barrio San Fernando

Se ubica en las siguientes coordenadas: Latitud: $0^{\circ} 13' 46''$ S Longitud: $78^{\circ} 22' 0''$ W. Figura 9.



Figura 9 Ubicación geográfica, Barrio San Fernando

Fuente: (Google, 2017)

IASA I, Laboratorio de Acuicultura

Se encuentra a una altitud de 2728 metros sobre el nivel del mar. Figura 10. Sus coordenadas geográficas son Longitud: 78°24'44''E, Latitud: 0°23'20''S. (Arce, 2016).



Figura 10 Ubicación del Laboratorio de Acuicultura, IASA I

Fuente: (Google, 2017)

3.1.3 Ubicación ecológica

La hacienda “El Prado” se encuentra en el piso altitudinal Montano Bajo, región latitudinal templada, zona de vida bosque húmedo, textura del suelo franco limoso. Con una temperatura promedio de 14 °C, precipitación anual de 1350 mm y humedad relativa anual de 69,03% (Arce, 2016).

3.2 Materiales

3.2.1 Materiales de campo

- 15 Botellas de vidrio de 350ml con tapa
- Botella de plástico de 5 litros con tapa
- Coladera de plástico
- Muestras de purines de cerdo
- Medidor de pH y temperatura
- Masking

- Marcador permanente

3.2.2 Materiales de laboratorio

- Microalga *Chlorella sp.*
- 3 Tanques de plástico de 20 litros
- Matraz Erlenmeyer
- Vasos de precipitación
- Pipetas
- Aireadores
- Mangueras
- Agua destilada
- Agua ultra pura
- Guantes de nitrilo
- Mascarillas
- Cubre objetos
- Tubos de ensayo resistentes al calor
- Gradilla
- Mechero
- Reactivos para DQO (Dicromato de potasio, ácido sulfúrico, sulfato de mercurio, sulfato de plata)
- Fertilizante Nitrofoska foliar
- Hidróxido de sodio para DBO
- Reactivo de Ammonia y Phosphate

3.2.3 Equipos

- Balanza digital
- Equipo YSI 9000
- Cámara de Neubauer
- Termoreactor WTW
- Espectrofotómetro
- Oxitop WTW

3.3 Métodos

3.3.1 Flujo del proceso

El manejo de aguas residuales con el uso de microalgas para la vinculación con la comunidad del barrio San Fernando se llevó a cabo de la siguiente manera: Primero se estableció un diagnóstico para conocer el problema de la población. A continuación, se procedió a realizar el levantamiento de la línea base. Posteriormente se ejecutaron capacitaciones teórico-práctico y finalmente se concluyó con la tecnología de remediación ambiental usando microalgas.

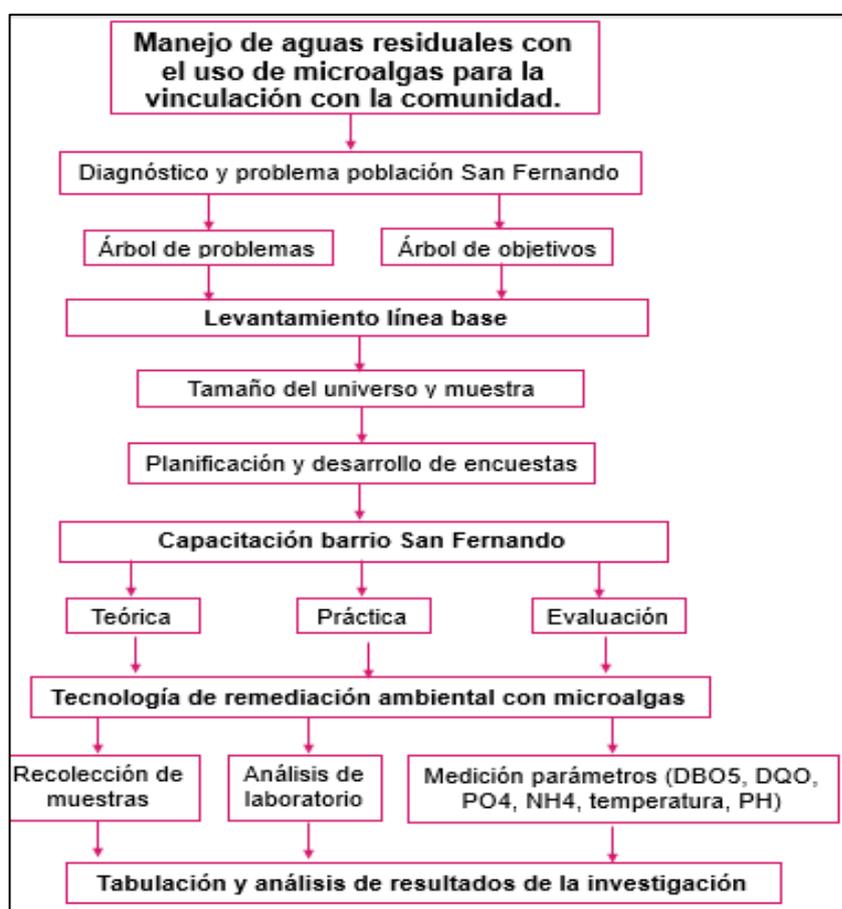


Figura 11 Procesos realizados a lo largo del proyecto

3.3.2 Diagnóstico población de San Fernando

Se reunió a la comunidad en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria y en diferentes grupos de trabajo y con la ayuda de los estudiantes se realizó la “lluvia de ideas” para poder conocer los problemas agropecuarios presentes en el barrio San Fernando. Figura 12.



Figura 12 Reunión de diagnóstico

Después de esta actividad, se procedió a realizar el “árbol de problemas” mediante esta técnica participativa se proyectó definir problemas, causas y consecuencias de manera organizada. Figura 13.

Para la construcción del árbol de problemas se realizó de la siguiente manera:

- Se identificó los beneficiarios del proyecto de vinculación.
- Se determinó los principales problemas agropecuarios que se presentan en la zona.
- Se analizó y seleccionó el problema agropecuario central.
- Se analizó y describió las causas del problema central.
- Se identificó los principales efectos del problema (Román, 1997).
- Se realizó la presentación de dicha descripción y análisis con un dibujo de un árbol.



Figura 13 Árbol de problemas

Fuente: (Román, 1997)

Cabe destacar que el árbol de problemas tiene una representación didáctica para encontrar el problema principal. En este sentido: El tronco representa el problema central, las raíces son las causas del problema y las ramas las consecuencias.

Con este antecedente se concluyó con el “árbol de objetivos”. Se lo construyó de la siguiente forma: se revisó todas las condiciones negativas del “árbol de problemas” y se las redactó en forma de condiciones positivas realizables. Posteriormente un representante de cada grupo de trabajo expuso el análisis del dibujo de la siguiente manera: Lo que en primera fase se designó como causa, consecuencia y problema central; en el árbol de objetivos se sugirió como objetivo general, específicos y fines, ubicados de igual manera en raíz, hojas y tronco. (Román, 1997). Figura 14.

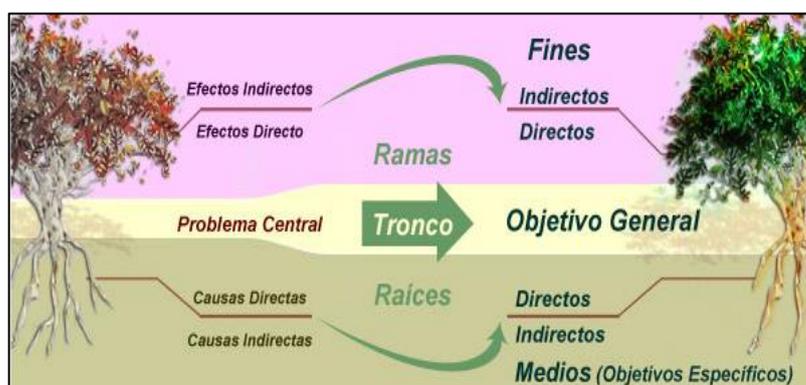


Figura 14 Árbol de problema y árbol de objetivos

3.3.3 Línea base del proyecto

Se realizó el estudio de línea de base con el propósito obtener información sobre el estado actual de conciencia, conocimiento, actitudes y prácticas de la población del Barrio San Fernando sobre producciones pecuarias. Su fin fue cuantificar la distribución de ciertas variables en la población de estudio en un determinado tiempo y evaluar los resultados obtenidos a nivel biofísico, socioeconómico y ambiental (FAO, 2008).

Se utilizó el manual del Diagnóstico Participativo de Comunicación Rural de la FAO basados en técnicas de encuesta, se diseñó un cuestionario, Anexo 1, y se recolectó información de forma directa, precisa y confiable del segmento seleccionado. En la encuesta planteada se establecieron preguntas cerradas y de opción múltiple, dirigidas a mujeres amas de casa, dedicadas a la agricultura y ganadería.

3.3.3.1 Tamaño del universo

Con la finalidad de determinar las necesidades agropecuarias que presenta la comunidad, se consideró los datos proporcionados por el Subcentro de Salud según

el censo realizado en el año 2016. Esta información registra a 4832 habitantes.

Número de habitantes Barrio San Fernando 4832

Número promedio de miembros de una familia 4

Cálculo del tamaño del Universo:

Número de familias, San Fernando = $\frac{\text{Número de habitantes Barrio San Fernando}}{\text{Número promedio de miembros de una familia}}$

Número de familias, San Fernando = $\frac{4832}{4}$

Número de familias, San Fernando = 1208

3.3.3.2 Tamaño de la muestra

Debido a que la investigación de mercados, está enfocada a conocer las necesidades agropecuarias de la población; antes de iniciar el sondeo, se estratificó la población o universo, para la encuesta correspondiente. Por lo cual la muestra de la población se determinó a través del muestreo probabilístico para una población conocida (Pérez & Zambrano, 2013). El tamaño de la muestra se calculó por medio de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{e^2 N - 1 + z^2 * p * q}$$

En donde:

N = Población total o universo. p = Probabilidad de ocurrencia del evento. q = Probabilidad de no ocurrencia del evento z^2 = Nivel de confianza al cuadrado (95% = 1,96) e = Error de estimación (máximo error permisible por unidad) n = Tamaño de la muestra.

N= 1208

p= 0,50

q= 0,50

$z^2 = 1,96$

e = 0,10

n = ?

$$n = \frac{1,96^2 * 0,5 * 0,5 * 1208}{0,10^2 * 1208 - 1 + 1,96^2 * 0,5 * 0,5}$$

$$n = \frac{3,8416 * 0,5 * 0,5 * 1208}{0,01 * 1207 + 3,8416 * 0,25}$$

$$n = 89,03$$

Se determinó que el tamaño de la muestra es de 89 familias.

3.3.4 Desarrollo encuesta

Los métodos existentes para aplicar encuestas son: Entrevista personal, entrevista telefónica, postal/correo (Urrutia, 2012). Se desarrolló 156 entrevistas personales a los moradores de San Fernando en donde se obtuvo información frente a frente y los entrevistadores pudieron explicar las preguntas que no fueron comprendidas por la comunidad. Para la recopilación de información a los habitantes se elaboró y aplicó una encuesta compuesta por diez preguntas planteadas, cabe señalar que al momento de realizar la encuesta se realizó una presentación de la persona encuestadora y una introducción sobre el objetivo de la encuesta, aclarando que se colocará el nombre del entrevistado y el barrio al que pertenece (Rascón, 2007). Para poder procesar la información se tabularon las encuestas y se analizaron aspectos como: demografía de la población, producciones pecuarias y sus problemas.

3.3.4.1 Planificación

La planificación de la encuesta debe responder a tres principios básicos: propósito que se persigue, población a la cual va dirigida y recursos materiales y humanos con los que se cuenta. Los objetivos y la población a la cual se destinó la encuesta fueron definidos claramente, atendiendo a criterios geográficos, demográficos y temporales. La población de San Fernando es numerosa, por esta razón se realizó un muestreo representativo que permito generalizar los resultados a la población total (Peña, 2012).

3.3.4.2 Preparación

El encuestador contó con una buena disposición para poder realizar las preguntas y poder causar una buena impresión a los encuestados, además debía conocer el esquema del cuestionario que se aplicó a la comunidad, para no causar la impresión de improvisación. (Peña, 2012).

3.3.4.3 Ejecución

Una vez iniciada la encuesta, se procedió a dar a conocer objetivos y justificación de la realización de la encuesta, recalando la confidencialidad de los datos que éste aporta.

3.3.4.4 Elaboración y realización del cuestionario

Se realizó un cuestionario donde se especificaba:

- Datos de identificación y clasificación: género, edad, estado civil, etc.
- Número de preguntas: Toda pregunta estaba relacionada de algún modo con el problema de investigación.
- El tipo de preguntas más adecuado: Se realizaron preguntas cerradas para una elección clara entre un número pequeño de alternativas y preguntas abiertas que fueron breves de contestar.
- Redacción de las preguntas: En general fueron lo más claras y sencillas posibles, cuidando que el lenguaje sea el más apropiado para el grupo.
- Orden de las preguntas y su disposición: Primero se redactaron las preguntas más importantes y posteriormente las más complicadas tras haber creado un clima de confianza. (Peña, 2012).

Con este principio se elaboró el siguiente cuestionario para la población del barrio San Fernando

1. ¿Cuántos miembros y dentro de que edad se encuentran en su familia?
2. Género
3. ¿Algún organismo, institución o universidad se acercado antes para conversar con Ud. sobre sus problemas agropecuarios?
4. ¿Le gustaría recibir asistencia técnica por parte de los estudiantes de la carrera sobre el buen manejo de producciones pecuarias?
5. ¿Qué tipo y cantidad de animales posee?
6. ¿Qué problemas encuentra con frecuencia en sus animales?
7. En el caso de tener porcinos o querer dedicarse a esta actividad. Considera usted, que está capacitado para su manejo
8. ¿Le gustaría tener una producción pecuaria con un manejo adecuado?
9. ¿Cómo calificaría Ud. el trabajo del encuestador?

Una vez realizado el levantamiento de la información y el procesamiento de datos obtenidos por medio de las encuestas, se analizaron y presentaron los resultados.

3.3.5 Capacitación

Una alternativa diferente elaborada en las últimas tres décadas por investigadores en agricultura, ha demostrado que el desarrollo comunitario es efectivo, ya que se lo realiza mediante nuevos de procesos, técnicas y dinámicas de aprendizaje, que son realizadas entre participantes los cuales han adquirido conocimientos valiosos para luego compartir sus ideas con los demás miembros de su comunidad (Detlefsen & Villanueva, 2016).

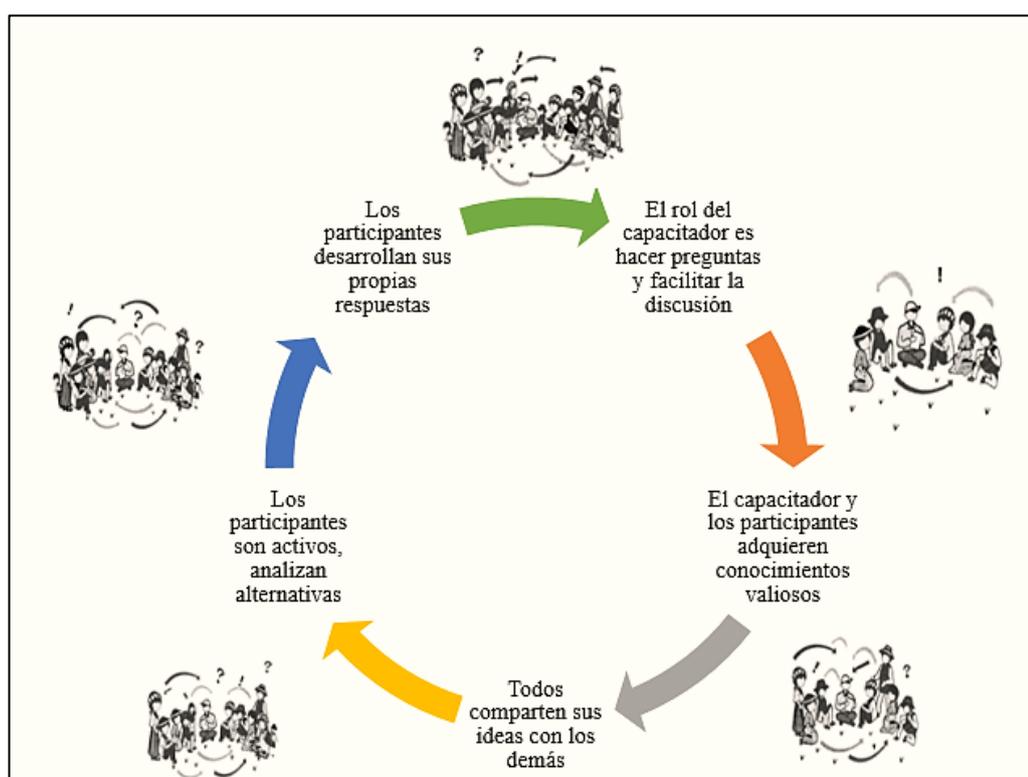


Figura 15 Diagrama de capacitación participativa

Fuente: <http://www.treesforlife.info/fao/Docs/P/AD645S/ad645sm5/AD645S01.htm>

3.3.5.1 Capacitación teórica

Las actividades de capacitación se realizaron mediante la organización y realización de cursos talleres que fueron orientados a recrear los conocimientos, habilidades y destrezas específicas relacionados con la producción sostenible en aves y cerdos. Las actividades de capacitación fueron dirigidas a los comuneros del barrio y en cada reunión los anfitriones y expositores fueron los alumnos del IASA.

La realización y ejecución de las reuniones se llevó a cabo mediante metodología aplicada para grupos de transferencia de tecnología (GTT) junto con la metodología de las escuelas de campo para agricultores (ECAs), que se basan en el principio

“aprender haciendo”, los productores intercambian conocimientos tomando como base la experiencia a través de métodos sencillos para contribuir al desarrollo tecnológico y agropecuario de su sector (FAO, 2011). Las reuniones o talleres se realizaron mediante un acuerdo con el presidente del barrio los días jueves de 16:00 a 18:00 horas en las instalaciones de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria y más adelante se las ejecutó en la casa comunal del Barrio San Fernando con 15 a 20 beneficiarios que tienen problemas e intereses en producciones agropecuarias (García, Ferrada, & Becerra, 2006).

Para las capacitaciones se utilizó lo siguiente: material audio visual (videos, presentaciones en Power Point), infocus, pizarra tiza líquida, guías técnicas, folletos, poster y manuales impresos, materiales de oficina, salón de reuniones, computador, pantalla, papelógrafos, marcadores. Figura 16.



Figura 16 Capacitación teórica a la comunidad de San Fernando.

Las partes básicas de las reuniones fueron:

- Palabras de bienvenida a los asistentes: se lo realizó con la ayuda de un estudiante, donde se les indicaba los temas que se tratarían ese día en el taller.
- Dinámica grupal: se lo ejecutó para mantener al grupo activo y desarrollar interés, además de aumentar la confianza entre ellos y que se conozcan mejor. Figura 17.
- Exposición de los alumnos: en ella los alumnos presentaron mediante diapositivas la producción sostenible de aves y cerdos. Esta actividad fue preparada con apoyo del director del proyecto, Dr. Juan Ortiz y la ingeniera Jackeline Torres.

- Reunión del grupo: se trató temas relacionados con la marcha del grupo y se registró los acuerdos junto con los temas de exposición de alumnos que serían tratados en la próxima reunión.
- Convivencia: es una parte fundamental que fue realizada al término de cada reunión, donde el grupo estrecha sus lazos de amistad, comparten un refrigerio y firman su asistencia en una matriz elaborada. Anexo 2.



Figura 17 Dinámicas participativas

3.3.5.2 Actividades de comunicación y difusión

El objetivo de estas actividades fue difundir y retroalimentar a la comunidad para facilitar la organización y ejecución de eventos de capacitación. Es por esto que es importante generar un alto nivel de interés por parte de la comunidad hacia la participación en las actividades de formación y capacitación. La comunicación y difusión de las charlas de capacitación se las realizaba mediante la ayuda de diapositivas, dinámicas, papelógrafos y talleres para garantizar una mejor comprensión por parte de los comuneros. Se utilizó también para una mejor comprensión trípticos y la creación de un manual de buenas prácticas de porcicultura, además se realizaron visitas semanales a proyectos a pequeña escala, liderados por mujeres de la comunidad.

3.3.5.3 Selección de grupos y elección de poricultores y avicultores

Se seleccionó 3 poricultores y 3 avicultores para poder realizar las actividades de capacitación práctica, las condiciones y requisitos que se aplicaron para seleccionar al nuevo grupo fueron:

- Que los productores se ubiquen en una misma zona.
- Que el grupo que se constituya tengan producciones de cerdos o de aves.
- Que tenga un enfoque de género

- Que los productores estén dispuestos a ser capacitados por los alumnos del IASA.
- Deseos de aprender
- Disposición al cambio y la innovación
- Disposición a compartir experiencias
- Ejercer papel protagónico en la demostración de tecnologías y compartir conocimientos en su comunidad (FAO, 2011).

3.3.5.4 Capacitación práctica

Para las reuniones de capacitación práctica se tomó en cuenta la metodología general de las reuniones que ya ha sido explicada con anterioridad, las primeras reuniones tuvieron gran importancia estratégica ya que de su orientación y dinámica dependió la motivación y el compromiso de los participantes del grupo. Debido a que muchos productores nunca recibieron capacitaciones prácticas, la coordinadora del grupo de estudiantes puso especial énfasis en facilitar la participación de los productores y que por parte de los estudiantes y productores se haga una breve presentación (nombre, ubicación de su predio y la motivación para participar).

Se realizaron 3 visitas en cada casa de las siguientes mujeres beneficiarias: Señora Zoila Guallichico, María Guallichico, Teresa de Jesús García y Gloria Caiza. Durante la presentación y visita a los proyectos se procuró que los productores conversen sobre la problemática de sus proyectos, para lo cuál la coordinadora Carolina Ayala junto con la Ing. Torres propusieron temas que indujeron al análisis, discusión y participación de todos. Una vez finalizada la visita se realizó una síntesis de lo visto junto con comentarios y recomendaciones Figura 18 y 20.



**Figura 18 Capacitación práctica
avicultura**

Conocido ya los proyectos de los productores y recibidos los comentarios y sugerencias de los estudiantes, se pudo identificar los temas que más les interesa tratar sobre el manejo y bienestar de los animales en los meses de noviembre a febrero 2017 y se definió un programa de actividades. Anexo 3. Este programa de actividades de capacitación práctica contiene la secuencia de prácticas que se realizaron señalándose: fecha, objetivo, actividad, resultado y responsables.

Para la capacitación práctica se utilizó: hierro, tenazas corta colmillos, yodo, algodón, eterol, jeringuillas, vacuna contra la enfermedad de Newcastle e ivermectina. Las visitas a las granjas o proyecto de porcicultura se realizaron capacitaciones prácticas de: corte de cola y descolmille, aplicación de hierro, desparasitación, manejo de registros, prevención de enfermedades y manejo de alimentación y agua. Anexo 3.

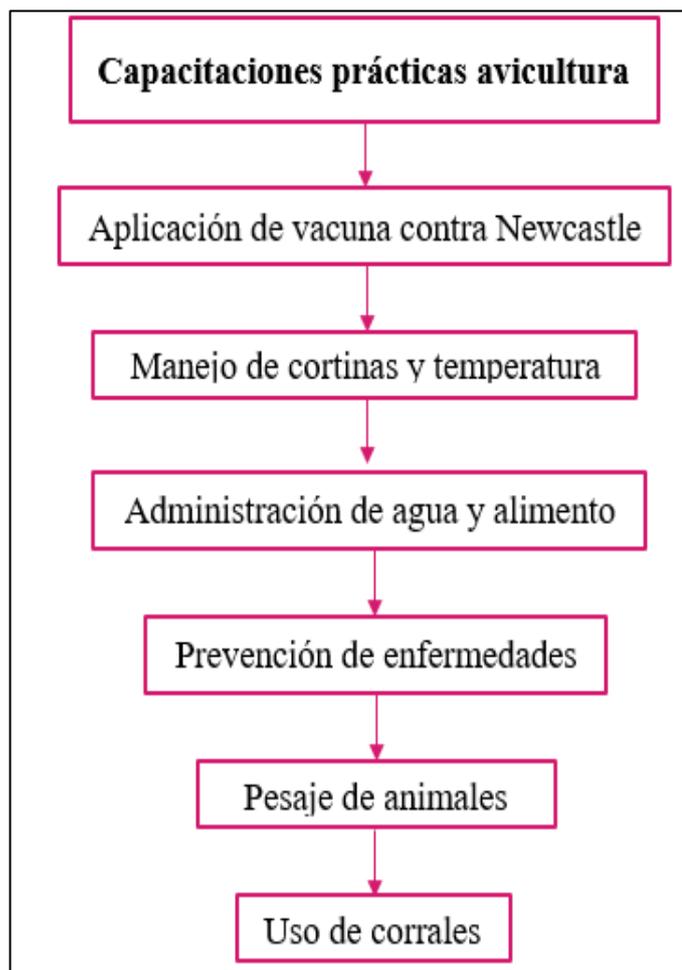


Figura 19 Diagrama de flujo, visita técnicas a granjas de aves



Figura 20 Capacitación práctica porcinos

3.3.5.5 Plan de evaluación comunitaria

La evaluación del desempeño a la comunidad de San Fernando se realizó con la ayuda del libro “Administración laboral agrícola” y se la presentó en una hoja membretada para poder recolectar datos mediante el diseño de un instrumento de evaluación de escalas predeterminadas, en esta evaluación se permitió verificar o colocar una (X) a la opción o respuesta más adecuada, una ventaja de esta evaluación fue que se invirtió menos tiempo al momento de ser realizada por el supervisor que en este caso es la coordinadora del proyecto (Billikopf, 2003). La evaluación constaba de grados de variación junto con la escala numérica donde se valoró de acuerdo a la siguiente escala 0= No realizado, 1=inferior, 2= bueno, 3= superior. Anexo 4.

La evaluación se realizó en las últimas reuniones de capacitación práctica con el objetivo de evaluar los conocimientos adquiridos por los productores en el transcurso de la capacitación. Para su desarrollo se seleccionaron indicadores de acuerdo a los contenidos implementados en los talleres. Los indicadores fueron definidos con apoyo de las personas participantes, se evaluó las áreas de desempeño que manejaban los productores (alimentación, sanidad y manejo).

En el área de alimentación se evaluó los siguientes puntos:

- Determina la necesidad de alimento para cada animal.
- Sus animales tienen el peso adecuado
- El abastecimiento de agua es correcto.

En el área de manejo se evaluó los siguientes puntos:

- Mantiene el libro de registros generales y realiza tareas asignadas.
- El uso de ventilación y temperatura es adecuado para los animales.
- Atiende adecuadamente a los lechones antes, durante y después del parto.
- Les da un manejo adecuado a los lechones después de nacidos (corte de colmillos, cola, castración, etc.)
- Comederos y bebederos están correctamente adecuados.
- Reconoce las razas de sus animales.

En el área de bioseguridad se evaluó los siguientes puntos:

- Lava y desinfecta frecuentemente las instalaciones y los animales
- Establece grupos de animales de acuerdo al peso y a la edad.
- Cumple con las vacunaciones y parasitaciones preventivas de acuerdo al calendario sanitario.

3.3.6 Tecnología de remediación ambiental con microalgas

Los tratamientos de aguas residuales se realizaron con microalgas. Las microalgas tales como *Chlorella sp.* y *Synechocystis sp.* han sido usadas experimentalmente en el laboratorio de Acuicultura de la ESPE para el tratamiento de purines de cerdo, en donde la remoción de nutrientes llega al 90 % para nitrógeno total y el 85% para fósforo (Pachacama, 2015).

3.3.6.1 Recolección muestras instalación porcina San Fernando

Se obtuvieron muestras en la salida del efluente de las instalaciones de producción porcina de la señora Gloria Caiza beneficiaria del Barrio San Fernando, las muestras se recolectaron en una botella de plástico de 5 litros con tapa. Figura 21. La muestra fue transportada al Laboratorio de Acuicultura y Recursos Bioacuáticos del IASA I.



Figura 21 Recolección agua residual porcina en las instalaciones porcinas, casa señora Caiza.

3.3.6.2 Ensayo de laboratorio del tratamiento de aguas residuales

Las muestras obtenidas del efluente porcino fueron filtradas con una coladera de plástico para remover partículas sólidas grandes no solubles. Figura 22. Se colocó dentro de botellas de vidrio de 500 ml correctamente etiquetadas, (a diferentes concentraciones que se especifican en la siguiente tabla), un volumen de 870 ml de agua residual porcina, consecuentemente se añadió 660 ml de agua destilada y por último un volumen de 2250 ml de cultivo microalgal de *Chlorella sp.* con una densidad celular de 30×10^6 células/ml determinada en cámara de Neubauer. Tabla 8. Se especificaron 5 tratamientos con tres repeticiones.

Tabla 8
Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Concentración	Porcentaje del efluente porcino
T1	100 ml Purin + 0 ml H2O destilada +150 ml microalga	100%
T2	80 ml Purin + 20 ml H2O destilada +150 ml microalga	80%
T3	60 ml Purin + 40 ml H2O destilada +150 ml microalga	60%
T4	40 ml Purin + 60 ml H2O destilada +150 ml microalga	40%
T5	0 ml Purin + 100 ml H2O destilada +150 ml microalga	0%



Figura 22 Ensayo de laboratorio

3.3.6.3 Análisis de los tratamientos

Se realizó análisis inicial y final (tiempo de 30 días) de los siguientes parámetros: temperatura, pH, NH_4^+ , PO_4^+ , DQO y DBO5, de cada tratamiento. La temperatura y pH, fueron medidos con el equipo pHep 4 Hanna (HI 98127) Waterproof. Figura 23. Mientras que NH_4^+ , PO_4^+ , DQO y DBO5, fueron medidos por diferentes técnicas que se describen más adelante.



Figura 23 Medición de temperatura y pH

3.3.6.4 Mantenimiento de *Chlorella sp*

Chlorella sp. fue obtenida del laboratorio de Acuicultura y Recursos Bioacuáticos del IASA I y conservadas en medio Nitrofoska foliar. Figura 24. El medio Nitrofoska foliar está compuesto por: N (300 g L⁻¹), P (100 g L⁻¹), K (100 g L⁻¹), Mg (6 g L⁻¹), S (40 g L⁻¹), Mn (200 mg L⁻¹), Fe (200 mg L⁻¹), Cu (100 mg L⁻¹), Zn (60 mg L⁻¹), B (150 mg L⁻¹) y Mo (10 mg L⁻¹). El crecimiento de la microalga se realizó en tanques de plástico de 20 litros, a temperatura ambiente 18-22°C y aireación continua con un motor de SC 3500 (Pachacama, 2015).



Figura 24 *Chlorella sp* en medio nitrofoska

3.3.6.5 Determinación del crecimiento microalgal y recuento celular

Para el recuento celular de las microalgas se utilizó la cámara Neubauer a través del microscopio y se lo realizó contando los cuatro cuadros marcados con las letras A, B, C y D. Figura 25 y 26.

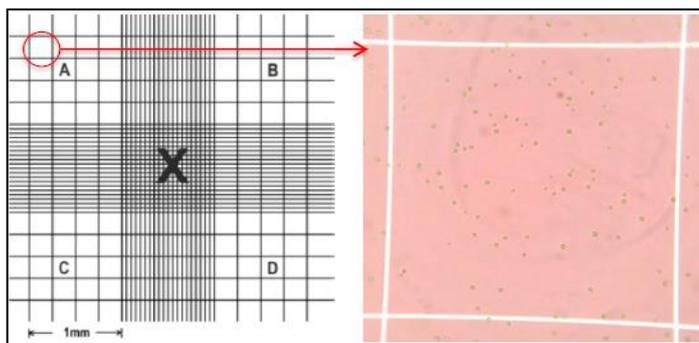


Figura 25 Conteo de células, cámara de Neubauer

Al obtener el recuento celular de cada cuadrante se obtuvo un promedio para emplear la fórmula que permitirá obtener la densidad celular (DC):

$$DC = N \times 10^4 \times FD$$

Dónde:

DC = densidad celular ($\times 10^4$ cél/ml).

N = promedio del conteo celular de los cuadrantes (A, B, C, D).

10^4 = factor de conversión de 0.1 μ l a 1 ml.

FD = factor de dilución (cuando se considera necesario diluir la muestra).

Se realizó el conteo celular de cada ensayo cada tres días, durante 15 días, período en el cual los cultivos entraron en fase estacionaria. Para el recuento celular con la cámara de Neubauer se siguieron los siguientes pasos:

- Se tomó una muestra de 1 ml del cultivo de microalga con una pipeta Pasteur.
- Se llenó la cámara con el cubreobjetos ya colocado, se depositó una gota de muestra con la punta de la pipeta al frente del cubreobjetos. Se dejó reposar por un minuto hasta que las células tengan una distribución adecuada (no agrupada).
- Se realizó el conteo con el objetivo 40X, para facilitar la identificación de las células.
- Se registró contando las células que quedan dentro de cada una de las cuadrículas marcadas como A, B, C y D.

- Para calcular la concentración celular (cél/ml) se utilizó la fórmula indicada anteriormente.
- Con los datos (cél/ml) de cada recuento en tiempos sucesivos (a intervalos de 1 a 3 días) se obtuvo la curva de crecimiento, graficando en el eje de las “Y” los valores de densidad celular y en el eje de las “X” el tiempo (en días) (Arredondo & Voltolina, 2007).



Figura 26 Recuento de células

3.3.6.6 Determinación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Este análisis corresponde al método del Dicromato de Potasio y se utilizó para medir el material orgánico susceptible de ser oxidado por una sustancia química (De la Torre Chauvin, 2009). Se preparó 2 soluciones:

Solución digestora A: (1,0216g de $K_2Cr_2O_7$, 50ml de agua destilada, 16,7ml H_2SO_4 y 3,33g $HgSO_4$).

Solución acida de oxidación B: (0,75g Ag_2SO_4 , 50ml H_2SO_4)

Se procedió a realizar de la siguiente manera:

En tubos de ensayo resistentes al calor (para el termoreactor) se colocó 2ml de la solución A, seguidamente se añadió 2ml de los tratamientos previamente centrifugados a 1000 rpm durante 10 minutos y finalmente se colocaron 2ml de solución B; se tapa y se coloca en el termoreactor WTW durante 2 horas a $146^\circ C$. Figura 27. Conjuntamente, se utilizó una solución estándar con una DQO de 10.000 ppm O_2 , esta solución se realizó con 1,7g de F-talato mono potásico y 200ml de agua destilada.



Figura 27 Análisis DQO laboratorio

Pasada las 2 horas, se retira los tubos del termoreactor y se dejó enfriar, luego se realizó la medición en el espectrofotómetro a 600nm.

Finalmente se utiliza la siguiente fórmula:

$$DQO = \frac{A - 0,0272}{0,0005}$$

A es el valor que se obtuvo en el espectrofotómetro a 600 nm, y el resultado se enunció en ppm de oxígeno. La fórmula no es fija, cada vez que se preparan nuevos reactivos es necesario reajustar la curva de calibración, para lo cual se utiliza una solución estándar ya mencionada. La medición de la concentración de DQO en los ensayos se tomaron pre-tratamiento (día 0) y post-tratamiento (día 30).

3.3.6.7 Determinación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno 5 (DBO₅)

Para la determinación de la DBO₅ se utilizó el equipo Oxitop WTW, el cual mide la cantidad de oxígeno requerido por los organismos presentes en el agua para oxidar la materia orgánica biodegradable presente en la misma (De la Torre Chauvin, 2009), una vez establecida la DQO, se calculó la DBO teórica que es igual al 80% de la DQO. En base a este valor se determina la cantidad de muestra a utilizar. Tabla 9.

Se procedió a realizar de la siguiente manera:

Se introdujo dentro de las botellas ambar que se encuentran en el equipo la cantidad indicada de muestra junto con el agitador magnético, luego se coloca 2 pastillas de hidróxido de sodio en el capuchón y se enceran los cabezales. Se mantuvo la medición en el equipo con agitación continua a 20°C y transcurridos los 5 días se observan los resultados en ppm de oxígeno. Figura 28.

Tabla 9
Cantidad de muestra para la determinación de la DBO

Rango de DBO teórica	ml de muestra	Factor
0-40	432	1
0-80	365	2
0-200	250	5
0-400	164	10
0-800	97	20
0-2000	43,5	50



Figura 28 Determinación DBO5 en Oxitop

3.3.6.8 Determinación de amonio y fosfato en las muestras

Para la determinación de amonio y fosfato en las muestras se lo realizó en el equipo YSI 9000 Photometer, para la valoración de amonio, se utilizó el kit Ammonia YPM 152 pk/50 y para la valoración de fosfato se utilizó el kit Phosphate LR YPM 177 pk/50, estos reactivos vienen en tabletas que permiten mediciones más precisas y seguras. Figura 29.

Para la medición se aplicó los protocolos establecidos en el kit. Anexo 5.



Figura 29 Medición amonio y fosfato

3.4 Estadística

Se aplicó una estadística descriptiva en donde los valores de media, desviación estándar y coeficiente de variación fueron representados en diferentes gráficos. Para la valoración estadística se aplicó un análisis unifactorial previo normalización y homogenización de datos con $p < 0,05$.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

4.1.1 Análisis del problema en el Barrio San Fernando

Mediante la “lluvia de ideas” y en grupos de trabajo se pudo conocer los problemas agropecuarios presentes en el barrio San Fernando. Tabla 10.

Tabla 10
Diagnóstico, lluvia de ideas

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4
Mortalidad de aves (patos y pollos)	Alimentación y crianza pollos	Escases de agua	Problemas babaco
Producción de babaco (caída de flores)	Enfermedades plantas (hortalizas)	Problemas hortalizas	Plagas maíz
Baja productividad Vacas dermatitis	Manejo excretas de porcinos	Baja producción (tomate de árbol, babaco)	Mala nutrición pollos
	Contaminación agua y suelo	Problemas sanitarios	Mastitis
			Manejo de aguacate
			Alimentación cuyes

Se identificó el problema central en los moradores del barrio, sus causas y efectos, el mismo que menciona que la comunidad no se encuentra capacitada para el manejo y crianza de pollos y cerdos. Se identificó causas generales como la falta de conocimientos y mal manejo de excretas. Por esta razón existe un bajo rendimiento en la producción y pérdidas económicas importantes para los porcicultores y avicultores dedicados a esta actividad. Figura 30.



Figura 30 Árbol de problemas resumen creado por la comunidad Anexo 7

4.1.2 Análisis de objetivos

“El manejo y crianza de pollos y cerdos” se convirtió en la optimización del manejo de gallineros y porquerizas. Este estado positivo, se presenta en un diagrama de objetivos donde se observa una clasificación por orden de importancia “medios-fin” Figura 31. De esta manera, la capacitación teórico-práctico, manejo de excretas y tratamiento de agua serán las estrategias para poder alcanzar los objetivos de este proyecto (comunitarios, 2015).

Así con el problema identificado, los objetivos definidos, se buscó cambiar la situación del problema para mejorar la calidad de vida de la población de San Fernando.

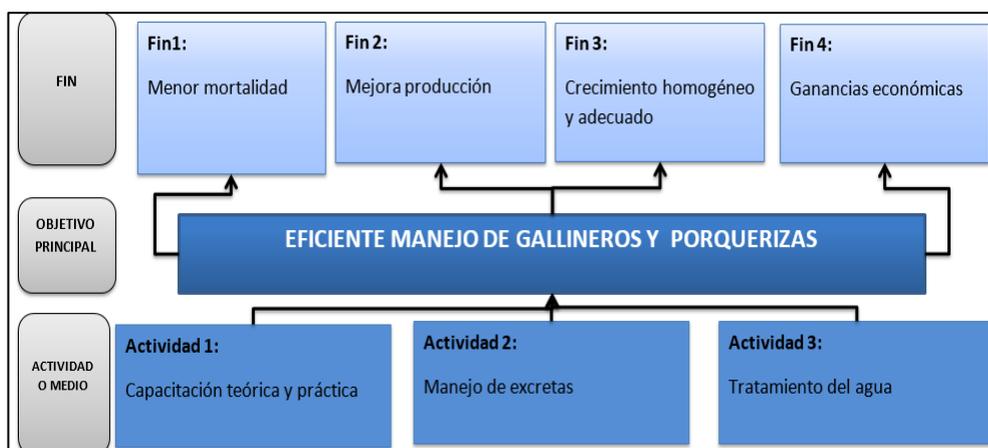


Figura 31 Árbol de objetivos resumen elaborado por la comunidad

4.1.3 Tabulación y ejecución línea base

4.1.3.1 Situación demográfica familias

En los meses de agosto-septiembre 2016 en el Barrio San Fernando de 156 personas encuestadas, se contabilizaron: 23 personas que tienen un grupo familiar con 2 integrantes. 21 personas que tienen un grupo familiar con 3 integrantes. 43 personas que tienen un grupo familiar con 4 integrantes. 42 personas que tienen un grupo familiar con 5 integrantes, 27 personas que tienen un grupo familiar >5 integrantes Figura 32.

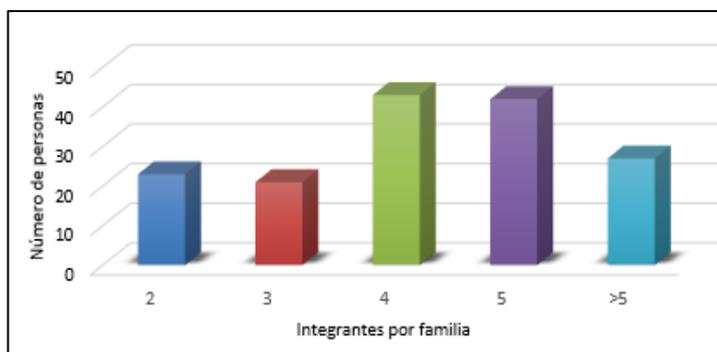


Figura 32 Número de integrantes por familia barrio San Fernando

En el Barrio San Fernando, el grupo predominante es el conformado por personas >50 años, que representa un 20% del total de población. Le sigue en importancia la población de 21 a 30 años, que alcanza el 18%. A continuación, se encuentran las personas de 31 a 40 años representados por el 14%. El siguiente 12% lo conforman personas de 16 a 20 años. Las personas de entre 41 a 50 años simboliza el 11% de la población. Por otra parte, la población más joven entre 4 a 10 y 11 a 15 años está representado por el 10% del total. Mientras que el 5% lo conforman niños de 0 a 5 años. Figura 33.

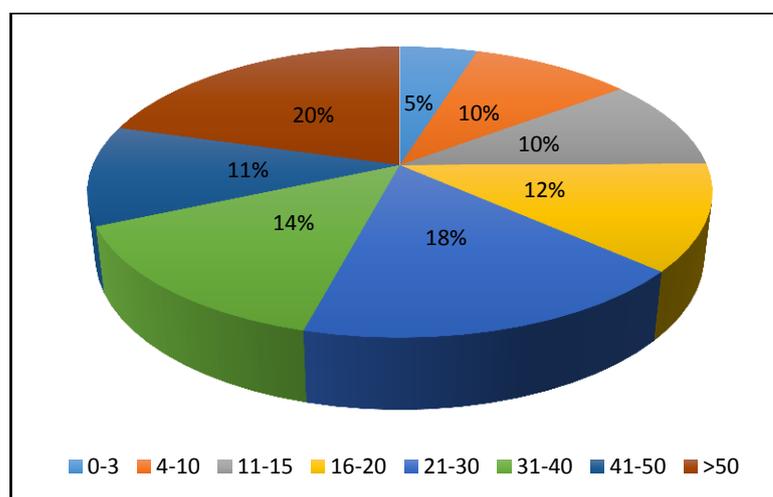


Figura 33 Porcentaje grupos de edad de la población

4.1.3.2 Distribución de la población por género

Del total de personas encuestadas en el Barrio San Fernando 91 son mujeres (equivale al 58,3%) y 65 hombres (equivale al 41,7%). Figura 34.

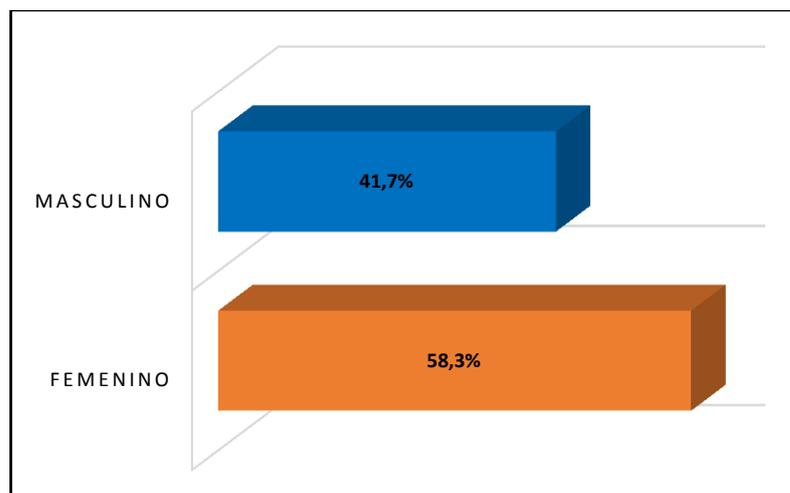


Figura 34 Estructura población San Fernando por género

4.1.3.3 Organizaciones e instituciones que trabajan por problemas agropecuarios

En este gráfico se puede observar que de 156 entrevistas realizadas 97 personas, (62%) manifestaron que ninguna institución se ha acercado al barrio para conversar sobre problemas agropecuarios y 59 encuestados (38%) respondieron positivamente. Figura 35.

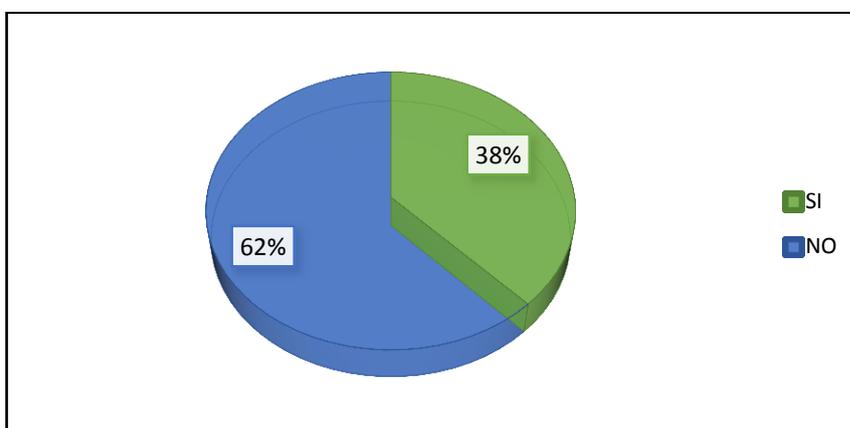


Figura 35 Acercamiento de organismos o instituciones

De los encuestados en el Barrio San Fernando, el 38% respondieron SI a la pregunta anterior, con esta base podemos conocer que organismos o instituciones se han acercado a conversar sobre los problemas agropecuarios. El 28,8% del total aseguran que Agrocalidad. En segundo lugar, se ubicó IASA con un 22%. Y en tercer puesto el 15,3% de los encuestados respondieron que INIAP y GAD Rumñahui. Figura 36.

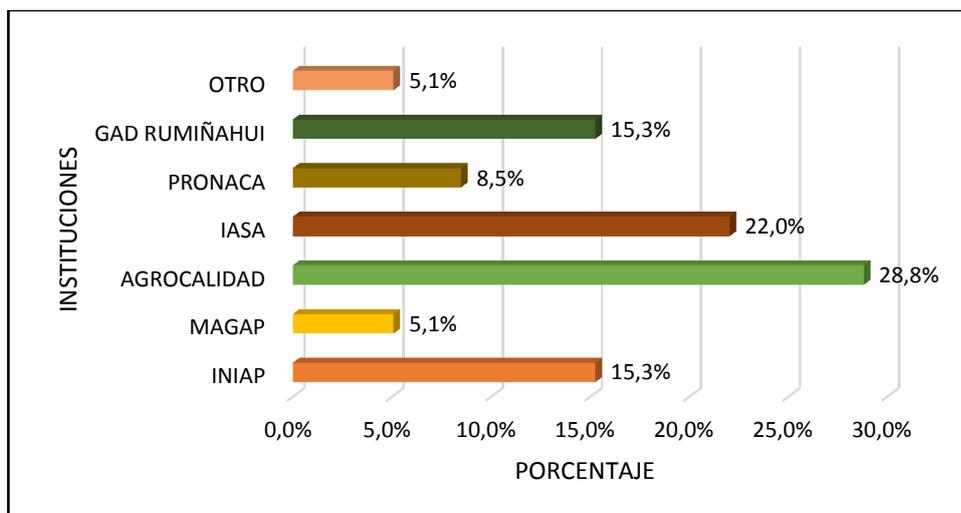


Figura 36 Instituciones que trabajan por problemas agropecuarios

4.1.3.4 Asistencia técnica por parte de los estudiantes a la comunidad

Según los encuestados el 89,7% le gustaría recibir asistencia técnica por parte de los estudiantes de la carrera. El 10,3% restante dijo que no y una de las principales razones fue porque no disponen de tiempo. Figura 37.

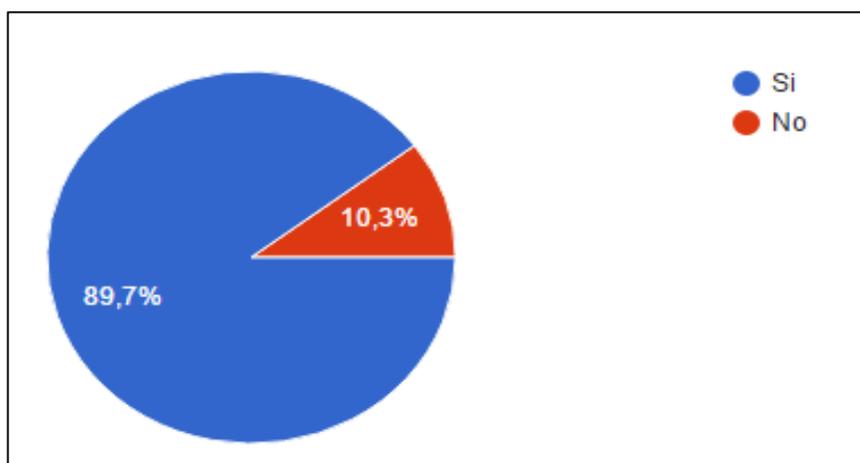


Figura 37 Recibir asistencia técnica por parte de los estudiantes

4.1.3.5 Tipo y cantidad de animales del barrio San Fernando

En el Barrio de San Fernando se consultó acerca de qué tipo de animales tienen los moradores, el 36% de quienes participaron en la encuesta señalaron que tienen gallinas. En segundo lugar, se ubicaron los cuyes, con un 28%. En tercer puesto fueron las vacas con un 14%. Conejos tienen un 9% de los encuestados. Mientras que el 8% posee cerdos (ver figura 37). Se verificó la presencia de camales clandestinos

en el sector, además de la presencia de más animales, pero por restricción o autorización en la producción muchos no mencionaron la cantidad real.

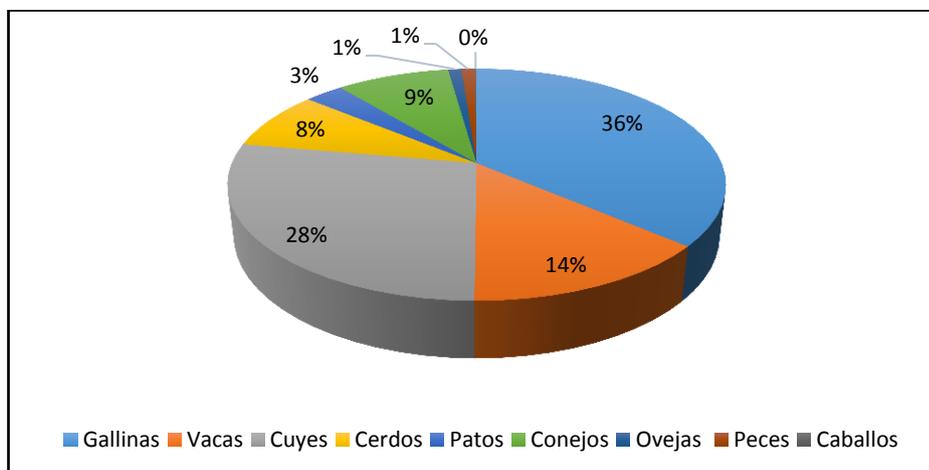


Figura 38 Diversidad producción pecuaria

Acerca de la pregunta que cantidad de animales tiene, la mayor parte de los entrevistados dijeron tener más de 10 gallinas y conejos. A continuación, la población prefiere tener entre 0 -3 cerdos y vacas. Figura 39.

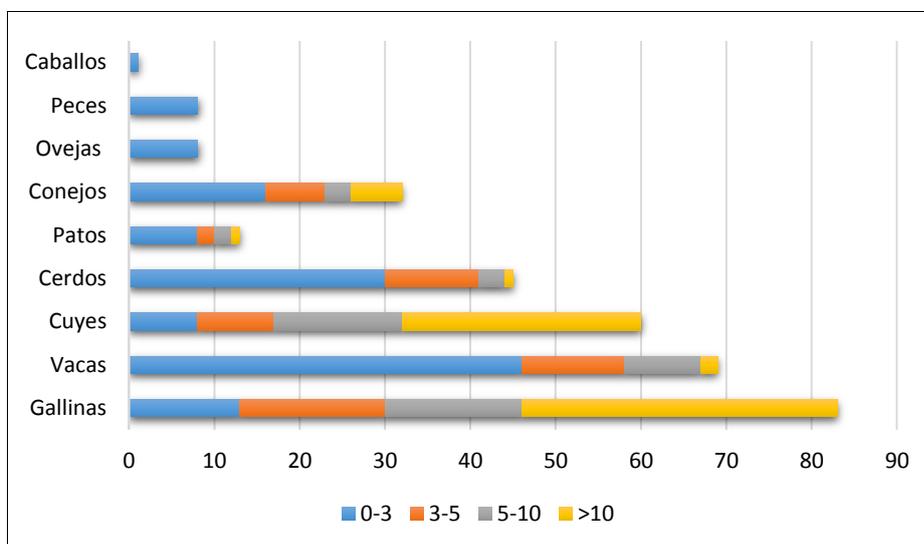


Figura 39 Número de especies animales en el sector

4.1.3.6 Problemas encontrados en los animales

El principal problema en los animales encontrado en la población de San Fernando son las diarreas con un 36,5%, seguido por la desnutrición con un 29,2%, el bajo rendimiento con 21,9% y el porcentaje restante se debe a problemas como abortos, celos silenciosos y pastos. Los entrevistados aseguraron que la diarrea en los

animales se debe principalmente a los parásitos que es otro problema que los acecha. Figura 40.

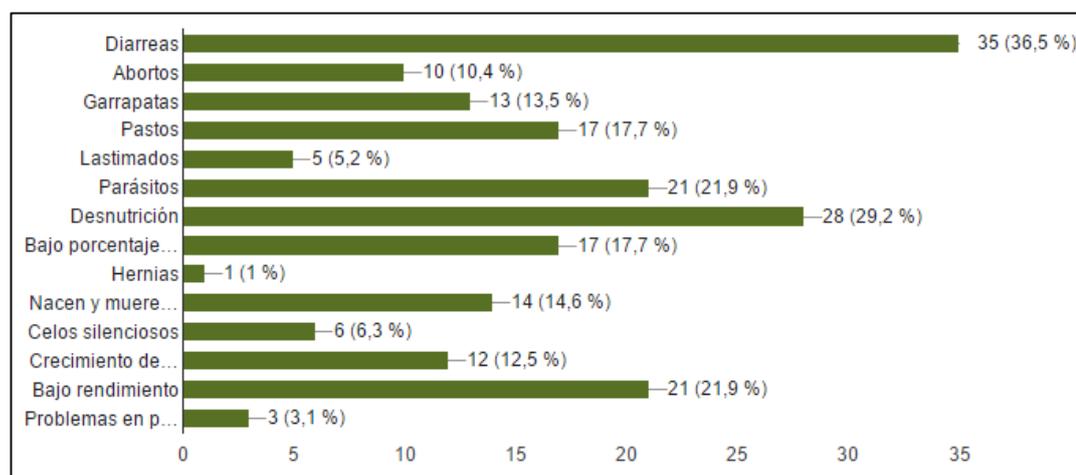


Figura 40 Problemas frecuentes en el bienestar animal

4.1.3.7 Diagnóstico de necesidad de capacitación

Según los encuestados del Barrio San Fernando el 70,5% considera que no está capacitado para el manejo de porcinos, la principal razón 39,8% no ha recibido capacitación o no tiene conocimiento. El 29,5% restante dijo que si debido a que ha trabajado con cerdos. Figura 41.

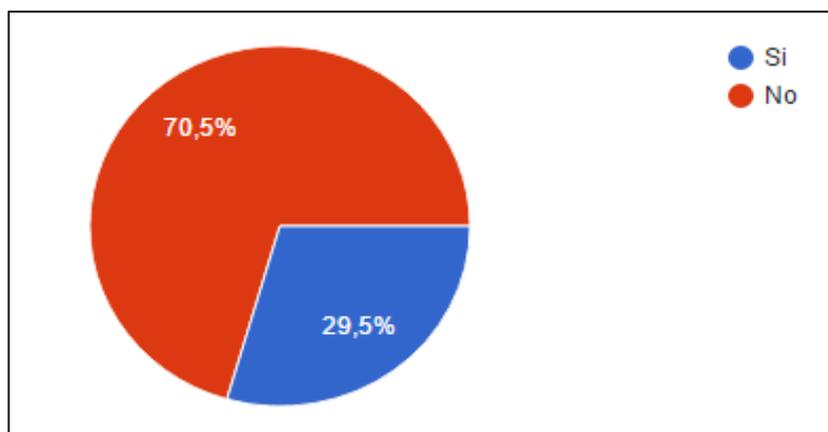


Figura 41 Se considera capacitado para manejo de porcinos

4.1.3.8 Producción pecuaria con manejo adecuado

En el barrio San Fernando el 84,6% de los encuestados respondieron que, si le gustaría tener una producción pecuaria con un manejo adecuado, el 23,1% es para tener una ayuda económica y para mejorar la producción otro 24%. Mientras tanto el 15,4% respondió que no y esto se debe a la falta de tiempo. Figura 42.

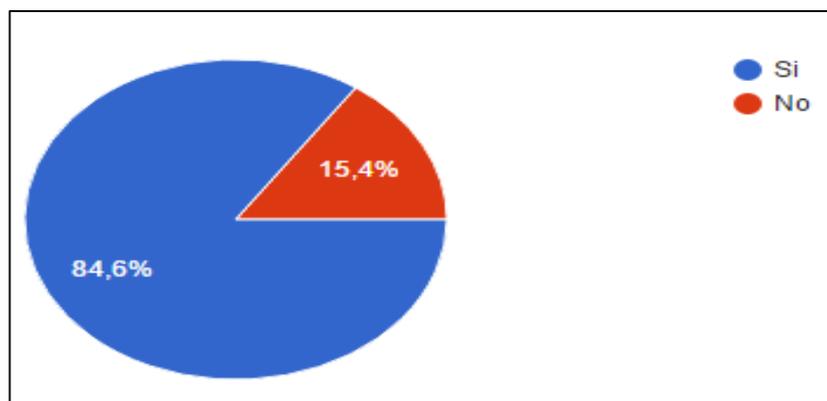


Figura 42 Porcentaje interés por tener producción pecuaria

4.1.3.9 Calificación del trabajo del encuestador

Los encuestados del Barrio San Fernando contestaron con un 72,4% que el trabajo del encuestador fue muy amable. Mientras que un 27,6% respondieron que fue amable.

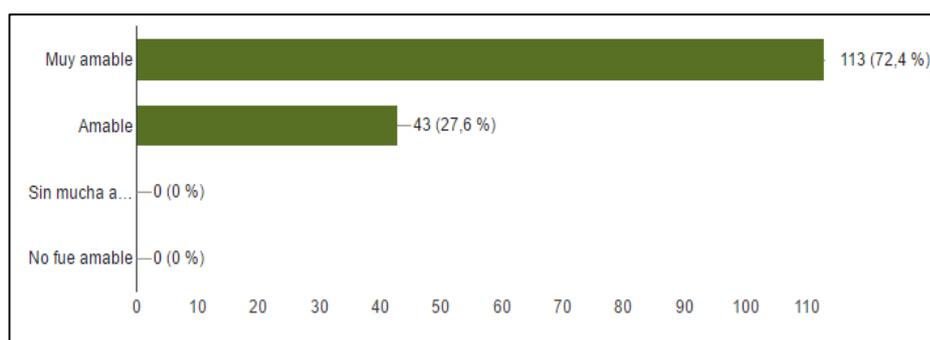


Figura 43 Calificación de la encuesta

4.1.4 Capacitación participativa

En este estudio se analiza la eficiencia que tuvieron las capacitaciones dirigidas por los alumnos el IASA con coordinación de los docentes sobre los moradores de San Fernando, las capacitaciones se realizaron en base al modelo proyecto productivo de la Hcda "El Prado".

4.1.4.1 Asistencia a la capacitación

El porcentaje de asistencia diaria a los talleres teóricos fue del 70%, es decir 14 participantes, los beneficiarios estuvieron muy interesados en los temas propuestos y al final de los talleres realizaron preguntas que fueron contestadas con el apoyo técnico de los ingenieros. Figura 44.

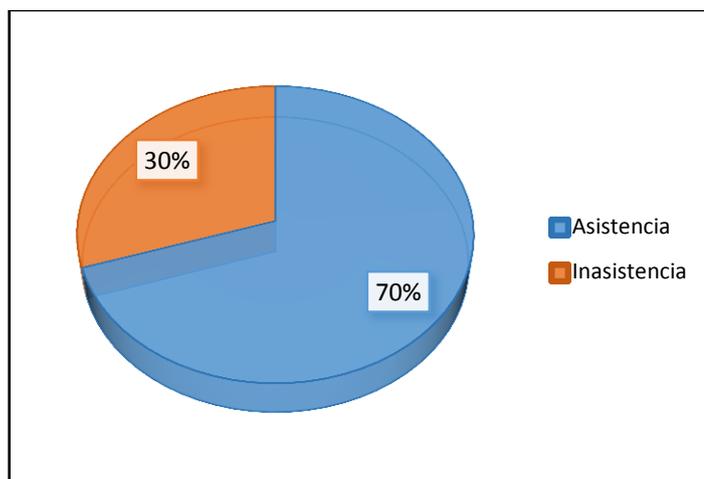


Figura 44 Porcentaje de asistencia taller teórico

4.1.4.2 Asistencia por taller teórico

Los talleres teóricos que presentaron mayor asistencia fueron: visita a pailones 38%, segundo taller avicultura 46%, visita módulos IASA y primer taller de porcicultura con 85% del total de los beneficiarios y el taller de mayor asistencia fue el primer taller de avicultura con 100%. Figura 45. Los contenidos impartidos en el desarrollo de aprendizaje se encuentran en el anexo 3.

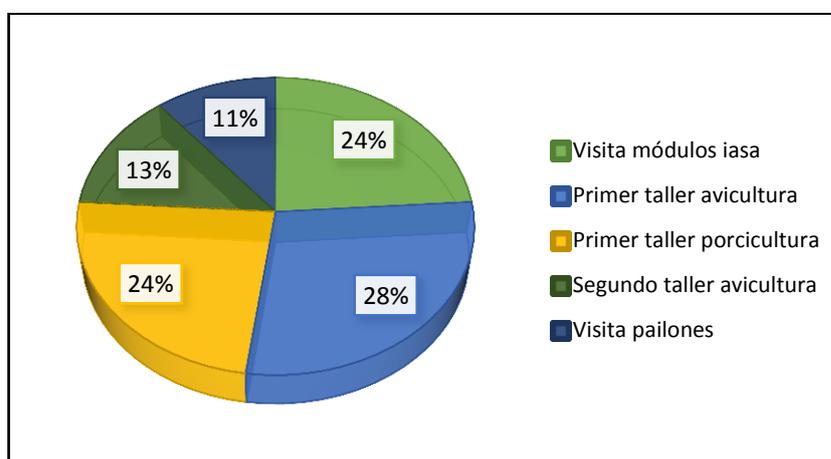


Figura 45 Porcentaje de asistencia por temas desarrollados

4.1.4.3 Producción pecuaria

La producción pecuaria se encuentra distribuida de la siguiente manera: 9 personas poseen aves por facilidad de manejo, 4 personas se dedican a la crianza de cerdos y 2 personas a los cuyes y conejos. Los 5 participantes restantes se dedican a la agricultura. Figura 46.

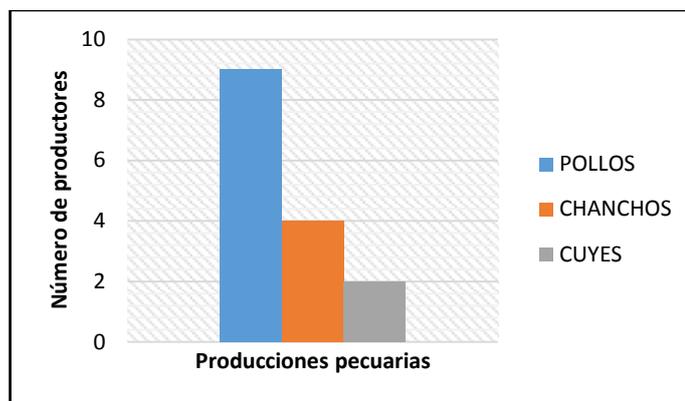


Figura 46 Diversidad producción pecuaria

4.1.4.4 Visitas técnicas y evaluación

En cada visita técnica los beneficiarios estuvieron muy motivados para conocer y aprender nuevas metodologías sobre alimentación manejo y bioseguridad de aves y porcinos, por esta razón su participación y asistencia fue del 100%, se pudo observar un progresivo mejoramiento acorde a la producción pecuaria de cada beneficiario. Los resultados aplicados a la evaluación inicial del desempeño enuncian los rendimientos de cada beneficiaria, destaca la señora Gloria Caiza con un promedio de 2,17 sobre 3 puntos, lo que equivale a un grado de variación superior en la escala utilizada y la señora Maria Guallichico corresponde al promedio inicial más bajo 0,93 sobre 3. Figura 47.

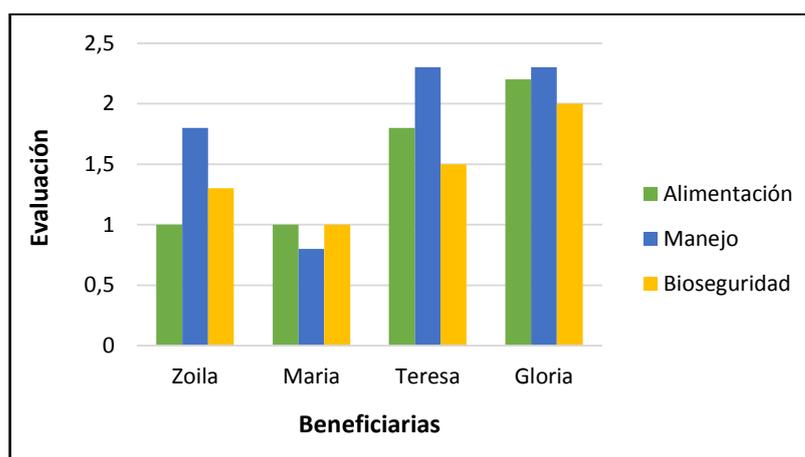


Figura 47 Evaluación inicial del desempeño

4.1.4.5 Evaluación de conocimientos inicial y final en procesos de producción pecuaria: Avicultura

Se observa que la evaluación inicial de avicultura para la señora Zoila Guallichico presenta un incremento, al finalizar la capacitación logró realizar correctamente las

actividades en cuanto a alimentación manejo y bioseguridad, se registra que su evaluación sobre 3 puntos en cuanto alimentación incrementó de 1 a 2.5, la evaluación del manejo aumentó de 1.8 a 2.3 y la bioseguridad presentó un incremento de 1.3 a 2.8 sobre 3. Figura 48.

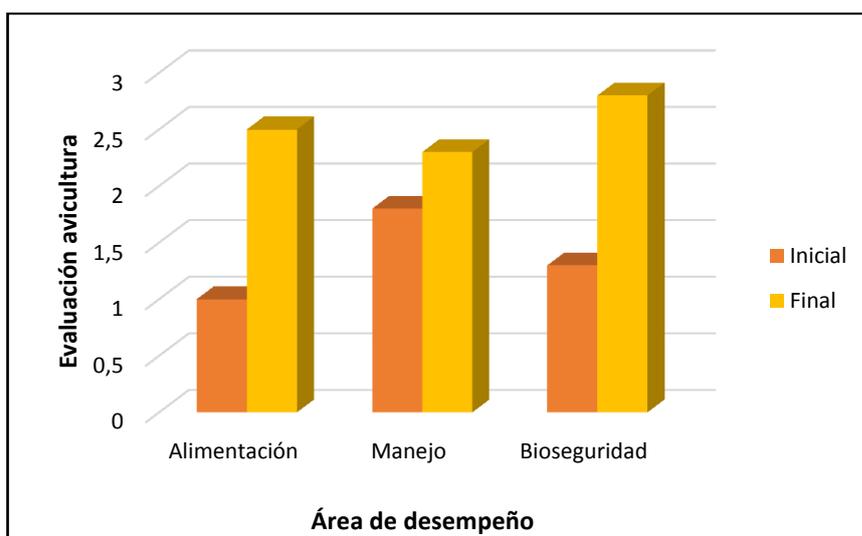


Figura 48 Evaluación señora Guallichico inicial y final

La evaluación inicial de avicultura para la señora Teresa García presenta un incremento al finalizar la capacitación, su evaluación sobre 3 puntos en cuanto alimentación fue de 1.8 a 2.8, en el manejo 2.3 a 3 y de 1.5 a 2.5 sobre 3 en la bioseguridad. Figura 49.

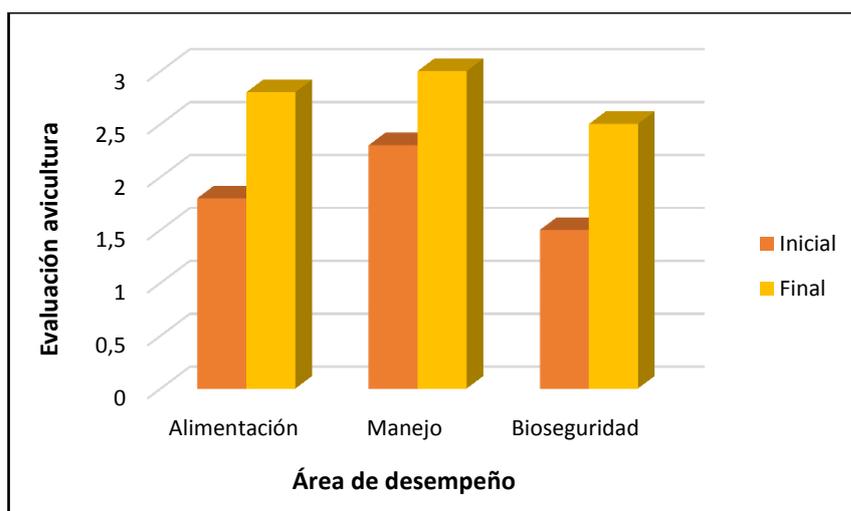


Figura 49 Evaluación señora García inicial y final

4.1.4.6 Evaluación de conocimientos preliminar y final en procesos de producción pecuaria: Porcicultura

Al inicio de la capacitación se observa que la señora María Guallichico conoce muy poco las actividades que debe realizar en cuanto a alimentación, manejo y bioseguridad de sus animales, su evaluación sobre 3 puntos fue inicialmente de 1 y al finalizar la capacitación se muestra un incremento en cuanto al aprendizaje de 2,3 en el área de alimentación. Hubo un incremento representativo en el área de manejo fue 0,8 a 2 puntos, mientras que en bioseguridad fue de 1 a 2,5. Figura 50.

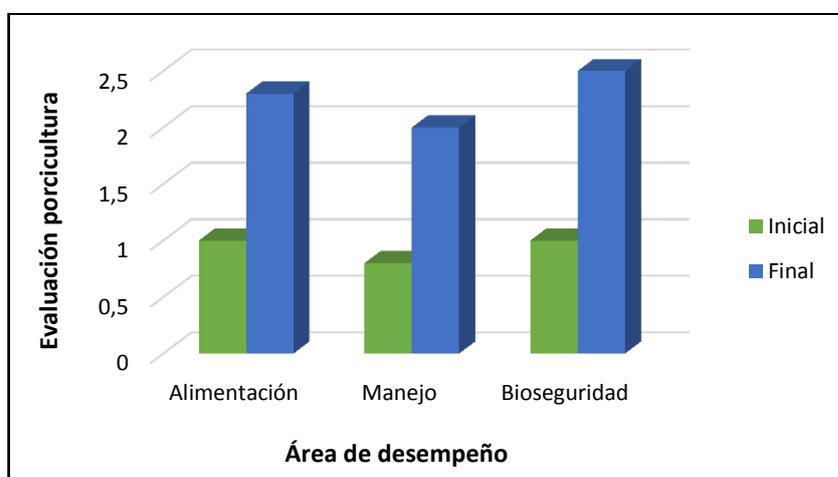


Figura 50 Evaluación señora Guallichico inicial y final

Se observa un incremento respecto a la evaluación inicial y final del área de desempeño de la señora Gloria Caiza en cuanto a la alimentación de 2,2 a 3 puntos, manejo de 2,3 a 3 puntos y bioseguridad de 2 a 3 puntos sobre 3. Figura 51.

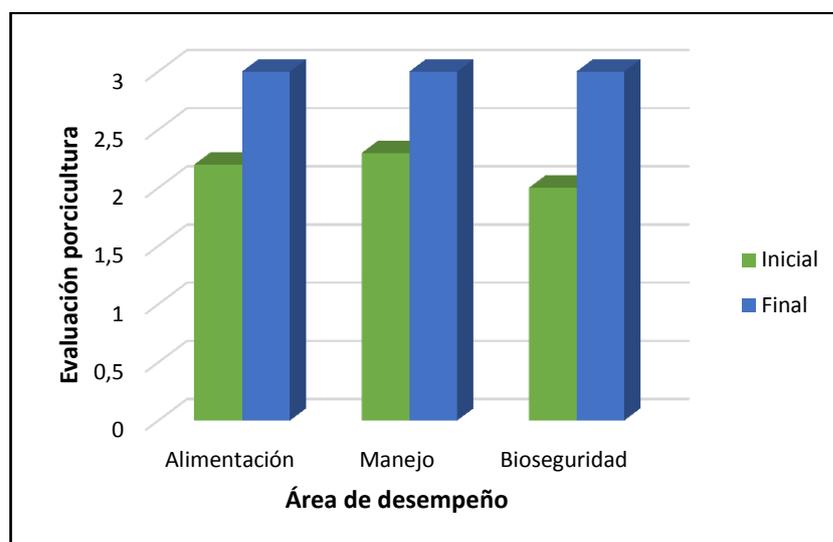


Figura 51 Evaluación señora Caiza inicial y final

4.1.5 Uso de microalgas andinas

4.1.5.1 Evaluación del crecimiento celular de la microalga andina *Chlorella sp.*

Se evaluó el crecimiento celular de *Chlorella sp.*, en medio enriquecido con fertilizante Nitrofoska. La curva obtenida ilustra todas las fases de crecimiento, se observa el desarrollo celular de la microalga, desde las etapas iniciales hasta alcanzar su máxima densidad celular a los 19 días, la densidad celular se expresó en células/mL. Figura 52. Cuando los tanques de 20 litros alcanzaron los 19 millones de células por mL. se procedió a realizar la remoción de contaminantes de aguas residuales descrito más adelante.

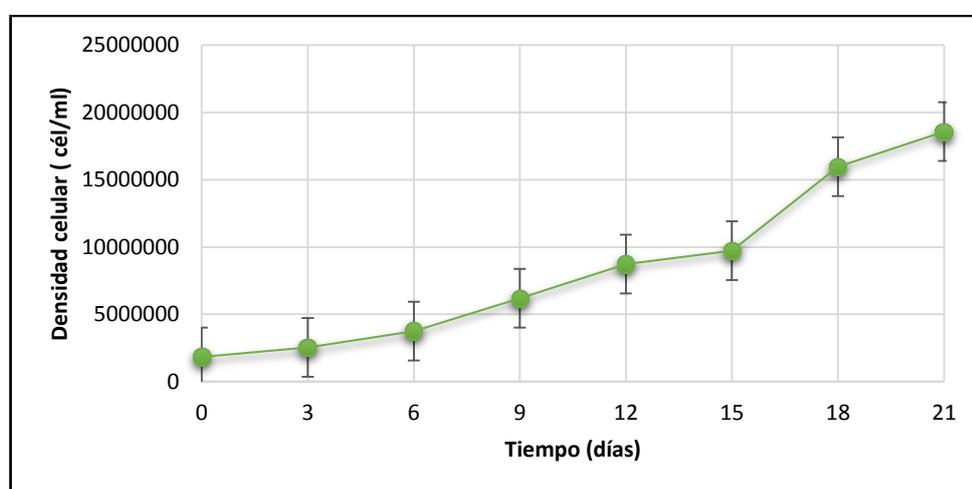


Figura 52 Curva de crecimiento celular de *Chlorella sp.*

4.1.5.2 Calidad de las aguas residuales por tratamiento

Se determinó la calidad de aguas residuales mediante el control de los parámetros físicos de temperatura y PH en los tratamientos. Tabla 11 y 12. El pH y la temperatura fueron medidos diariamente a lo largo de todo el ensayo, manteniéndose la temperatura con una media de 21,56°C, la temperatura celular se adaptó al medio de cultivo. El potencial de hidrógeno representa una variable importante a medir ya que la concentración de iones de hidrógeno determinan el grado de acidez y basicidad en las muestras, el incremento o la disminución de este parámetro está directamente relacionado con los porcentajes de remoción de contaminantes (Ruiz Marin, Mendoza-Espinosa, & Stephenson, 2010) como se cita en (Pachacama, 2015), se evidenció un pH promedio de 8,41, cabe recalcar que la microalga presenta un pH óptimo para su cultivo entre 7 y 8, por lo tanto un descenso puede ser letal.

Tabla 11
Promedio parámetros físicos según tratamiento

Tratamiento	Temperatura (°C)	pH
T1	20,3	8,58
T2	21,7	8,46
T3	22,1	8,71
T4	22,2	8,48
T5	21,5	7,81

Tabla 12
Medidas resumen de temperatura y pH

	Media	Desv. Estándar	Coef. Variación
Temperatura	21,56	0,76	3,53
pH	8,41	0,35	4,15

4.1.5.3 Remoción de contaminantes de aguas residuales porcinas

Se evaluó los porcentajes de remoción de NH_4^+ , PO_4^+ , DQO y DBO5, de los tratamientos con *Chlorella sp.*, bajo cinco tratamientos con tres repeticiones durante 30 días. Los gráficos alcanzados indican la eficiencia de remoción de cada tratamiento en diferentes concentraciones. Figura 53 y 54.

Con respecto al parámetro DQO disminuyó en todos los tratamientos

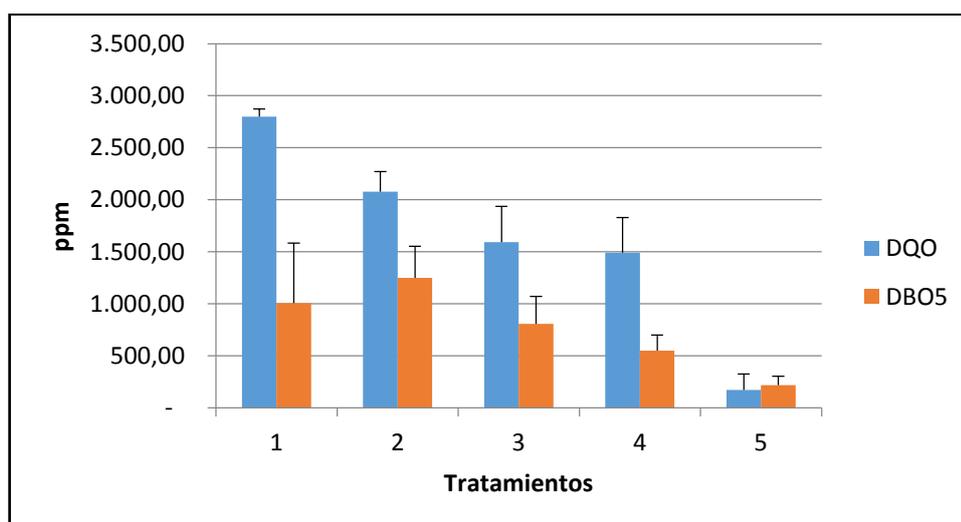


Figura 53 Lectura inicial de DQO y DBO5 por parte de *Chlorella sp.*

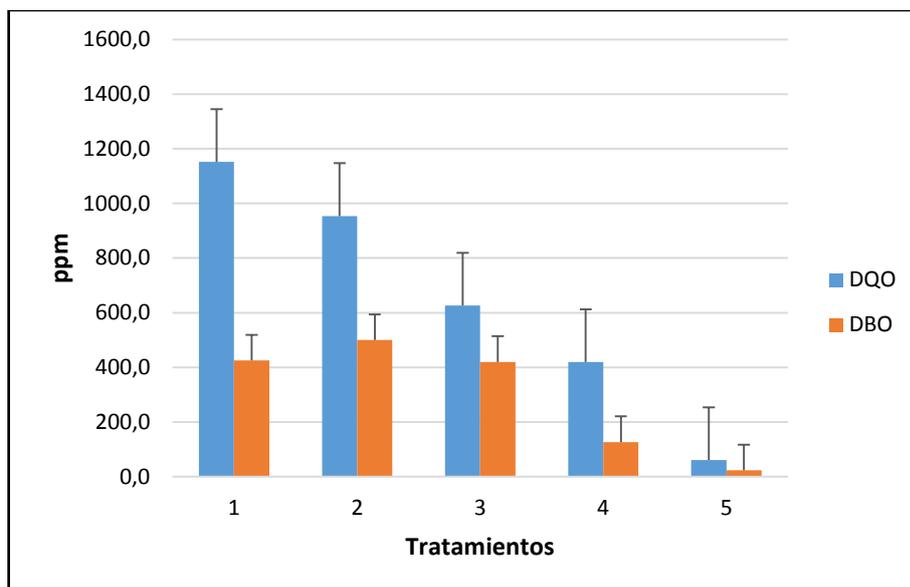


Figura 54 Remoción final DQO y DBO5 después de 30 días

La tabla 13 muestra los estadísticos de resumen para DQO. Incluye medidas de tendencia central, medidas de variabilidad y medidas de forma. De particular interés aquí son el sesgo estandarizado y curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra proviene de una distribución normal. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar cualquier prueba estadística con referencia a la desviación estándar. En este caso, el valor del sesgo estandarizado se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes una distribución normal. Figura 55. El valor de curtosis estandarizada se encuentra dentro del rango esperado para datos provenientes de una distribución normal.

Tabla 13
Resumen estadístico para DQO

Recuento	15
Promedio	1627,13
Desviación Estándar	915,365
Coefficiente de Variación	56,2563%
Mínimo	58,0
Máximo	2843,0
Rango	2785,0
Sesgo Estandarizado	-0,732909
Curtosis Estandarizada	-0,493487

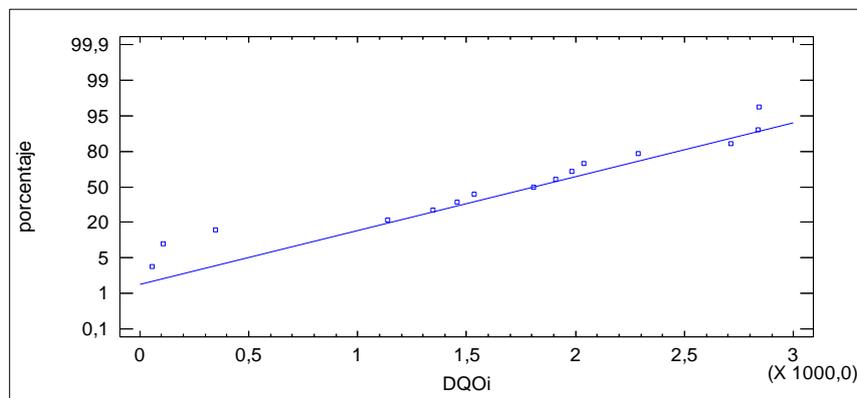


Figura 55 Probabilidad normal para DQO inicial

La tabla 14 descompone la variabilidad de DQO inicial en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre DQO con un 95% de nivel de confianza. Figura 56.

Tabla 14
Análisis de varianza para DQO inicial

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	1,11373E7	4	2,78431E6	46,93	0,0000
RESIDUOS	593252,	10	59325,2		
TOTAL (CORREGIDO)	1,17305E7	14			

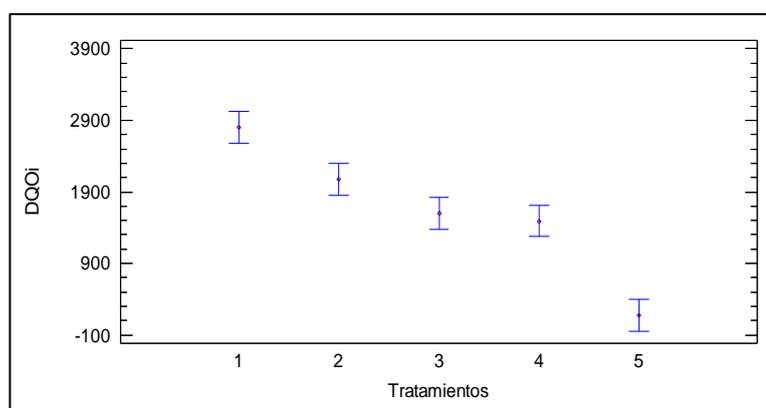


Figura56 Gráfico de medias y 95% de fisher LSD para DQO inicial

La tabla 15 descompone la variabilidad de DQO final en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0,05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre DQO final con un 95% de nivel de confianza. Figura 57.

Tabla 15
Análisis de varianza DQO final

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	2,23466E6	4	558665,	27,43	0,0000
RESIDUOS	203647,	10	20364,7		
TOTAL (CORREGIDO)	2,43831E6	14			

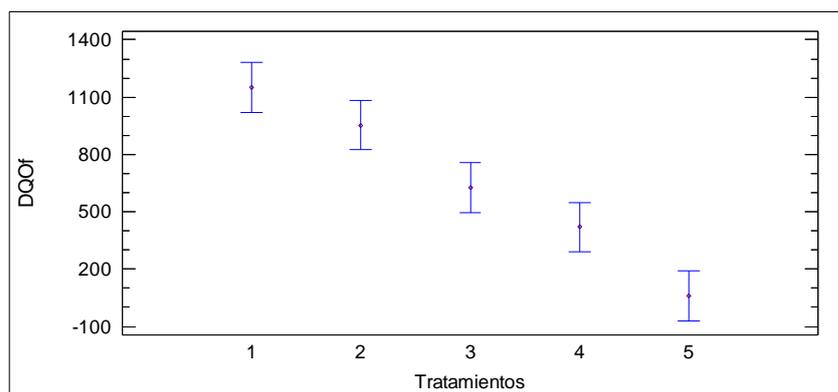


Figura 57 Gráfico de medias y 95% de Fisher LSD para DQO final

La tabla 16 descompone la variabilidad de DBOi_DQOi en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ningún valor-P es menor que 0,05, ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre DBOi_DQOi con un 95% de nivel de confianza. Figura 58.

Tabla 16
Análisis de varianza para DBO y DQO inicial

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	10,6331	4	2,65827	2,22	0,1399
RESIDUOS	11,9814	10	1,19814		
TOTAL (CORREGIDO)	22,6145	14			

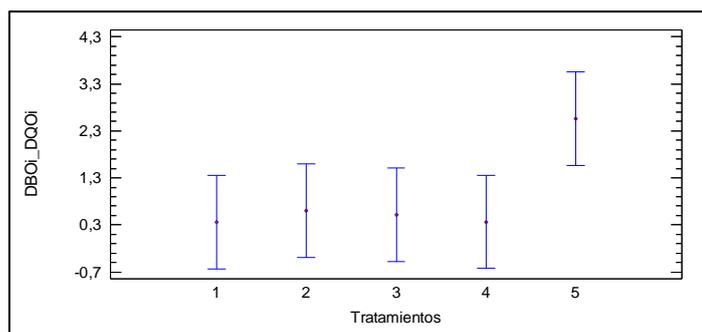


Figura 58 Gráfico de medias y 95% de Fisher LSD para DBO y DQO inicial

La tabla 17 descompone la variabilidad de DBO_f_DQO_f en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que ningún valor-P es menor que 0,05, ninguno de los factores tiene un efecto estadísticamente significativo sobre DBO_f_DQO_f con un 95% de nivel de confianza. Figura 59.

Tabla 17
Análisis de varianza para DBO y DQO final

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
EFFECTOS PRINCIPALES					
A:Tratamientos	0,17284	4	0,04321	0,69	0,6173
RESIDUOS	0,629133	10	0,0629133		
TOTAL (CORREGIDO)	0,801973	14			

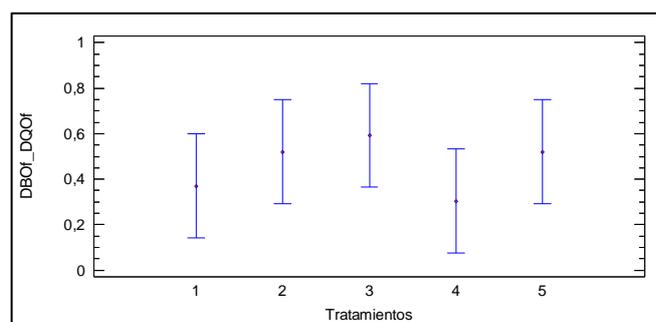


Figura 59 Gráfico de medias y 95% de Fisher LSD para DBO y DQO final

La tabla 18 contiene el resumen estadístico para las dos muestras de datos. Pueden utilizarse otras opciones tabulares, dentro de este análisis, para evaluar si las diferencias entre los estadísticos de las dos muestras son estadísticamente significativas. De particular interés son el sesgo estandarizado y la curtosis estandarizada que pueden usarse para comparar si las muestras provienen de distribuciones normales. Valores de estos estadísticos fuera del rango de -2 a +2 indican desviaciones significativas de la normalidad, lo que tendería a invalidar las pruebas que comparan las desviaciones estándar. En este caso, ambas muestras tienen valores de sesgo estandarizado fuera del rango normal. Ambas curtosis estandarizadas se encuentran dentro del rango esperado. Figura 60.

Tabla 18
Resumen estadístico NH4 inicial y final

	<i>NH4i</i>	<i>NH4f</i>
Recuento	15	15
Promedio	1,42533	2,58533
Desviación Estándar	1,25549	4,28103
Coefficiente de Variación	88,084%	165,589%
Mínimo	0,48	0,21
Máximo	3,9	11,31
Rango	3,42	11,1
Sesgo Estandarizado	2,44685	2,6277
Curtosis Estandarizada	0,552036	0,718232

Comparación de Medias

Intervalos de confianza del 95% para la media de NH4 inicial: 1.42533 +/- 0.695269 [0,730065, 2,1206].

Intervalos de confianza del 95% para la media de NH4 final: 2.58533 +/- 2.37076 [0,21457, 4,9561].

Intervalos de confianza del 95% intervalo de confianza para la diferencia de medias. Suponiendo varianzas iguales: -1,16 +/- 2.35959 [-3.51959, 1.19959]

Prueba t para comparar medias

Hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2$

Hipótesis Alt.: $\mu_1 < \mu_2$

Suponiendo varianzas iguales: $t = -1.00702$ valor-P = 0.322548

No se rechaza la hipótesis nula para $\alpha = 0.05$.

La prueba-t para comparar las medias de las dos muestras se construye los intervalos de confianza, el cual se extiende desde -3,51959 hasta 1,19959. Puesto que el intervalo contiene el valor de 0, no hay diferencia significativa entre las medias de las dos muestras de datos, con un nivel de confianza del 95%. Puesto que el valor-P calculado no es menor que 0,05, no se puede rechazar la hipótesis nula.

Intervalos de confianza del 95%

Desviación Estándar de NH4i: [0,919178, 1,98003]

Desviación Estándar de NH4f: [3,13426, 6,75161]

Razones de Varianzas: [0,0288748, 0,256177]

Se realizó la prueba-F para comparar las varianzas de las dos muestras. Se construyó intervalos de confianza para cada desviación estándar y para las varianzas. El intervalo de confianza para la varianza se extiende desde 0,0288748 hasta 0,256177. Puesto que el intervalo no contiene el valor de 1, existe diferencia estadísticamente significativa entre las desviaciones estándar de las dos muestras con un 95%. Tabla 19

En este caso, la prueba se realizó para determinar si el cociente de las desviaciones estándar es igual a 1,0 versus la hipótesis alternativa de que el cociente no es igual a 1,0. Puesto que el valor-P calculado es menor que 0,05, se puede rechazar la hipótesis nula en favor de la alterna.

Tabla 19
Comparación desviación estándar NH4 inicial y final

	<i>NH4i</i>	<i>NH4f</i>
Desviación Estándar	1,25549	4,28103
Varianza	1,57626	18,3273
Gl	14	14

4.2 Discusión

4.2.1 Línea Base

Para el tratamiento de aguas residuales en granjas porcícolas se realizó un vínculo con la comunidad. Mediante un diagnóstico se definió la problemática de las producciones agropecuarias y se establecieron estrategias de capacitación.

(Pérez & Zambrano, 2013) señalan que antes de proceder a realizar las encuestas correspondientes, es necesario estratificar la población o universo, donde la muestra

se determina a través de muestreos probabilísticos para una población conocida. Se utilizó la técnica de encuesta, con el diseño de un cuestionario, para el levantamiento de información y procesamiento de datos.

En base a la encuesta se pudo ver que las personas se mostraron acogidas y en confianza en la entrevista, ya que se calificó al encuestador como “muy amable”. Cabe recalcar que los moradores del barrio se mostraron animados de asistir a las capacitaciones. Además, las personas que no poseen producciones pecuarias fueron tomadas en cuenta para futuros proyectos de capacitación.

4.2.2 Capacitación productores locales

Los beneficiarios del barrio San Fernando fueron capacitados bajo la metodología de la ECAs junto con la metodología del GTT. Con este respaldo pudieron asimilar las prácticas y técnicas impartidas durante el proceso, tanto en la parte teórica como en la práctica. Estos procesos coinciden con la afirmación de Bommathanahalli (2002), quien afirma que con la aplicación del modelo “aprender – haciendo” en las ECAs, por iniciativa propia tiene el más alto nivel de retención del aprendizaje, el 90%.

Con la ejecución de 21 talleres teóricos y prácticos, los participantes aprenden sobre la producción sostenible de aves y cerdos. Con la metodología de las ECAs aplicada en la comunidad y junto con actividades realizadas, los productores pudieron adquirir nuevos conocimiento con mayor rapidez, al igual que los estudios realizados por (Guevara, 2013). La adopción de esta técnica es un logro, porque los productores mostraron interés con respecto a la investigación dentro de la ECAs, demostrándolo así en las asistencias a las capacitaciones recibidas. Anexo 2.

Este estudio mostró la importancia que tienen las ECAs junto con la metodología GTT ya que al ser evaluadas las mujeres beneficiarias del barrio se pudo comparar los conocimientos iniciales y finales que obtuvieron. El resultado positivo, demostró la capacidad de resolver diversos problemas pecuarios que presentan los animales. Esto es congruente con los resultados realizados por (Imbaquingo & Ortega, 2015), en donde aplica evaluaciones a los agricultores del sector de Conocoto. Este proceso, bajo la metodología ECAs es fundamental ya que, se tiene éxito cuando hay una

buena comunicación entre los beneficiarios y los técnicos Ardòn (2003) como se cita en (Guevara, 2013).

4.2.3 Tratamiento de aguas residuales con microalgas

En el crecimiento celular de *Chlorella sp.* en medio nitrofoska presentó un rápido crecimiento en cultivo celular. El seguimiento de los cultivos realizado cada 3 días mostró un aumento progresivo evidenciando su densidad celular, lo cual está acorde con los resultados generados por (Kastanek, 2010) como se cita en (Infante, y otros, 2011) que cultivó *Chlorella sp.*

Las microalgas presentan fases de crecimiento (latencia, exponencial, estacionaria y decaimiento) (Essmann, 2011). En el presente trabajo la tasa de crecimiento exponencial es menor que la estacionaria, debido a que el inóculo posee células no viables, o bien a una leve contaminación de bacterias afectando la capacidad de multiplicación Becker (1994), como se cita en (Essmann, 2011). Al final, la tasa de crecimiento disminuyó y empieza a acumular desechos tóxicos de la propia célula, la viabilidad de las células disminuye y comienza el cultivo a caerse liberando sustancias inhibitorias del crecimiento al medio, lo que es causado por las condiciones ambientales desfavorables, disminuyendo la concentración celular en forma abrupta (Essmann, 2011).

La DBO y DQO se utilizan en el tratamiento de aguas residuales de porcinos permitiendo conocer la cantidad de materia orgánica a oxidarse. En el presente estudio el mejor tratamiento fue el tratamiento tres, con un porcentaje del efluente porcino del 60%. Los valores en la relación DBO5/DQO en aguas residuales que no han sido tratadas se encuentran entre 0.3 y 0.8. Si los valores son mayores a 0.5 se considera que las aguas son fácilmente tratables por procesos biológicos, pero son menores a 0.3 el residuo puede contener tóxicos (De la Torre Chauvin, 2009).

Las relaciones DBO5/DQO encontradas en el presente trabajo determinan altos porcentajes de remoción de materia orgánica en aguas residuales de porcinos en tratamientos con *Chlorella sp.* Este trabajo es comparable con el de (Pachacama, 2015). La DQO está relacionado con los niveles de carbono en el efluente, la reducción de este parámetro se debe a que el carbono es necesario para el crecimiento microalgal. Por otra parte (Chacón, Andrade, Cárdenas, Araujo, &

Morales, 2004) reportan resultados similares en cuanto a los valores de DQO, donde se obtuvo eficiencias en remoción de materia orgánica de hasta 75% proveniente de un proceso de tratamiento primario en un período de 8 días, sin lograr vincular esta remoción con el número de células algales o el contenido de clorofila. Se indica que la remoción de materia orgánica posiblemente es debido a la utilización de volúmenes menores de cultivo, donde las elevadas densidades celulares no permiten diferenciar entre la materia orgánica existente en el agua residual y la generada como producto del metabolismo microalgal.

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se elaboró la línea base de producciones agropecuarias del barrio San Fernando durante el período 2016, en donde se determinó que las principales producciones de interés agropecuarias en este sector son gallinas, vacas y cerdos.
- Los volúmenes de producción bajo esta misma condición están representados por una familia a pequeña escala con una capacidad de producción de 10 cerdos.
- Durante el período 2016-2017 se desarrollaron 21 talleres donde participaron de 15 a 20 beneficiarios, los cuales fueron capacitados en talleres de avicultura, porcicultura y manejo de aguas residuales.
- Las cuatro mujeres productoras de la comunidad aplicaron nuevos conocimientos y habilidades aprendidas durante la capacitación.
- Los beneficiarios directos recibieron capacitación donde el resultado del aprendizaje tuvo una calificación promedio de 2,17 sobre 3 puntos, lo que equivale a un grado de variación superior en la escala utilizada
- Bajo las condiciones del estudio, se determinaron altos porcentajes de remoción de materia orgánica, NH₄⁺, PO₄⁺, DQO y DBO₅, demostrando la eficiencia del uso de microalgas andinas del género *Chlorella sp.* para el tratamiento de purines porcícolas.

5.2 Recomendaciones

- Se debe realizar las capacitaciones a grupos de máximo 20 personas en el cual se pueda transmitir la información a todos los asistentes, así como responder a sus inquietudes.
- Es necesario que el extensionista o técnico este siempre dispuesto a escuchar al productor y darle confianza para que éste pueda recurrir a él para aclarar sus inquietudes y así solucionar sus problemas.
- Se recomienda que este estudio en base a esta tecnología se promulgue en otra zona y se realice evaluaciones antes, durante y después.

- Las mujeres del Barrio San Fernando estuvieron muy interesadas también en proyectos agrícolas por lo cual se recomienda incentivar a la creación de nuevos proyectos de vinculación.
- Desarrollar talleres participativos con la comunidad con la entrega de material divulgativo (manuales, folletos, etc).
- Involucrar a los gobiernos seccionales, juntas parroquiales y municipio en la capacitación de la comunidad y como fuente logística para sostenibilidad de productores a pequeña y mediana escala.
- Se recomienda no aplicar directamente las aguas residuales del efluente porcino sin previo tratamiento a los cultivos ya que pueden ser perjudiciales para estos.
- Para poder realizar los tratamientos de aguas residuales, se recomienda que la densidad celular de la microalga *Chlorella sp.* sea mayor a 19 millones de células por ml para tener resultados efectivos.

5.3 Bibliografía

- Aldás, A. (2004). *Estudio de la calidad del agua para uso zootécnico en porcinos; evaluación del impacto ambiental y bioremediación*. Obtenido de esPOCH: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1890/1/17T0691.pdf>
- Androvetto, E. (2003). *Diseño y operación de un modelos para el tratamiento de aguas residuales provenientes de la grnja porcina de a facultad de medicina veterinaria y zootecnia de la universidad de San Crlos de Guatemala*. Guatemala: tesis de maestria.
- Arce, M. (22 de Julio de 2016). Estación Meteorológica. (A. Carolina, Entrevistador)
- Arredondo, B., & Voltolina, D. (Enero de 2007). *CONCENTRACIÓN, RECUENTO CELULAR Y TASA DE CRECIMIENTO*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/253237563_CONCENTRACION_RECUE NTO_CELULAR_Y_TASA_DE_CRECIMIENTO
- Aznar, A. (2000). *Determinación de los parámetros físico quimicos de calidad de las aguas*. Obtenido de Instituto Tecnológico de Química y Materiales “Álvaro Alonso Barba”. Universidad: <http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>
- Barahona, M., & Salas, G. (21 de Marzo de 2013). Obtenido de Plan de Manejo Ambiental del área pecuaria y procesamiento de alimentos de la Carrera de Ciencias Agropecuarias IASA I, Hacienda El Prado: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6340/1/T-ESPE-047009.pdf>
- Barrenchea, A. (1987). *Capitulo 1*. Obtenido de Aspectos físico químicos de la calidad de agua: <http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/uno.pdf>
- Bavera, G. (2011). *Producción Animal*. Obtenido de Sitio Argentino de Producción AnimaL: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_porcina/00-carne_porcina/03-cerdo_y_valor_nutritivo.pdf
- Billikopf, G. (2003). *Adminstración Laboral Agrícola*. California: Edición Internacional.
- Bobadilla, E., Espinoza, A., & Martínez, F. (2010). Dinámica de la producción porcina en México de 1980 a 2008. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 251-268.

- Braña, D. (2014). *"Producción de carne en América Latina"*. Obtenido de [http://slideplayer.es/slide/3518711/12/images/36/Consumo+mundial+de+carne+\(proyecci%C3%B3n+2010+a+2020\).jpg](http://slideplayer.es/slide/3518711/12/images/36/Consumo+mundial+de+carne+(proyecci%C3%B3n+2010+a+2020).jpg)
- Carrión, J. (2002). *Plan General de Desarrollo Provincial de Pichincha*. Obtenido de http://www.pichincha.gob.ec/phocadownload/pgd/2carcantyparr/7rumin/114_cantonruminahui.pdf
- Casassas, J. (15 de Octubre de 2014). *Aplicación agrícola de los purines, riesgos de contaminación y caracterización química*. Obtenido de https://www.3tres3.com/medioambiente/aplicacion-agricola-de-los-purines-riesgos-de-contaminacion-y-caracte_932/
- Castillo, K. (2013). Importancia de la participación política de la mujer joven y su incidencia. *Brújula*.
- Chacón, C., Andrade, C., Cárdenas, C., Araujo, I., & Morales, E. (08 de Julio de 2004). *USO DE Chlorella sp. Y Scenedesmus sp. EN LA REMOCIÓN DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y DQO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS DE MARACAIBO, VENEZUELA*. Obtenido de file:///D:/Descargas/26-26-1-PB.pdf
- Chacón, C., Andrade, C., Cárdenas, C., Araujo, I., & Morales, E. (8 de Julio de 2004). *USO DE Chlorella sp. Y Scenedesmus sp. EN LA REMOCIÓN DE NITRÓGENO, FÓSFORO Y DQO DE AGUAS RESIDUALES URBANAS DE MARACAIBO, VENEZUELA*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/228649608_Uso_de_Chlorella_sp_y_Scenedesmus_sp_en_la_remocion_de_nitrogeno_fosforo_y_DQO_de_aguas_residuales_urbanas_de_Maracaibo_Venezuela
- Chang, J. (2000). *Calidad de agua*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- comunitarios, V. d. (14 de Septiembre de 2015). *XVII CONCURSO DE PROYECTOS 2015*. Obtenido de <http://www.guiametodologica.dbe.uchile.cl/diagnostico.html>
- Cugcho, V. (30 de Enero de 2017). *Apuntes acerca de la ganadería porcina en Ecuador*. Obtenido de Foro agroganadero: <http://foroagroganadero.com/news/new/IdNew/601/Option/3>
- De la Torre Chauvin, E. (2009). Indices de calidad de agua. En E. de la Torre Chauvin, *Contaminación Hídrica y su Control* (págs. 1-22). Quito.

- Detlefsen, G., & Villanueva, C. (2016). *Manual de Escuelas de Campo (ECA) para facilitar el proceso de capacitación participativa de las familias rurales del Altiplano Occidental de Guatemala*. Obtenido de http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/8414/Manual_de_escuelas_de_campo.pdf
- Discroll. (1986). *pH del agua*. Obtenido de Carbotecnia: <http://www.carbotecnia.info/encyclopedia/que-es-el-ph-del-agua/>
- Ditutor. (2015). *Desviación estándar*. Obtenido de http://www.ditutor.com/estadistica/desviacion_estandar.html
- Earth, G. (2017). *Mapa google*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/maps/search/iasa/@-0.2613163,-78.6008454,48712m/data=!3m2!1e3!4b1>
- Errecart, V. (2015). *Análisis del mercado mundial de carnes*. Obtenido de http://www.unsam.edu.ar/escuelas/economia/economia_regional/CERE%20-%20Mayo%20-%202015.pdf
- ESPAC. (2014). *Encuesta de Producción Agropecuaria Continua*. Obtenido de INEC: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-produccion-agropecuaria-continua/>
- Essmann, M. (2011). *DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS BIOLÓGICOS DE LA MICROALGA : COMPARACIÓN DE UN FOTOBIOREACTOR CONTINUO VERSUS UN CULTIVO BATCH*. Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2011/bpmfpe.78d/doc/bpmfpe.78d.pdf>
- FAO. (04 de Noviembre de 2008). *El estudio de línea de base en un Diagnóstico Participativo de Comunicación Rural*. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/y5793s/y5793s03.pdf>
- FAO. (2011). *Apoyo a la rehabilitación productiva y el manejo sostenible de microcuencas en municipios de Ahuachapán a consecuencia de la tormenta Stan y la erupción del volcán Ilamatepec*. Obtenido de Guía metodológica para el desarrollo de Escuelas de Campo: <http://studylib.es/doc/6229552/gu%C3%ADa-metodol%C3%B3gica-para-el-desarrollo-de-escuelas-de-campo>
- FAO. (31 de Marzo de 2012). *El papel de la mujer en el sector agropecuario en América Latina y el Caribe*.

- FAO. (2013). *La producción de alimento vivo y su importancia en acuicultura*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/field/003/ab473s/AB473S02.htm>
- FAO. (2 de Diciembre de 2014). *Produccion y Sanidad Animal*. Obtenido de Cerdos y el medio ambiente: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/Environment.html>
- FAO. (2017). *Investigación y extensión*. Obtenido de <http://www.fao.org/nr/research-extension-systems/res-home/es/>
- Fernandez, J. (2014). *Ingeniería de Procesos aplicada a la Biotecnología de Microalgas*. Obtenido de <http://www.ual.es/~jfernand/ProcMicro70801207/tema-1---generalidades/1-1-microalgas.html>
- FIRA. (2015). *Panorama Agroalimentario*. Obtenido de Carne de porcno 2015: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/61951/Panorama_Agroalimentario_Carne_Porcino_2015.pdf
- Flores, V. (abril de 2015). *Impacto del Nivel de Grasa y su interacción con la fibra sobre las Emisiones de Amoniac y Metano en Purines de Cerdos de Cebo*. Obtenido de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/67818/Tesina_Viviana_Flores_G.pdf?sequence=1
- Gálvez, J., Rodríguez, S., Estrada, C., Bandala, E., Gelover, S., & Leal, T. (2001). *Purificación de aguas por fotocátalisis heterogénea: estado del arte*. Obtenido de Eliminación de contaminantes por fotocátalisis heterogénea.
- García, R., Ferrada, S., & Becerra, L. (Octubre de 2006). *Manual Operativo para grupos GTT*. Obtenido de INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR34000.pdf>
- Garzón, M., & Buelna, G. (Noviembre de 2013). *Caracterización de aguas residuales porcinas y su tratamiento por diferentes procesos en México*. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992014000100006#c3
- González, S. (2003). Caracterización de los purines. *INIA- La Platina*, 1-22.
- Guevara, M. (2013). *Implementación de escuelas de campo para agricultores (ecas), en la comuna cerezal de bellavista en la provincia de Santa Elena*. Obtenido de <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/25148?locale=es>

- Guzmán, R. (2011). *Diagnóstico de la calidad de agua del rio Santa Clara en el sector del Barrio Selva Alegre- Cantón Rumiñahui*. Quito.
- Halweil, B. (2002). *Una agricultura en interes de todos*. India: The Worldwatch Institute.
- IERAL. (2005). Actualidad y perspectivas en la cadena de la carne porcina. *El portal del cerdo*.
- Imbaquingo, J., & Ortega, T. (2015). *Implementación de un modelo de granja integra en la fundación Aliñambi*. Sangolquí.
- Infante, C., Angulo, E., Zárate, A., Flores, J., Barrios, F., & Zapata, C. (20 de 07 de 2011). *PROPAGACIÓN DE LA MICROALGA Chlorella sp. EN CULTIVO POR*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/3236/323627686016.pdf>
- Infante, C., Angulo, E., Zárate, A., Flores, J., Barrios, F., & Zapata, C. (20 de Julio de 2011). *PROPAGACIÓN DE LA MICROALGA Chlorella sp. EN CULTIVO POR LOTE: CINÉTICA DEL CRECIMIENTO CELULAR*. Obtenido de http://www.exeedu.com/publishing.cl/av_cienc_ing/2012/Vol3/Nro2/16-ACI1105-11-full.pdf
- Lagla, A. (2015). Un día para reflexionar sobre la importancia del agua. *El comercio*.
- Luna, M. (2012). Analisis y aplicación de técnicas geoestadísticas para la clasificación agroecológica de suelos de la hacienda El Prado IASA-ESPE. *Tesis de grado*.
- MAGAP-AGROCALIDAD. (2013). Guía de buenas prácticas porcícolas. *Resolución Técnica N° 0217* (págs. 1-72). Quito: Imprenta IdeaZ.
- Maldonado, E. (Marzo de 2014). *Evaluación de l capacidad mixotrófica de la microlga Chlorella emersoni con sustrtos amiláceos*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/8367/1/T-ESPE-047755.pdf>
- Marín, J., Campos, J., & Molina, V. (27 de Octubre de 2002). Obtenido de Gestión ambiental en granjas porcinas un estudio de caso en la microcuenca de la quebrada salitral en Costa Rica: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/viii-052.pdf>
- Massol, A. (1994). Obtenido de Nutrientes y gases: Nitrógeno: <http://www.uprm.edu/biology/profs/massol/manual/p3-nitrogeno.pdf>
- Méndez Novelo, R., Castillo Borges, E., Vásquez Borges, E., Briceño Perez, O., Coronado Peraza, V., Pat Canul, R., & Garrido Vivas, P. (2009). *Estimación del potencial contaminante de las granjas porcinas y avícolas del estado*. Obtenido de Ingeniería,

Revista Académica de la FI-UADY:
<http://www.redalyc.org/pdf/467/46713053002.pdf>

Moina, R., & Aldáz, G. (2012). *tesis de grado*. Obtenido de Implementación de un sistema de tratamiento para las aguas residuales provenientes de las porquerizas en la comunidad de san martin de veranillo utilizando tamiz comercial:
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2640/1/236T0072.pdf>

Monteverde, S. (15 de Abril de 2013). *Impactos sobre el suelo de un sistema de producción de cerdos a campo en el largo plazo*. Obtenido de
<http://smonteverde.blogspot.com/2012/10/impactos-sobre-el-suelo-de-un-sistema.html>

Moreno, J. (2010). *Evaluación del crecimiento y carotenogénesis de cuatro cepas de microalgas marinas bajo condiciones de estrés por iluminación a temperatura y salinidad constantes*. Obtenido de Tesis digitales:
<http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=20804>

OEI. (2017). *Programa de acción global*. Obtenido de Desarrollo rural:
<http://www.oei.es/historico/decada/accion.php?accion=022>

ONU. (2012). *El papel de las mujeres en el desarrollo rural, la producción alimentaria y la erradicación de la pobreza - See more at:*
<http://www.unwomen.org/es/news/stories/2012/10/the-role-of-women-in-rural-development-food-production-and-poverty-eradication#sthash.G>. Obtenido de
<http://www.unwomen.org/es/news/stories/2012/10/the-role-of-women-in-rural-development-food-production-and-poverty-eradication>

OPS. (2005). *Guía para el mejoramiento de la calidad del agua a nivel casero*. Lima.

Orellana, J. (2005). Características del agua potable. En *Ingeniería Sanitaria* (págs. 1-7).

Pachacama, L. (2015). *“Evaluación de la remoción de contaminantes de un efluente porcino mediante la utilización de las microalgas Chlorella sp. y Synechocystis salina, a nivel de laboratorio”*. Quito.

Pacheco, J., Cabrera, A., & Pérez, R. (2004). Diagnóstico de la calidad del agua subterránea en los sistemas municipales de abastecimiento en el Estado de Yucatán, México. *Ingeniería*, 165-179. Obtenido de
<http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen8/diagnostico.pdf>

- Payeras, A. (2016). *Parámetros de Calidad de las Aguas de Riego*. Obtenido de <http://www.bonsaimenorca.com/articulos/articulos-tecnicos/parametros-de-calidad-de-las-aguas-de-riego/#Parámetros Físicos>
- Peña, A. (17 de Marzo de 2012). *MÉTODOS DE ENCUESTA: ENTREVISTAS Y CUESTIONARIOS*. Obtenido de <https://investigacionubv.wordpress.com/2012/03/17/metodos-de-encuesta-entrevistas-y-cuestionarios/>
- Pérez, M., & Zambrano, M. (2013). *DISEÑO DE UN PROYECTO PARA LA AGROINDUSTRIALIZACIÓN DEL BABACO, COMO: CONSERVAS, MERMELADA, YOGOURT Y HELADOS, EN LA COMUNIDAD “ELOY ALFARO”, CANTÓN COTACACHI PROVINCIA DE IMBABURA*. Obtenido de Tesis de grado: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2194/1/T-UCE-0005-360.pdf>
- Rascón, A. (2007). *Metodología para la elaboración de la línea base y para la implementación del monitoreo biofísico y socioambiental de la cogestión de cuencas en América Central*. Obtenido de Tesis Posgrado: <http://uniciencia.ambientalex.info/infoCT/Metelalinbasimpmonbiosoccogcueamecen cr.pdf>
- Ravelo, D. (2010). Definición y Caracterización de purines. *Centro de Investigación e Ingeniería Ambiental*.
- Reinoso, D. (2016). *Análisis de la situación económica de las microempresas en los sectores rurales del cantón Rumiñahui y propuesta para mejorar los ingresos económicos*. Obtenido de <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/11614/1/T-ESPE-053045.pdf>
- Rojas, R. (2002). Sistemas de tratamiento de aguas residuales. *Curso Internacional gestion integral de trataiento de aguas reiduales*, 8-15.
- Román, M. (1997). *Guía práctica para el diseño de proyectos sociales*. Obtenido de <http://www.biblioteca.org.ar/libros/88594.pdf>
- Rumiñahui. (7 de abril de 2001). *Atlas Rumiñahui*. Obtenido de <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjh7uTdtMLSAhUN7mMKHSg4AwwQFgggMAE&url=h>

- ttp%3A%2F%2Fwww.ruminahui.gob.ec%2Findex.php%3Foption%3Dcom_phocadownload%26view%3Dcategory%26download%3D34%3Amodulo-1%26id
- Rumiñahui, G. A. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial Cantón Rumiñahui 2012-2025*. Obtenido de Rumiñahui.gob.ec: <http://www.ruminahui.gob.ec/images/d/2015/10/pdyot-2014-2019.pdf>
- Samaniego, L. (2014). *Diagnóstico de la producción porcina en el cantón Loja, provincia de Loja*. Loja: Tesis de Grado.
- Sasa , J., Coto , J., & Sánchez, V. (31 de Octubre de 2002). *GESTIÓN AMBIENTAL EN GRANJAS PORCINAS. UN ESTUDIO DE CASO EN LA*. Obtenido de bvsde.paho.org: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico26/viii-052.pdf>
- Serrano, J. (2010). *Análisis de aguas*. Obtenido de https://www.upct.es/~minaees/analisis_aguas.pdf
- Sierra, D. (16 de Marzo de 2015). *Tratamiento de aguas residuales agrícolas*. Obtenido de <https://prezi.com/zf6td2mymrbl/tratamiento-aguas-residuales-agricolas/>
- Soto, F., Gutierrez, M., & Rojas, R. (2013). *PECTOS DE LA NITRIFICACIÓN EN LA DETERMINACIÓN DE LA DBO5, EN*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/mexico13/116.pdf>
- TULAS. (2009). *Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce*. Ecuador.
- Urrutia, E. (18 de Octubre de 2012). Mercadotecnia. (C. Ayala, Entrevistador)
- Vasconcellos, N. (2011). *Programa de extensión agrícola para la producción y manejo agronómico de cultivos de ciclo corto en la comuna de San Rafael de la provincia de Santa Elena*. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/16889>
- Velandina, J. (22 de Julio de 2013). *Energía eléctrica generada a partir de residuos ganaderos*. Obtenido de <http://ecologiasocebu.blogspot.com/2013/07/>
- Villasis, J. (6 de Enero de 2016). Medidas de resumen. (C. Ayala, Entrevistador) Quito.
- Yagual, G. (2015). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD FINANCIERA PARA LA IMPLEMETACIÓN DE UNA GRANJA DE LECHONES (Susscrofa domestica) EN LA COMUNIDAD MONTEVERDE, PROVINCIA DE SANTA ELENA*. Obtenido de <http://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/2256/1/UPSE-TAA-2015-007.pdf>