

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO**

TEMA

“EVALUACIÓN DE CUATRO IMPERMEABILIZADORES PARA REDUCIR
LA PÉRDIDA DE AGUA EN PISCINAS DE TIERRA Y SU INFLUENCIA EN
EL DESARROLLO DE LA TILAPIA (*Oreochromis sp.*)
EN SANTO DOMINGO”

AUTORA

DELGADO PILLA ANGÉLICA HIPATIA

INFORME TÉCNICO DE L PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2011

**ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO**

TEMA

“EVALUACIÓN DE CUATRO IMPERMEABILIZADORES PARA REDUCIR
LA PÉRDIDA DE AGUA EN PISCINAS DE TIERRA Y SU INFLUENCIA EN
EL DESARROLLO DE LA TILAPIA (*Oreochromis sp.*)
EN SANTO DOMINGO”

AUTORA

DELGADO PILLA ANGÉLICA HIPATIA

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO.

SANTO DOMINGO – ECUADOR
2011

TEMA

“EVALUACIÓN DE CUATRO IMPERMEABILIZADORES PARA REDUCIR
LA PÉRDIDA DE AGUA EN PISCINAS DE TIERRA Y SU INFLUENCIA EN
EL DESARROLLO DE LA TILAPIA (*Oreochromis sp.*)
EN SANTO DOMINGO”

AUTORA

DELGADO PILLA ANGÉLICA HIPATIA

REVISADO Y APROBADO

ING. VICENTE ANZULES.
DIRECTOR
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

Blgo. Néstor Saltos

DIRECTOR

Ing. Vinicio Uday

CODIRECTOR

Ing. Vinicio Uday

BIOMETRISTA

CERTIFICO QUE ESTE TRABAJO FUE PRESENTADO EN ORIGINAL, MEDIO
MAGNÉTICO E IMPRESO EN DOS EJEMPLARES.

SECRETARIO ACADÉMICO

TEMA

“EVALUACIÓN DE CUATRO IMPERMEABILIZADORES PARA REDUCIR
LA PÉRDIDA DE AGUA EN PISCINAS DE TIERRA Y SU INFLUENCIA EN
EL DESARROLLO DE LA TILAPIA (*Oreochromis sp.*)
EN SANTO DOMINGO”

AUTORA

DELGADO PILLA ANGÉLICA HIPATIA

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

	CALIFICACIÓN	FECHA
Blgo. Néstor Saltos DIRECTOR	_____	_____
Ing. Vinicio Uday CODIRECTOR	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN
ESTA UNIDAD.

SECRETARIA ACADÉMICA

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado salud, inteligencia y fuerza para cumplir con mi meta propuesta.

A Rosario, mi abnegada madre, por su inmenso amor y dedicación con la que me crió.

A Armando, mi padre, por haberme inculcado valores de respeto, perseverancia y humildad durante mi vida.

A Mavi, mi hermana por su incondicional apoyo, a quien la admiro y quiero mucho.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme guiado y protegido durante mi etapa estudiantil.

A Jorge, Maryuri y Teresa, quienes de alguna manera me apoyaron para alcanzar este tan anhelado título profesional.

Al Ing. MSc. Galo Masache, mentor de este trabajo, por su valioso aporte y apoyo incondicional durante toda la etapa de investigación.

A mis amigos con los cuales construí y compartí indisolubles lazos de amistad que nunca olvidare.

A la ESPE, con su Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y su personal Docente, por los valiosos conocimientos impartidos.

Al Director, Codirector y Biometrista de mi Tesis, por sus valiosas sugerencias durante el desarrollo de este trabajo de investigación.

AUTORÍA

Las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación, así como los resultados, discusión y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

ANGÉLICA HIPATIA DELGADO PILLA

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Contenido	Página
I.	INTRODUCCIÓN	16
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	17
2.1.	Suelos.	18
2.2.	Fertilidad del Estanque.	19
2.3.	Principales características de la tilapia roja.	20
2.4.	Principales revestimientos utilizados en piscicultura.	21
2.4.1.	Cemento Portland.	21
2.4.2.	Bentonita.	22
2.4.3.	Argamasa.	23
2.4.4.	Gley.	23
2.4.5.	Geomembrana.	23
2.4.5.1.	Funciones.	24
2.4.5.2.	Tipos de Geomembrana.	24
2.4.5.3.	Aplicaciones.	24
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.	26
3.1.	Ubicación Política.	26
3.2.	Ubicación Geográfica.	26
3.3.	Ubicación Ecológica.	26
3.4.	Materiales.	27
3.5.	Métodos.	28
3.5.1.	Factores de Estudios.	28
3.5.2.	Procedimiento.	28
3.5.2.1.	Diseño Experimental.	28
3.5.2.1.1.	Tipo de diseño.	28
3.5.2.1.2.	Repeticiones	29
3.5.2.2.	Características de la UE.	29
3.5.2.3.	Análisis Estadístico.	30
3.5.2.3.1.	Esquema de análisis de varianza.	30
3.5.2.3.2.	Coeficiente de variación.	31

3.5.2.3.3.	Análisis Funcional.	31
3.5.3.	Desarrollo de la tesis.	31
3.5.3.1.	Prueba de Filtración.	31
3.5.3.2.	Determinación de la Textura.	32
3.5.3.3.	Construcción de las piscinas.	32
3.5.3.3.1.	Excavación manual del terreno.	32
3.5.3.3.2.	Colocación de los tubos de desagües.	32
3.5.3.3.3.	Peinado de los taludes interiores de las piscinas.	33
3.5.3.3.4.	Aplicación de impermeabilizadores de suelo.	33
3.5.3.3.5.	Desinfección de las piscinas.	35
3.5.3.3.6.	Llenado de las piscinas.	35
3.5.3.3.7.	Toma de datos de filtración.	36
3.5.4.	Animales.	37
3.5.4.1.	Siembra de alevines.	37
3.5.4.2.	Alimentación.	37
3.5.4.3.	Muestreo de las tilapias.	37
3.5.4.4.	Desparasitación de las tilapias.	38
3.5.4.5.	Cosecha de la tilapia.	38
3.5.4.6.	Palatabilidad de la tilapia.	38
IV.	RESULTADOS.	40
4.1.	Porcentaje de retención de agua.	40
4.2.	Parámetros de la Tilapia.	41
4.2.1.	Peso de la tilapia.	42
4.2.2.	Alimento consumido.	43
4.2.3.	Ganancia de peso.	45
4.2.4.	Índice de conversión.	45
4.2.5.	Longitud.	46
4.2.6.	Altura.	47
4.2.7.	Mortalidad	48
4.2.8.	Prueba de filtración	49
4.2.9.	Análisis de textura	49

4.2.10	Palatabilidad	50
4.3	Análisis Económico.	50
V.	DISCUSIÓN.	52
VI.	CONCLUSIONES.	54
VII.	RECOMENDACIONES.	55
VIII.	RESUMEN.	56
IX.	SUMARIO.	57
X.	BIBLIOGRAFÍA.	58
XI.	ANEXOS.	61

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro Nº.	Contenido	Página
1	Tabla de parámetros que deben cumplir las aguas en la piscicultura.	21
2	Materiales y equipos utilizados en la investigación.	27
3	Tratamientos y dosis de los impermeabilizantes.	28
4	Esquema del análisis de varianza para la retención de agua.	30
5	Esquema del análisis de varianza para peso, longitud y altura de la tilapia.	30
6	Esquema del análisis de varianza para ganancia de peso, alimento consumido e índice de conversión de la tilapia	30
7	Lectura inicial del volumen de agua en las piscinas.	36
8	Análisis de varianza Porcentaje de retención de agua.	40
9	Promedios y rangos (Tukey-Alfa =0,05%) para el porcentaje de retención de agua.	40
10	Análisis de varianza para el peso obtenido de las tilapias.	42
11	Promedios y rangos (Tukey-Alfa =0,05%) para el peso obtenido de las tilapias.	42
12	Análisis de varianza para el alimento consumido.	43
13	Promedios y rangos (Tukey-Alfa =0,05%) para el alimento consumido.	44
14	Análisis de varianza para la ganancia de peso.	45
15	Análisis de varianza para el índice de conversión.	45
16	Análisis de varianza para la longitud de la tilapia.	46
17	Promedios y rangos (Duncan =0,05%) para la longitud.	47
18	Análisis de varianza para la altura de las tilapias.	47
19	Promedios y rangos (Tukey-Alfa =0,05%) para la altura de las tilapias.	48
20	Mortalidad de las tilapias	49
21	Análisis de textura	49
22	Palatabilidad de las tilapias	50

23	Análisis de Dominancia.	51
24	Tasa de Retorno Marginal.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura Nº.	Contenido	Página
1	Ubicación del lugar de investigación	27
2	Porcentajes de retención de agua	41
3	Peso alcanzado en los tratamientos.	43
4	Promedio de alimento consumido por las tilapias en los tratamientos	44
5	Longitud promedio alcanzada por las tilapias	46
6	Altura promedio alcanzada por las tilapias	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N°.	Contenido	Página
1	Datos climáticos de la precipitación en el estudio del porcentaje de retención de agua en las piscinas de tilapia con diferentes tipos de impermeabilizantes en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.	61
2	Datos de campo de temperatura del agua de las piscinas con diferentes impermeabilizantes en Luz de América- Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.	62
3	Datos de campo de pH de las piscinas con diferentes impermeabilizantes en Luz de América- Santo Domingo de los Tsáchilas	63
4	Datos de campo de los parámetros abióticos de oxígeno de las piscinas con diferentes impermeabilizantes en Luz de América- Santo Domingo de los Tsáchilas.	64
5	Datos de campo para el porcentaje de retención de agua Luz de América -Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.	65
6	Datos de campo para la obtención del peso, longitud, altura de tilapia, realizado en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas.	68
7	Datos de campo para la obtención del peso, longitud, altura de tilapia con argamasa, realizado en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.	69
8	Datos de campo para la obtención del peso, longitud, altura de tilapia con gley, realizado en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.	70
9	Datos de campo para la obtención del peso, longitud, altura de tilapia con bentonita, realizado en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.	71
10	Datos de campo para peso, longitud y altura de tilapia con	72

	cemento, realizado en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.	
11	Guía para la alimentación de la tilapia utilizada en la investigación en Luz de América en Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.	73
12	La aptitud relativa de los distintos tipos de suelos como material para la construcción de diques.	74
13	Análisis de la textura del suelo de sitio de investigación en Luz de América en Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.	75
14	Reporte fotográfico	76
15	Esquema de la distribución de los tratamientos en estudio en el campo. Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas.	81

I. INTRODUCCIÓN

El agua y el suelo, constituyen los elementos más importantes dentro de la piscicultura, en lo relacionado con el agua, el mayor problema al que se enfrentan los piscicultores de la zona de Santo Domingo es su retención, misma que depende de la permeabilidad del suelo.

Para controlar las pérdidas de agua por filtración, ya sea a través de las paredes o el fondo, se han intentado múltiples alternativas como: revestimientos con concreto, aplicación de enlucidos con arcilla o mortero de cemento, usando un forro de plástico de polietileno o también mediante el uso de geomembrana, pero sus costos son altos y su utilización es empírica.

El principal requisito del suelo destinado a la explotación piscícola es que sea arcilloso, con lo cual se logra que sea impermeable y por ende el agua no filtre, pero cuando el suelo no cumple este parámetro, se tienen que buscar alternativas que reduzcan la pérdida de agua por filtración.

Los impermeabilizantes se constituyen en la alternativa viable para disminuir la pérdida de agua, su inclusión como material de recubrimiento en las paredes de los estanques garantiza la estanqueidad de los mismos. Al no existir investigaciones, ni información documentada se hace imprescindible realizar investigaciones que abalicen su uso.

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar cuatro tratamientos para reducir la pérdida de agua por filtración en piscinas de tierra y su influencia en el desarrollo de la tilapia (*Oreochromis sp.*) en Santo Domingo, para ello se utilizó argamasa, bentonita, plástico biológico y cemento, logrando reducir las altas tasas de pérdida de agua en los estanques, así como también llenar un vacío de conocimiento en este tema.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La piscicultura es la técnica de producir en estanques, lagos naturales o artificiales. Es el cultivo de peces en ambientes confinados, donde no se pueden escapar y donde es posible su alimentación, desarrollo, cosecha y aprovechamiento de una manera adecuada y controlada (Valladares 2003).

Guzmán (2008), sostiene que en los últimos 20 años, la piscicultura continental o de agua dulce en Ecuador, ha experimentado un crecimiento, especialmente en las provincias orientales, actividad que también ha encontrado un nicho cautivo en Santo Domingo.

Según la CORPEI (2009), la infraestructura dejada por los camaroneros luego del síndrome de Taura, facilitó la introducción masiva del cultivo de tilapia roja en el Ecuador, y a la vez se constituyó en una alternativa económica en estas áreas afectadas.

La tilapia roja es un pez teleósteo, del orden Perciforme, perteneciente a la familia Cichlidae, originario del África, se reproduce fácilmente en cautiverio, especialmente en estanques de tierra (Manual Agropecuario Biblioteca del Campo 2004).

Gómez, *et al.* (1995) manifiestan que uno de los factores importantes para el desarrollo y operación de las granjas piscícolas constituye: la aptitud del suelo y del terreno, fundamentalmente de la permeabilidad, característica que permite optimizar el uso del agua.

2.1. SUELO

Yoo y Boyd (1993), afirman que, las propiedades de los suelos más importantes a considerar en la construcción de estanques son: pendiente, textura, permeabilidad, contenido de materia orgánica, salinidad, la presencia de arcillas ácidas sulfatadas y de yeso.

Según la FAO (2001), el factor aptitud del terreno y de los suelos en América, tiene una distribución muy irregular, pero las zonas más favorecidas están en América Central y en la parte sur de Sudamérica. En lo que respecta a la pérdida de agua, el 19% de los 2000 millones de superficie terrestre de América Latina es muy apta para la piscicultura. La pérdida de agua es relativamente alta en el NO de Centroamérica y en el O, SO y NE de Sudamérica.

Las pérdidas de agua se pueden producir en los estanques principalmente por dos causas: evaporación y filtración, esta última está asociada directamente con la calidad o aptitud del suelo (Asociación Cubana de Producción Animal 2000).

La permeabilidad es la propiedad que tiene el suelo de transmitir el agua y el aire y es una de las cualidades más importantes que han de considerarse para la piscicultura. Se necesita un suelo impermeable a fin de que retenga el agua y sean escasas las pérdidas por filtración. Un estanque construido en suelo impermeable perderá poca agua por filtración Este sirve si contiene una buena cantidad de arcilla 20-30% (FAO 2001).

Para la piscicultura en estanques con fines comerciales se considera aceptable una tasa media de filtración de 1 a 2 cm/d, pero es preciso tomar

medidas correctivas para reducir la permeabilidad del suelo cuando existen valores más altos (Baños 1994).

Jiménez (2005), recomienda que, para evitar la pérdida de agua por filtración en los reservorios y albercas, aplicar revestimientos de concreto, tratamiento que para ser efectivo, necesita contar con materiales de calidad, mano de obra calificada y un eficiente proceso de fabricación y curado. Pero en Ecuador, el costo del hormigón es elevado, por ello su aplicación en el campo de la piscicultura sería antieconómica.

Muñoz (2002), afirma que existe otro método para controlar la filtración de agua en las piscinas, desarrollado en la antigua URSS, conocido como gley o plástico biológico, con excelentes resultados debido a su bajo costo, alta eficiencia y uso de materiales de desecho orgánico.

Para lograr una buena producción piscícola, debe mantenerse la fertilidad del agua en los estanques y no permitir que se reduzca por la pérdida de nutrientes que se produce cuando el fondo del estanque tiene alta permeabilidad, la que obliga a reponer el agua perdida y si la fuente de abastecimiento emplea equipo de bombeo, los proyectos se encarecen (Córdoba 2003).

2.2. FERTILIDAD DEL ESTANQUE

Un estanque es un ambiente especial creado por el hombre, el cual debe ser manejado apropiadamente para alcanzar una producción adecuada de peces. Por varios siglos, los piscicultores han incrementado la producción de peces en estanques utilizando fertilizantes inorgánicos o químicos y fertilizantes orgánicos o "estiércoles"

Las plantas microscópicas llamadas algas o "fitoplancton" son la base de la cadena alimenticia para los peces. Suficiente luz y una temperatura apropiada son requeridas para que los nutrientes en los fertilizantes químicos (nitrógeno, fósforo y potasio) sean asimilados rápidamente por el fitoplancton aumentando su abundancia. El estiércol también contiene los mismos nutrientes, los cuales son liberados durante y después de su descomposición para ser utilizados por el fitoplancton. En la medida en que el fitoplancton va asimilando los nutrientes del fertilizante y se va reproduciendo para formar comunidades densas, el agua del estanque va adquiriendo un color café o verde. A esto se le llama un florecimiento (bloom del fitoplancton) (Aquaculture Fertilidad de Estanques 2011).

2.3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA TILAPIA ROJA

La tilapia roja es un pez tetrahibrido, proveniente de cuatro especies de ***Tilapia:O.aureus, O.niloticus, O.mossambicus y O.urolepsis hornorum.*** Con estos cruces se lograron características muy importantes: mayor capacidad de crecimiento, resistencia a enfermedades, mayor porcentaje de lomo, cabeza más pequeña, resistencia a bajas temperaturas y color más profundo y estable (menor cantidad de manchas). Tiene gran adaptación a climas cálidos especialmente entre 24 y 30 °C; gran tolerancia a la deficiencia de oxígeno, al manejo en altas densidades, a la manipulación y a condiciones adversas en general. Se desarrolla muy bien tanto con alimento natural como con alimentos concentrados (PRONACA 2003).

El agua es un factor indispensable, que debe estar libre de agentes contaminantes. La presencia de peces en el cuerpo de agua nos da una idea de la calidad de la misma y la posibilidad de utilizarla con fines piscícolas. (Lozano, D; López, F 2001).

En el cuadro 1, se indica los parámetros que deben cumplir las aguas destinadas a la explotación piscícola.

Cuadro 1. Tabla de parámetros que deben cumplir las aguas en piscicultura

PARAMETROS	UNIDAD	VALOR
Temperatura	°C	25,00-32,00
Oxígeno Disuelto	mg/l	5,00-9,00
pH		6,00-9,00
Alcalinidad Total	mg/l	50,00-150,00
Dureza Total	mg/l	80,00-110,00
Calcio	mg/l	60,00-120,00
Nitritos	mg/l	0,10
Nitratos	mg/l	1,50-2,00
Amonio Total	mg/l	0,10
Hierro	mg/l	0,05-0,20
Fosfatos	mg/l	0,15-0,20
Dióxido de carbono	mg/l	5,00-10,00
Sulfuro de hidrogeno	mg/l	0,01

Fuente FAO, 2001

2.4 PRINCIPALES REVESTIMIENTOS UTILIZADOS EN LA PISCICULTURA

2.4.1 Cemento Portland

Es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcillas calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecer al contacto con el agua. Su uso está muy generalizado en construcción e ingeniería civil, en Ecuador el cemento mayoritariamente utilizado es el tipo IP, se lo comercializa en sacos de 50 kg y al granel, obligatoriamente debe cumplir con la Norma INEN 490 (Manual del Ingeniero Civil 1999).

a. Mortero de cemento

Es el producto resultante de la mezcla de 1352 kilogramos de cemento portland y 0,57 m³ de agua, se lo usa generalmente para impermeabilizar tanques y para pegar cerámica (Manual del Ingeniero Civil 1999).

2.4.2 Bentonita

Es un silicato de aluminio hidratado perteneciente al grupo de las arcillas esmécticas. Su estructura laminar, su capacidad de intercambio catiónico, su poder de hinchamiento, su estabilidad térmica, entre otras propiedades, le confiere algunas ventajas las cuales son aprovechadas en un amplio campo de aplicación. El tamaño de las partículas es inferior a un 0,03% del grano medio de la caolinita y su peso molecular es de 720 g.

Existen dos tipos de bentonita, la cálcica y la sódica, siendo la cálcica la que mejor propiedades presenta al ser utilizada como material de sellado, en virtud de que es menos permeable, tiene menor contracción y menor colapsabilidad.

Los usos de las bentonitas son amplios, entre ellos se puede citar: para sostenimiento de tierras, en forma de lodo bentonítico, como material de sellado, en perforación de pozos para extraer agua, petróleo o gas natural, usada en la preparación de los lodos de perforación (Vademécum de la Construcción 2010) .

2.4.3 Argamasa.

Compuesto formado por arena y cal, mismos que al ser mezclados forman una pasta plástica y manejable, con propiedades adherentes y de bajo costo (Vademécum de la Construcción 2010).

a. Arena

La arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas, cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 mm. Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano de arena (Vademécum de la Construcción 2010).

b. Cal

Es un producto de acción cementante, a base de hidróxido de calcio, de tamaño muy fina, color blanco grisáceo, con ciertas propiedades hidráulicas. Su principal uso es dentro del campo de la ingeniería civil, se la emplea en el levantamiento de paredes no portantes, en el enlucido de interiores y exteriores, en el pegado de tejas, en el asentado de contrapisos, por citar algunos (Vademécum de la Construcción 2010).

2.4.4 Gley

Comúnmente conocido como plástico biológico, está compuesto en su totalidad por estiércol de cerdo o porquinaza.

2.4.5 Geomembrana

La geomembrana es uno de los tipos más comunes de geosintéticos, la mayoría son fabricados con polietileno de alta densidad o poli cloruro de vinilo

(PVC), son elásticos y flexibles, preservan el ambiente, evitan la contaminación de suelos, aguas subterráneas y afluentes cercanos (Morrison 2004).

2.4.5.1. Funciones:

La principal función de la geomembrana es la impermeabilización.

2.4.5.2 Tipos de Geomembranas

- GEOMEMBRANAS PVC (Cloruro de Polivinilo)
- GEOMEMBRANAS HDPE (Polietileno de Alta Densidad):

Láminas Impermeables que por su composición y características mecánicas y físicas presentan mayor durabilidad y resistencia, al ser fabricada para contrarrestar los rayos ultravioletas.

2.4.5.3 Aplicaciones:

Como impermeabilizante, la geomembrana tiene múltiples usos entre ellos se puede citar:

- En la impermeabilización de lagos artificiales
- Piscinas para lodos

- Manejo de desechos sólidos
- Rellenos sanitarios
- Lagunas de oxidación
- Minería -Riego
- Reservorios
- Acuicultura
- Agricultura
- Proyectos hidráulicos
- Canales de conducción
- Almacenamiento
- Lagunas de tratamiento de desechos de crudo, (PILVATEC 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3. UBICACIÓN DEL LUGAR DE INVESTIGACIÓN.

3.1. Ubicación Política

Provincia: Santo Domingo de los Tsáchilas
Cantón: Santo Domingo
Parroquia: Luz de América
Sector: Hacienda Zoila Luz

3.2. Ubicación Geográfica

Coordenadas: UTM Piscinas
Zona: 17
Norte: 9954272
Este: 688335
Elevación: 300 m.s.n.m.

3.3. Ubicación Ecológica

Zona de vida : Bosque húmedo tropical (bh-T)
Altitud : 300 msnm
Temperatura : 24,6 °C.
Precipitación : 3000 mm
Suelo : Franco Arenoso



Fuente: Arcview. (Base de datos Pichincha).

Figura 1. Ubicación del lugar de investigación

3.4 MATERIALES

Cuadro 2: Materiales y equipos utilizados en la investigación

MATERIALES		EQUIPOS
Pala	Cemento	Pluviómetro
Caretilla	Bentocol (Bentonita)	Peachímetro
Bailejo	Estiércol de porcina	Cámara fotográfica
Diana	CALP-24 (25 kg)	Libro de campo
Zaranda	Arena	Balanza
Sacos	Balanceado	
Flexómetro	Sal	
Estacas	Bandeja	
Cinta	Balde	
Nivel	Tilapias juveniles	
Barreno	Manguera	
Malla	Atarraya	
Plástico	Trasmallo	
Tubo PVC 4"	Azul de metileno	

3.5 MÉTODOS

3.5.1. Factores en Estudio

El factor en estudio es el tipo de impermeabilizadores

3.5.1.1. Tratamientos a comparar.

En el cuadro 1, se describen los tratamientos con sus respectivas dosis aplicadas en la investigación.

Cuadro 3. Tratamientos y dosis de los impermeabilizantes

Tratamientos					
T1	T2	T3	T4	T5	
Cemento	Bentonita	Plástico biológico o gley	Argamasa	Testigo	
Dosis	0,003 m ³ de cemento/ m ² de superficie del estanque.	0,003 m ³ de bentonita / m ² de superficie del estanque.	0,025 m ³ de porquinaza /m ² de superficie estanque	Relación 2:1 (80 kg de cal/0,09m ³ de arena), mas agua.	Sin impermeabilización

3.5.2. Procedimiento

3.5.2.1. Diseño experimental

3.5.2.1.1. Tipo de diseño.

El tipo de diseño empleado fue completamente al azar para peso, altura y longitud de la tilapia y para los demás parámetros se aplicó completamente al azar con submuestras

3.5.2.1.2. Repeticiones

Se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento, por consiguiente son 15 unidades experimentales.

3.5.2.2. Características de las UE.

3.5.2.3. Análisis Estadístico.

3.5.2.3.1. Esquema de análisis de varianza.

Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza para retención de agua.

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Impermeabilizadores	(t-1)	4
Error Experimental	t(r-1)	10
Error de Muestreo	tr(s-1)	525
Total	(S*r*t)-1	539

Cuadro 5. Esquema del análisis de varianza para peso, longitud y altura de la tilapia.

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Impermeabilizadores	(t-1)	4
Error	t (r-1)	111
Total	tr-1	115

Nota: En el análisis de varianza del peso la tilapia hubieron cuatro muertas el error debería ser 115 y el total 119.

Cuadro 6. Esquema del análisis de varianza para ganancia de peso, alimento consumido e índice de conversión de la tilapia.

Fuentes de variación	Grados de libertad	
Impermeabilizadores	(t-1)	4
Error (a)	t(r-1)	10
Muestreo	(m-1)	5
Tratamientos x muestreo	(t-1) (m-1)	20
Error (b)		50
Total	t*r*m-1	89

3.5.2.3.2. Coeficiente de variación.

Coeficiente de Variación.

$$CV = \frac{\sqrt{CMEE}}{X} \times 100$$

Donde:

CV: Coeficiente de variación

CMEE: Cuadrado medio del error experimental

X: Media de los tratamientos

3.5.2.3.3 Análisis funcional

Tukey con el 5% para medias significativas.

3.5.3 Desarrollo de la tesis

3.5.3.1. Prueba de filtración

Para la prueba de filtración, se escogió el sitio del ensayo al azar y luego se hizo el siguiente procedimiento:

- Se realizó un hueco de un metro de profundidad.
- Se lo llenó con agua y se procedió a tapar con hojas de plátano por 24 horas.
- Al siguiente día se volvió a llenar el hoyo y se iba registrando las lecturas de las pérdidas de agua durante 5, 10, 20, 40, 60, 140 y 220 minutos.

3.5.3.2. Determinación de la textura

- Se realizó por el método del barreno a una profundidad de 50 cm en forma de zig-zag.
- Se sacaron varias submuestras de suelo para luego obtener una sola muestra de 500 g.
- Posteriormente se colocó la muestra en una funda y se envió al Laboratorio de Suelo INIAP-Pichilingue para su análisis respectivo.

3.5.3.3. Construcción de las piscinas

3.5.3.3.1. Excavación manual del terreno.

La excavación del terreno se la llevó a cabo con herramientas manuales, en vista de que la profundidad a excavar fue menor a 1,50 m y el volumen de tierra no era considerable.

Las dimensiones de la piscina son de 1 m de profundidad, 3 m de ancho y 4 m de largo en la parte superior.

3.5.3.3.2. Colocación de tubo de desagües

Los desagües de las piscinas fueron construidos con tubo PVC de 4", mismos que se colocaron al nivel del piso de las piscinas y luego de haber culminado la excavación.

3.5.3.3.3. Peinado de los taludes interiores de las piscinas (Talud 1:1)

El acabado o peinado de taludes se realizó manualmente con una palilla, con la finalidad de garantizar que los taludes tengan una inclinación de una unidad horizontal y una vertical.

3.5.3.3.4. Aplicación de impermeabilizadores de suelo

a. Cemento

- Se mojó la superficie interior del estanque con agua.
- A continuación se cubrió completamente el fondo y los lados de la piscina con una capa de cemento seco de 3 mm de espesor, esparciéndolo con la mano uniformemente, de tal forma que se adhiriera.
- Luego con el bailejo se alisó las paredes y el fondo, para asegurar la uniformidad de la aplicación del cemento
- Por último se llenó la piscina luego de tres horas de haber hecho la aplicación del cemento.
- El tiempo promedio que se demora en la aplicación del cemento en cada una fue de 2 horas 17 minutos entre dos personas.
- En promedio para el revestimiento de cada piscina se utilizaron 65 kg de cemento.

b. Bentonita

- Se humedeció la superficie interior del estanque.

- Sobre la superficie mojada, se esparció con la mano la bentonita, de tal manera que se forme una capa de 3 mm de espesor.
- Posteriormente, con la ayuda del bailejo se alisó las paredes de tal manera que se adhiera completamente y garantizar la uniformidad en la aplicación.
- Una vez terminado de enlucir, se colocó plástico en todas las piscinas para que no se partan por la presencia del sol o sean dañadas por la lluvia.
- Luego de 24 horas de aplicación del revestimiento, se procedió al llenado de las piscinas.
- El tiempo empleado en la aplicación entre dos personas fue de dos horas y 30 min.
- En promedio para el revestimiento de cada piscina se utilizaron 22 kg de bentonita.

c. Plástico biológico o gley

- Primeramente se esparció agua por todas las paredes y el fondo de la piscina.
- Seguidamente se procedió a cubrir el fondo y los lados de la piscina completamente con una capa uniforme de estiércol de cerdo de 2,5 cm aproximadamente.
- Se realizó una cubierta de plástico para evitar que la lluvia lave el estiércol y se dejó reposar por tres días regándole agua durante todo ese tiempo.
- Luego se procedió a llenar totalmente la piscina.
- Para el revestimiento de cada piscina se utilizó en promedio 190 kg de porquinaza.

- El tiempo promedio que se demoró en la aplicación del gley una sola persona fue de cuatro horas y 30 minutos por cada piscina.

d. Argamasa

- Se realizó una mezcla de cal, arena y agua, en una dosificación 2:1 y agua de manera que garantice una consistencia pastosa.
- Posteriormente se aplicó la mezcla sobre las paredes y el fondo, a manera de enlucido (1,5 cm de espesor).
- Finalmente se procedió al llenar el estanque, el día siguiente de haber realizado la aplicación.
- Se utilizaron 80 kg de cal o 0,18 m³, porque la densidad específica es de 450 kg/m³ y 0,09 m³ de arena en promedio para cada piscina.
- El tiempo en colocar la argamasa entre dos personas en cada piscina fue de dos horas y 43 minutos.

3.5.3.3.5. Desinfección de piscinas

Se llevó a cabo la desinfección con cal, donde se aplicó 150 g/m², las cuáles se distribuyeron por todo el fondo y las paredes de las piscinas, se dejó reposar por un día las piscinas.

3.5.3.3.6. Llenado de las piscinas

El 04/01/2010 se realizó el llenado de todas las piscinas quedando así:

Cuadro 7. Lectura inicial del volumen de agua en las piscinas.

TRATAMIENTO	REPETICIONES		
	1	2	3
	Cm		
Cemento	81,5	86,0	83,0
Bentonita	83,0	83,5	86,0
Gley	83,0	83,5	86,0
Argamasa	85,0	72,0	84,0
Testigo	85,0	86,0	84,0

3.5.3.3.7 Toma de datos de filtración

Todos los días, a las 8:00 am se tomaron los datos del agua que quedaba, para luego proceder a la reposición del agua perdida debido a la filtración y se dejaba en su volumen inicial.

a) Determinación del porcentaje de filtración

- Se colocó una regla numerada en el centro del estanque
- Se llenó la piscina hasta el máximo y se dejó hasta el otro día.
- Luego en la mañana se leía la altura de agua marcada en la regla.
- Se anotó el valor en la hoja de campo.
- Luego se procedió a llenar la piscina para dejarla con su volumen inicial.
- Este trabajo se lo realizó todos los días durante los cinco meses que duró la investigación
- Finalmente se procedió a hacer el cálculo de la filtración de la siguiente manera:

$$Pf = \frac{(V_{iae} - V_{fae}) * 100}{V_{iae}}$$

Donde:

V_{iae}: Volumen inicial de agua en el estanque.

V_{fae}: Volumen de agua final en el estanque.

3.5.4. Animales

3.5.4.1. Siembra de alevines

Se instaló la investigación cuando las tilapias tenían un peso promedio de 36 ± 6 (g), una longitud de 110 ± 10 (mm) y 35 ± 5 (mm) de altura se trabajó con ocho unidades por unidad experimental, con un total de 120 peces.

Los animales fueron obtenidos en la Provincia del Guayas, cantón Naranjal, parroquia Taura.

3.5.4.2. Alimentación

La ración alimenticia fue calculada con la tabla del Manual Técnico de Piscicultura, se proporcionó el alimento tres veces al día, con un intervalo de cuatro horas, se realizó diariamente el pesaje del alimento a suministrarse y por último se contabilizaba el número de pepitas de alimento que flotaba, las cuales se multiplicaba por el peso promedio de cada una, para saber exactamente el consumo de la tilapia.

3.5.4.3. Muestreo de datos de las tilapias

Los muestreos se realizaron cada 21 días, en las mañanas tomando en consideración el peso del animal, largo total, y ancho total en cada una de las repeticiones y con cada unidad de observación. En total se realizaron seis

muestreos desde el día de la instalación hasta la cosecha que fue a los 126 días.

3.5.4.4. Desparasitación de tilapias

La desparasitación de las tilapias se realizó semanalmente, para ello se colocaron 30 g de sal en cada piscina.

3.5.4.5. Cosecha de las tilapias

La cosecha de las tilapias se la realizó el 28 de mayo 2010, vaciando completamente las piscinas, para luego proceder a pesarlas y medir su longitud y altura.

3.5.4.6. Palatabilidad de la tilapia

Se escogieron dos tilapias por cada tratamiento para llevar a cabo la degustación de la carne con la ayuda del personal docente, administrativo y estudiantes de la ESPE.

b) Cálculo del porcentaje de mortalidad, índice de conversión y relación peso talla.

- Porcentaje de mortalidad (Pm)
- Se lo realizó de la siguiente manera:

$$Pm = \frac{\text{Animales muertos}}{\text{Total de animales}} * 100$$

- Frecuencia: Durante los cinco meses que duró el proyecto.
- Unidad de medida: porcentaje

- Índice de conversión alimenticia (ICA)
- El índice se lo obtuvo mediante la fórmula:

$$ICA = \frac{\text{Alimento consumido}}{\text{Ganancia de peso}}$$

- Frecuencia: Cada tres semanas
- Unidad de medida: adimensional
- Relación peso talla
- Frecuencia: Cada tres semanas
- Unidad de medida: Para el peso en g y para la longitud en mm

c) Toma de datos de la temperatura, oxígeno y pH del agua.

- Temperatura
- Frecuencia: Todos los días
- Unidad de medida: °C
- Oxígeno
- Frecuencia: Todos los días
- Unidad de medida: mg/l
- pH
- Frecuencia: Todos los días
- Unidad de medida: adimensional

IV. RESULTADOS

4.1. PORCENTAJE DE RETENCIÓN DE AGUA

Cuadro 8. Análisis de varianza para el porcentaje de retención de agua en las piscinas. Luz de América, Santo Domingo – Santo Domingo de los Tsáchilas, 2010.

F.V.	gl	CM	p-valor
Impermeabilizadores	4	63732,4018	<0,0001
Error experimental	10	1256,3055	<0,0001
Error de muestreo	525	167,6246	
Total	539		

En el cuadro anterior se observa que existe diferencia altamente significativa entre los impermeabilizadores, obteniendo un porcentaje de retención promedio 71,69% y un coeficiente de variación de 18,05%.

Cuadro 9. Promedios y rangos (Tukey Alfa= 0,05%) para el % retención de agua.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	
Argamasa	94,18	A
Cemento	92,36	AB
Bentonita	77,37	B
Testigo	57,37	C
Gley	37,19	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

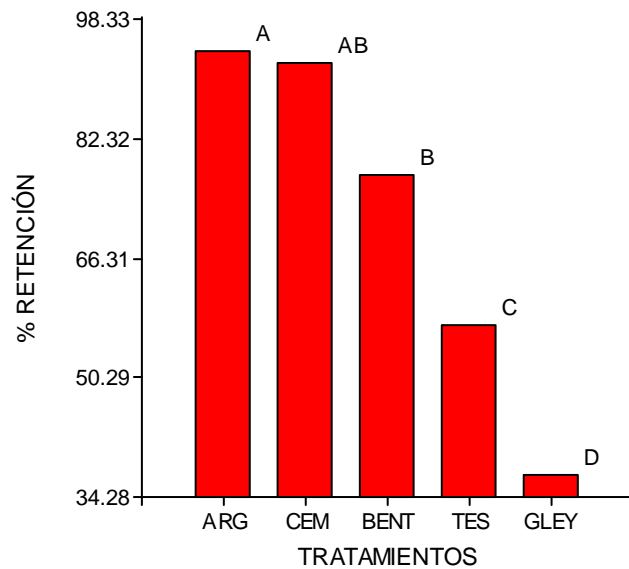


Figura 2. Porcentajes de retención de agua

En la figura 2, se puede observar que la argamasa es el que mayor retención de agua alcanzó, con un porcentaje del 94,18%, mientras que el gley fue el menor agua retuvo con un porcentaje de 37,19%.

4.2. PARÁMETROS DE LA TILAPIA

El experimento se llevó a cabo bajo las siguientes condiciones: temperatura de 28,19 $^{\circ}\text{C}$, oxígeno disuelto 3,67 ppm y pH 7,79.

4.2.1. Peso

Cuadro 10. Análisis de varianza para el peso obtenido en tilapia. Luz de América, Santo Domingo – Santo Domingo de los Tsáchilas, 2010.

F.V.	GI	CM	p-valor
Tratamientos	4	24262,16	0,0001
Error	111	1390,06	
Total	115		

En el análisis de varianza del peso se puede observar que no existen diferencias significativas entre tratamientos, con un peso promedio de 327,36 g y un coeficiente de variación de 11,49.

Cuadro 11. Promedios y rangos (Tukey Alfa= 0,05%) para el peso promedio

TRATAMIENTOS	MEDIAS	
Gley	371,35	A
Cemento	339,29	B
Testigo	322,06	BC
Argamasa	302,62	CD
Bentonita	288,90	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

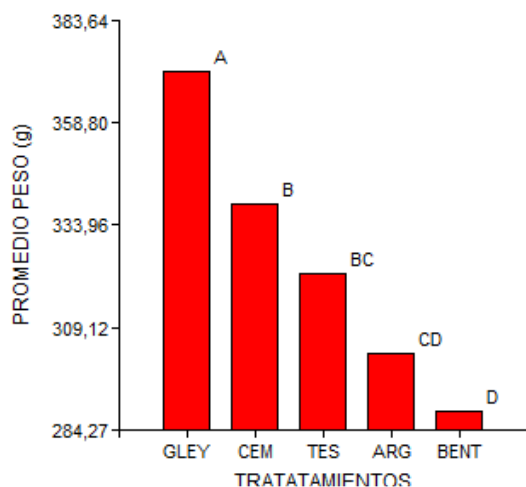


Figura 3. Peso alcanzado en los tratamientos.

En la figura 3, se puede observar que el tratamiento con gley es el que mayor peso alcanzó con 371,35 g, seguido del cemento con 339,29 g, testigo 322,06 g, argamasa 302,62 g y finalmente la bentonita con 288,90 g.

4.2.2. Alimento consumido

Cuadro 12. Análisis de varianza para alimento consumido en tilapia. Luz de América, Santo Domingo – Santo Domingo de los Tsáchilas, 2010.

F.V.	GI	CM	p-valor
Tratamiento	4	113498,82	0,0105
Error (a)	10	19212,28	0,3023
Muestreo	5	497900,85	0,0001
Trat*muestreo	20	61494,18	0,0001
Error (b)	50	15762,77	
Total	89		

En el análisis de varianza del alimento consumido se puede observar que no existen diferencias significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 25,44%.

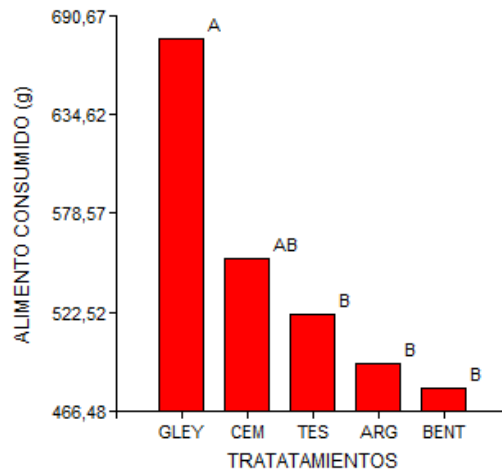


Figura 4. Promedio de alimento consumido por las tilapias en los tratamientos

En la figura 4, se puede observar que el tratamiento con gley fue el que consumió mayor cantidad de alimento 677,56, cemento 553,28 g, testigo 521,06 g, argamasa 493,28 g y finalmente la bentonita con 479,1 g.

Cuadro 13. Promedios y rangos (Tukey Alfa= 0,05%) para el alimento consumido

TRATAMIENTOS	MEDIAS	
Gley	677,56	A
Cemento	553,28	AB
Testigo	521,06	B
Argamasa	493,28	B
Bentonita	479,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

4.2.3 Ganancia de peso

Cuadro 14. Análisis de varianza para ganancia de peso en tilapia. Luz de América, Santo Domingo – Santo Domingo de los Tsáchilas, 2010.

F.V.	GI	CM	p-valor
Tratamientos	4	24996,2778	0,2130
Error (a)	10	14185,1111	0,1013 ns
Muestreo	5	207906,231	<0,0001*
Trat*muestreo	20	32064,5978	<0,0001*
Error (b)	50	8230,1778	
Total	89		

En el análisis de varianza de ganancia de peso se puede observar que no existen diferencias significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 25,04.

4.2.4 Índice de conversión

Cuadro 15. Análisis de varianza para el índice de conversión en tilapia. Luz de América, Santo Domingo – Santo Domingo de los Tsáchilas, 2010.

F.V.	GI	CM	p-valor	p-valor
Tratamientos	4	0,0632	0,0508	0,0508 ns
Error (a)	10	0,0183	0,705	0,705
Muestreo	5	0,0753	0,0206	0,0206
Trat*muestreo	20	0,0278	0,3871	0,3871
Error (b)	50	0,0255		
Total	89			

En el análisis de varianza del índice de conversión promedio 1,42 y se puede observar que no existen diferencias significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 9,36 para el error del muestreo y para el error b 11,05.

4.2.5. Longitud

Cuadro 16. Análisis de varianza para la longitud en tilapia. Luz de América, Santo Domingo – Santo Domingo de los Tsáchilas, 2010.

F.V.	GI	CM	p-valor
Tratamientos	4	471,61	0,0248
Error	111	162,22	
Total	115		

En el análisis de varianza de longitud alcanzada por los peces, se puede observar que si existen diferencias significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 5,29 y un promedio de longitud de 243,02 mm.

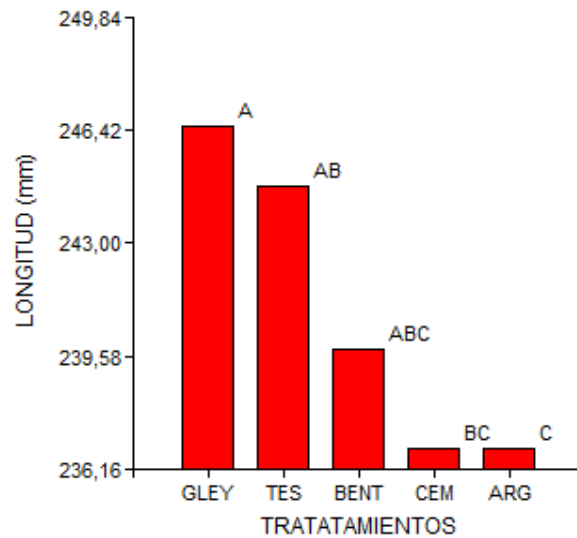


Figura 5. Longitud promedio alcanzada por las tilapias

Cuadro 17. Promedios y rangos (Duncan Alfa= 0,05%) para la longitud

TRATAMIENTOS	MEDIAS	
Gley	246,57	A
Testigo	244,74	AB
Bentonita	239,79	ABC
Cemento	236,78	BC
Argamasa	236,78	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

En la figura 5, se puede observar que el tratamiento con gley fue el que mayor longitud alcanzó 246,57 mm, seguido del testigo con 244,74 mm, luego bentonita con 239,79 mm y finalmente el cemento y la argamasa con 236,78mm.

4.2.6. Altura

Cuadro 18. Análisis de varianza para la altura en tilapia. Luz de América, Santo Domingo – Santo Domingo de los Tsáchilas, 2010.

F.V.	GI	CM	p-valor
Tratamiento	4	94,77	0,030 *
Error	111	34,01	
Total	115		

En el análisis de varianza de altura de los peces, se puede observar que si existen diferencias significativas entre tratamientos, con un coeficiente de variación de 7,27 y una altura promedio de 81,59 mm.

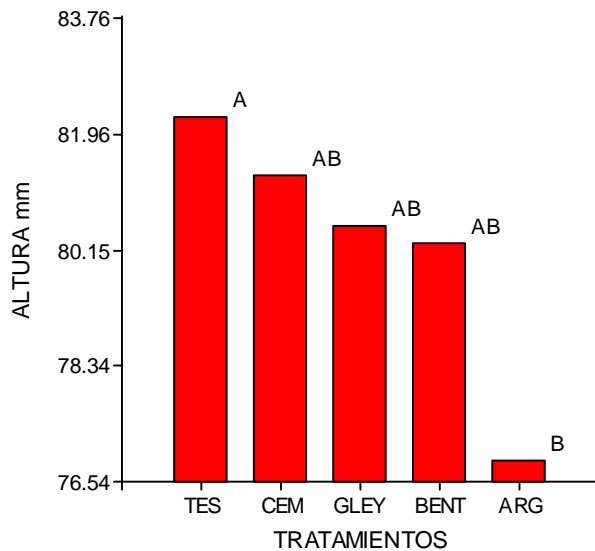


Figura 6. Altura promedio alcanzada por las tilapias

Cuadro 19. Promedios y rangos (Tukey Alfa= 0,05%) para la altura

TRATAMIENTOS	MEDIAS	
Testigo	82,22	A
Cemento	81,30	AB
Gley	80,52	AB
Bentonita	80,26	AB
Argamasa	76,87	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

En la figura 6, se puede observar que el tratamiento con el testigo fue el mayor altura alcanzó 82,22 mm, seguido del cemento con 81,30 mm, luego gley con 80,52 mm, bentonita con 80,26 mm y finalmente argamasa con 76,87 mm.

4.2.7 Mortalidad

La mortalidad general en la investigación fue de cuatro tilapias que corresponde al 3,3%.

Cuadro 20. Mortalidad de las tilapias

MORTALIDAD		
Tratamiento	Cantidad	Causa
Cemento	2	Balanceado
Argamasa	1	Pájaro
Testigo	1	Hongo
TOTAL	4	

4.2.8. Prueba de Filtración

- Se obtuvo como resultado de la prueba de filtración que se pierden 3 cm/día.

4.2.9. Análisis de textura

Cuadro 21. Análisis de la textura del suelo

TEXTURA (%)		
ARENA	LIMO	ARCILLA
46	42	12

Fuente Laboratorio de Suelos INIAP Pichilingue 2010

De acuerdo al análisis de suelo realizado en el laboratorio se determinó que la clase textural del suelo es Franco.

4.2.10. Palatabilidad

Cuadro 22. Palatabilidad de las tilapias

PALATABILIDAD		
Tratamiento	Puntos	Porcentaje
Cemento	6	16,67
Bentonita	6	16,67
Gley	7	19,44
Argamasa	8	22,22
Testigo	9	25,00
TOTAL	36	100

Las tilapias que mejor palatabilidad presentaron fueron las del testigo con un 25%, luego la argamasa con 22%, seguido el gley 19,44%, y por último el cemento y la bentonita con 16%.

4.3 ANÁLISIS ECONÓMICO

El análisis económico y el beneficio-costos se lo realizó en base al sistema del presupuesto parcial según (Perrín *et al.* 1976).

En la investigación realizada se utilizó como costos variables los materiales empleados como impermeabilizadores, mas balanceado, tilapia, desinfectantes y mano de obra empleada en la construcción de las piscinas.

Cuadro 23. Análisis de dominancia

Evaluación de cuatro impermeabilizadores para reducir la pérdida de agua en piscinas de tierra y su influencia en el desarrollo de tilapia (*Oreochromis sp.*)

Tratamiento	Costo	B/Neto	Dominancia
5	8148,15	15659,18	No Dominado
1	8931,98	16548,69	No Dominado
4	9148,65	15011,35	Dominado
2	10207,04	12879,63	Dominado
3	11124,26	15088,41	Dominado

Cuadro 24. Tasa de retorno marginal.

Evaluación de cuatro impermeabilizadores para reducir la pérdida de agua en piscinas de tierra y su influencia en el desarrollo de tilapia (*Oreochromis sp.*)

Tratamientos	Costos	Costos Marginales	B/Neto	B/Marginal	T.R.M
5	8148,15	0,00	15659,18	0	
1	8931,98	783,83	16548,69	889,50	113,48

Según el análisis económico, el mejor tratamiento es el cemento, con un costo y beneficio marginal de \$ 783,83 y \$ 889,5 respectivamente y una tasa de retorno marginal de 113,48%, convirtiendo atractivo al proyecto porque supera el 100%.

4.3.1. Costo de reposición de agua en los estanques

Datos:

- Bomba ½ HP
- Caudal 27 l/min (succión y descarga 1")
- Consumo de energía 368 watt por hora

- Costo kilovatio hora \$ 0,11

4.3.1.1. Calculo del tiempo de descarga

El caudal de descarga de la bomba es de 1,62 m³/hora, por lo tanto para llenar un m³ necesito 37 minutos.

4.3.1.2. Calculo del consumo de energía

Una bomba de ½ HP consume 368 watt/hora, por consiguiente durante los 37 minutos, la bomba consume 227 watt (0.227 kW)

4.3.1.3. Calculo del costo de bombeo

El costo del kilovatio hora es de \$0,11 y para llenar un metro cubico, la bomba consume 227 watt, por consiguiente su costo será \$0,024

V. DISCUSIÓN.

Según la (FAO, 2011), en los estanques con fines comerciales se considera aceptables tasas de filtración de 1 a 1, 5 cm/d, en el ensayo realizado se obtuvo una tasa de filtración de 3 cm/d, valor superior al recomendado por la FAO y que posiblemente esté asociado al tipo de suelo de la zona cuya textura es franco.

Jiménez (2005), sostiene que, para evitar la pérdida de agua por filtración en los reservorios y albercas, se deben aplicar revestimientos de concreto, tratamiento que para ser efectivo, necesita contar con materiales de calidad, mano de obra calificada y un eficiente proceso de fabricación y curado. Pero en Ecuador, el costo del hormigón es elevado, por ello su aplicación en el campo de la piscicultura sería antieconómica. La investigación se centró en probar diferentes impermeabilizadores, mucho más económicos que el hormigón y cuyos resultados arrojaron que la argamasa presenta un 94,18% de retención de agua, cemento 92,36%, bentonita 77,37%, testigo 57,37% y finalmente el gley con 37,19%.

Muñoz (2002), afirma que existe otro método para controlar la filtración de agua en las piscinas, desarrollado en la antigua URSS, conocido como gley o plástico biológico, con excelentes resultados debido a su bajo costo, alta eficiencia y uso de materiales de desecho orgánico, en la investigación realizada el gley fue el que menor agua retuvo 37,19%, uno de los factores que puede haber incidido, es el bajo porcentaje de arcilla 12%, la FAO recomienda porcentajes entre 20 y 30%.

El mejor tratamiento como impermeabilizante fue la argamasa con un porcentaje de retención del 94,18%, pero en cuanto al análisis económico el más rentable es el cemento con una tasa de retorno marginal de 113,48%.

Según la FAO (2001), la aptitud relativa de los distintos tipos de suelos como material para la construcción de diques en piscicultura son los suelos arcillosos y los arcillo-arenosos, pero el suelo donde se realizó la investigación es franco y por lo tanto su aptitud es regular.

Valladares (2003), sostiene que a los cinco meses de edad se obtiene un peso promedio de 315 g, en los tratamientos aplicados se obtuvo un peso promedio de 327,36, de ellos el más alto corresponde al gley con 371,35 g.

La productora de balanceados GISIS S.A (2009), afirma que para densidades de treinta a cuarenta mil tilapias/hectáreas, la producción oscila de 12 a 16 toneladas por hectárea, mientras que la investigación realizada arrojó datos de 12,95 toneladas por hectárea, valor que se encuentra dentro del rango.

El índice de conversión según GISIS 2009, es 1,3 a 1,7, mientras que el promedio obtenido en la investigación es de 1,43, valor que es similar al alcanzado por la empresa y por ende rentable

Los valores promedios de longitud y altura fueron de 243,02 mm y 81,59 mm respectivamente, pero estos parámetros no se puede comparar porque no existe información bibliográfica que refute los datos obtenidos.

VI. CONCLUSIONES

Para llevar a cabo una explotación piscícola es importante considerar el tipo de suelo, debido a que está asociado directamente con la permeabilidad y por consiguiente con pérdida de agua en los estanques.

Una alternativa para disminuir la pérdida de agua en los estanques de suelos francos, es recubrir sus paredes con argamasa (dosificación al volumen: 2 cal, 1 arena).

Los impermeabilizantes utilizados en la investigación si influyeron en el desarrollo de la tilapia roja, obteniendo mayor peso el tratamiento con gley.

En el cultivo de tilapia roja, el mejor rendimiento por hectárea se lo obtuvo cuando se utilizó como revestimiento al gley.

Los tratamientos que mejor índice de conversión alcanzaron son la bentonita y la argamasa, seguido del cemento, luego el testigo y finalmente el gley.

En la prueba de palatabilidad, los tratamientos que mejor aceptación tuvieron fueron las tilapias criadas en piscinas sin revestimiento y revestida con argamasa.

Técnicamente el mejor tratamiento es con revestimiento de argamasa, pero económicamente el revestimiento con cemento presentó mayor tasa de rendimiento marginal.

VII. RECOMENDACIONES

El suelo del sitio de ensayo es un suelo franco, por lo tanto necesita un tratamiento para disminuir la pérdida de agua, recurso que cada día es más escaso y que incrementa los costos de producción.

Realizar otros ensayos con la argamasa, que resultó ser el mejor tratamiento, con diferentes dosificaciones, espesores y durante la etapa de verano, mismos que permitirán ratificar los resultados obtenidos en la presente investigación.

Incrementar el área de cada piscina, manteniendo la misma densidad de tilapias/m², porque al tener un bajo número (ocho), como es el caso de la investigación y morir uno de ellos, éste representa el 12,5%, porcentaje que para una explotación piscícola es alto.

Realizar futuras investigaciones con revestimientos de gley, para determinar la ganancia de peso que obtienen los peces al ingerir parte de la materia orgánica presente en el estiércol de cerdo.

VIII. RESUMEN

El principal problema identificado en las explotaciones piscícolas es el alto índice de filtración de agua que tienen los estanques, obligando a reponer el agua perdida y aumentando por consiguiente el costo operativo. Para disminuir la perdida de agua por filtración en los estanques de piscicultura, se realizó una investigación en la Hacienda Zoila Luz (Luz de América – Santo Domingo de los Tsáchilas). Se evaluaron cuatro tipos de impermeabilizantes (cemento, bentonita, gley y argamasa) y su influencia en el desarrollo de tilapia roja (*Oreochromis sp.*), con tres repeticiones cada uno. Los parámetros analizados en el ensayo fueron peso, ganancia de peso, índice de conversión, longitud y altura de los animales. Los resultados demuestran que con la aplicación de la argamasa, se obtuvo la mayor retención de agua 94,18%, constituyéndose en una alternativa viable para los acuicultores; el mayor peso, ganancia de peso y longitud se los obtuvo con el tratamiento con gley, cuyos valores son 371,35 g, 461.21 g y 246,57 mm respectivamente; el mejor índice de conversión se obtuvo con los tratamientos de bentonita y argamasa con 1,41; finalmente la mayor altura se la alcanzó con el testigo 82,22 mm. El análisis económico demuestra que el cemento es el mejor tratamiento, con una tasa de retorno marginal de 113,48%.

IX. ABSTRACT

The principal problem identified in the piscícolas development is the high index of water filtration that ponds have, forcing to restore the lost water and increasing consequently the operative cost. To diminish the water loss for filtration in the ponds of pisciculture, an investigation was realized in the Treasury Zoila Luz (Luz de América – Santo Domingo de los Tsáchilas). There were evaluated four types of waterproofing (cement, bentonita, gley and mortar) and its influence in the development of the red tilapia (*Oreochromis sp.*), with three repetitions each one. The parameters analyzed in the essay were: weight, profit of weight, index of conversion, length and height of the animals. The results demonstrate that with the application of the mortar, 94,18 % obtained the biggest retention of water, being constituted in a viable alternative for the acuicultores; the biggest weight, profit of weight and length was obtained with the treatment with gley, which values are 371,35 g, 461,21 g and 246,57 mm respectively; the best index of conversion was obtained by the treatments of bentonita and mortar by 1,41; finally the biggest height reached with the witness 82,22 mm. Economic analysis demonstrates that the cement is the best treatment, with a valuation of marginal rate of return of 113,48 %.

X. BIBLIOGRAFÍA

Asociación Cubana de Producción Animal. 2000. Manual de Cultivo y procesamiento de peces de agua dulce. Editado por CIPS-ACPA. 60 p.

Aquaculture. Fertilidad de Estanques. Consultado el 16 de Marzo del 2011. Disponible en: <http://ag.arizona.edu/azaqua/AquacultureTIES/publications/panish%20WHAP/FT1%20Intro%20to%20fert.pdf>

Baños, G. 1994. Construcción de estanques para el cultivo de especies Bioacuáticas. Guayaquil Ecuador. 156 p.

Córdoba, J. 2003. Acuicultura Comunitaria. Cuba ,58 p.

CORPEI. Tilapia. Consultado el 18 de Junio del 2009. Disponible en: <http://200.110.94.61/contenido.ks?contenidold=3036&contenidold=3036>.

FAO. 2001. Digital Soil Map of the World and derived soil properties. Versión 3.5. CD-ROM. FAO, Roma.

FAO, 2001 Permeabilidad. Consultado el 15 de marzo. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/fi/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s09.htm

GISIS, S.A. 2009. Tilapia. Programa de alimentos para juveniles y adultos. Guayas Ecuador. Tríptico

Gómez, H.R., Romero, G.P., & Ariza, G.S. 1995. *Fundamentos de acuicultura continental*. Segunda Edición. INPA, Colombia.

Guzmán, J.2008. Proyecciones de la piscicultura en el Ecuador. Consultado el 20 de mayo. Disponible en: <http://www.aquahoy.com/content/view/5436/1/lang.es/>consultado el 17 de marzo de 2009.

Jiménez, M. 2005. Usos del concreto. Madrid. Editorial Limusa. 154p.

Lozano, D; López, F. 2001. Manual de Piscicultura de la Región Amazónica Ecuatoriana. Quito. Ed. Imprenta Mosaico. 154 p.

Manual Agropecuario Biblioteca del Campo, 2004. Explotación de Peces. 2 Edición. p. 431-450

Manual del Ingeniero Civil ,1999. Volumen. Editorial MC Graw Hill.

Morrison, W. y Starbuck, J., 2004. Rendimiento de Revestimientos Plásticos en Canales. Informe #REC-ERC-84-1, Bureau of Reclamation, Denver, Colorado, USA.

Muñoz, J. 2002. Cultivo de peces: Manual práctico para el cultivo de peces en piscinas de agua dulce. Editorial PROMOSELEC. Quito. P 65.

Perrín, R.; Winkelman, D.; Moscardi, E.; Anderson, J. 1976. Formulación de datos agronómicos. Un manual metodológico de educación económica. Tercera impresión. México. DF, MEXICO. CYMMIT. 54 p.

PILVATEC. Consultado el 18 de marzo del 2011.Disponible en:http://www.geosinteticos.com/paginas_pivaltec/04_3_geomembranas.html

PRONACA 2003. Manual de Manejo Técnico de la Tilapia roja.30 p.

Valladares, B. 2003. Manual Técnico de Piscicultura. Ecuador. Quito, 27 p

Yoo, K.H., & Boyd, C.E. 1993. Hydrology and water supply for pond aquaculture. New York, NY: Chapman and Hall.

Vademécum de la Construcción 2010. Editorial Edifram.

XI. ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Datos climáticos de la precipitación en el estudio del porcentaje de retención de agua en las piscinas de tilapia con diferentes tipos de impermeabilizantes en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.

PRECIPITACIÓN (mm)					
FECHA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO
1	0,00	4,00	59,00	2,70	29,99
2	0,00	12,40	43,00	47,70	1,30
3	0,00	0,70	7,80	16,90	96,50
4	0,00	7,10	8,20	5,60	31,60
5	0,00	13,10	38,00	138,50	6,50
6	0,00	40,07	51,40	5,50	4,00
7	0,00	24,10	7,10	0,50	1,30
8	12,60	0,00	9,90	20,00	1,60
9	16,40	31,50	0,80	1,50	5,60
10	9,30	74,50	0,00	38,20	8,30
11	30,10	45,10	1,10	3,00	8,90
12	0,00	3,10	57,00	28,30	15,90
13	8,52	51,00	0,00	2,30	0,00
14	6,65	1,01	0,00	0,00	2,00
15	1,02	18,10	5,20	0,20	4,10
16	0,00	83,30	8,40	7,00	27,20
17	0,00	6,30	4,20	50,00	4,70
18	5,30	1,40	9,00	0,50	1,80
19	6,06	0,00	5,30	83,50	1,30
20	16,30	6,10	40,00	48,00	0,40
21	12,70	2,40	20,00	5,70	0,50
22	3,00	5,10	5,70	8,40	0,50
23	70,00	40,10	3,10	103,00	4,70
24	59,00	8,40	0,00	0,00	0,20
25	2,60	13,10	48,20	1,60	0,50
26	9,80	0,00	5,50	0,00	0,00
27	21,10	0,00	8,50	0,00	0,00
28	1,00	78,00	15,80	31,50	0,00
29	11,00	0,00	22,20	2,10	0,00
30	6,60	0,00	98,00	1,50	0,00
31	16,60	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	325,65	569,98	582,4	653,70	259,39
PROMEDIO	11,63	20,36	19,41	21,79	9,61

Anexo 2. Datos de campo de temperatura del agua de las piscinas con diferentes impermeabilizantes en Luz de América- Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.

TEMPERATURA															
MES	Cemento			Bentonita			Gley			Argamasa			Testigo		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
ENERO	28,20	28,65	28,93	28,06	28,43	28,25	27,26	27,49	27,64	28,57	28,51	28,54	28,12	28,07	28,78
FEBRERO	28,76	28,45	28,89	28,08	28,65	28,43	27,32	27,63	26,74	28,82	28,51	28,08	27,63	28,34	27,64
MARZO	28,57	28,64	28,99	28,09	28,55	28,48	27,28	27,59	27,27	28,53	28,54	28,10	27,76	28,27	27,99
ABRIL	28,67	28,63	29,13	28,38	28,84	28,58	27,45	27,84	27,33	28,89	28,65	28,51	28,17	28,65	28,62
MAYO	28,19	28,35	28,60	27,77	28,19	27,99	27,17	27,29	26,97	28,68	28,35	28,29	27,67	27,69	27,97
PROMEDIO	28,48	28,54	28,91	28,08	28,53	28,35	27,30	27,57	27,19	28,70	28,51	28,30	27,87	28,20	28,20
PROM. TRAT.		28,64			28,32			27,35			28,50			28,09	

Anexo 3. Datos de campo de pH de las piscinas con diferentes impermeabilizantes en Luz de América- Santo Domingo de los Tsáchilas.

Ph																
MES	CEMENTO			BENTONITA			GLEY			ARGAMASA			TESTIGO			
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	
ENERO	7,68	7,72	7,95	7,85	7,38	7,34	7,79	7,85	8,01	7,89	7,68	8,16	8,29	7,72	7,54	
FEBRERO	7,27	8,32	7,83	8,10	7,58	7,86	7,63	7,54	7,83	7,53	7,81	8,24	8,15	7,86	7,39	
MARZO	7,60	7,89	8,02	7,99	7,73	7,76	7,96	7,80	8,04	7,88	7,94	8,22	8,14	7,79	7,59	
ABRIL	7,56	8,35	7,88	8,13	7,55	7,93	7,76	7,84	7,95	7,64	7,71	8,26	8,49	8,00	7,61	
MAYO	7,28	7,82	7,78	7,86	7,17	7,12	7,38	7,47	7,78	7,65	7,61	8,11	8,03	7,62	7,20	
PROMEDIO	7,48	8,02	7,89	7,99	7,48	7,60	7,70	7,70	7,92	7,72	7,75	8,20	8,22	7,80	7,47	
PROMEDIO TRAT.	7,80			7,69			7,78			7,89			7,83			

Anexo 4. Datos de campo de los parámetros abióticos de oxígeno de las piscinas con diferentes impermeabilizantes en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas.

OXIGENO															
MES	CEMENTO			BENTONITA			GLEY			ARGAMASA			TESTIGO		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
ENERO	3,76	3,59	3,08	3,24	3,90	3,42	4,45	3,78	4,60	3,04	3,67	3,35	3,95	3,60	3,45
FEBRERO	3,90	3,40	3,70	3,42	4,00	3,59	4,15	3,45	4,32	3,06	3,60	2,97	4,49	3,32	3,95
MARZO	3,99	3,12	3,42	3,32	4,22	3,32	4,38	3,62	4,46	3,09	3,93	2,87	3,67	3,45	3,77
ABRIL	3,47	2,92	3,12	3,12	3,50	3,15	3,88	3,05	3,54	2,99	3,57	2,94	3,50	2,93	3,12
MAYO	4,05	4,45	3,63	3,55	4,13	4,06	4,68	4,18	5,25	3,11	3,41	3,64	5,45	3,96	4,25
PROMEDIO	3,83	3,50	3,39	3,33	3,95	3,51	4,31	3,62	4,43	3,06	3,64	3,15	4,21	3,45	3,71
PROMEDIO TRAT.		3,57			3,60			4,12			3,28			3,79	

Anexo 5. Datos de campo para el porcentaje de retención del testigo de agua Luz de América -Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.

MUESTREO	REPETICIÓN.	DÍA	INFILTRACIÓN (mm)	VOLUMEN DISPONIBLE EN PISCINA (m³)	VOLUMEN DE AGUA PERDIDO (m³)	% FILTRACIÓN.	% RETENCIÓN.
1	1	05/01/2010	81,00	4,651	0,054	1,15	98,85
2	1	06/01/2010	81,00	4,651	0,054	1,15	98,85
3	1	07/01/2010	81,00	4,651	0,054	1,15	98,85
4	1	12/01/2010	81,50	4,705	0,000	0,00	100,00
5	1	15/01/2010	80,50	4,597	0,108	2,29	97,71
6	1	16/01/2010	81,00	4,651	0,054	1,15	98,85
7	1	17/01/2010	81,00	4,651	0,054	1,15	98,85
8	1	28/01/2010	80,50	4,597	0,108	2,29	97,71
9	1	03/02/2010	80,00	4,544	0,161	3,43	96,57
10	1	08/02/2010	71,00	3,648	1,057	22,47	77,53
11	1	14/02/2010	75,50	4,081	0,625	13,27	86,73
12	1	19/02/2010	68,00	3,376	1,329	28,25	71,75
13	1	26/02/2010	80,00	4,544	0,161	3,43	96,57
14	1	27/02/2010	79,00	4,438	0,267	5,67	94,33
15	1	09/03/2010	78,00	4,334	0,371	7,89	92,11
16	1	10/03/2010	77,80	4,314	0,392	8,32	91,68
17	1	13/03/2010	80,00	4,544	0,161	3,43	96,57
18	1	14/03/2010	79,00	4,438	0,267	5,67	94,33
19	1	24/03/2010	75,00	4,031	0,674	14,33	85,67
20	1	31/03/2010	80,00	4,544	0,161	3,43	96,57
21	1	07/04/2010	71,00	3,648	1,057	22,47	77,53
22	1	14/04/2010	75,00	4,031	0,674	14,33	85,67
23	1	15/04/2010	70,00	3,556	1,149	24,43	75,57
24	1	18/04/2010	67,40	3,323	1,382	29,37	70,63
25	1	24/04/2010	66,00	3,202	1,504	31,95	68,05
26	1	26/04/2010	73,00	3,837	0,869	18,46	81,54
27	1	27/04/2010	74,00	3,933	0,772	16,41	83,59
28	1	13/05/2010	61,00	2,790	1,915	40,70	59,30
29	1	20/05/2010	65,00	3,117	1,589	33,76	66,24
30	1	21/05/2010	64,00	3,033	1,672	35,54	64,46
31	1	22/05/2010	64,00	3,033	1,672	35,54	64,46
32	1	24/05/2010	63,50	2,992	1,714	36,42	63,58
33	1	25/05/2010	60,00	2,712	1,993	42,36	57,64
34	1	26/05/2010	67,50	3,332	1,373	29,19	70,81
35	1	27/05/2010	64,00	3,033	1,672	35,54	64,46
36	1	28/05/2010	67,50	3,332	1,373	29,19	70,81

MUESTREO	REPETICIÓN.	DÍA	INFILTRACIÓN (mm)	VOLUMEN DISPONIBLE EN PISCINA (m ³)	VOLUMEN DE AGUA PERDIDO (m ³)	% FILTRACIÓN.	% RETENCIÓN.
1	2	05/01/2010	85,50	5,153	0,058	1,11	98,89
2	2	06/01/2010	86,00	5,211	0,000	0,00	100,00
3	2	07/01/2010	85,00	5,096	0,115	2,21	97,79
4	2	12/01/2010	86,00	5,211	0,000	0,00	100,00
5	2	15/01/2010	85,50	5,153	0,058	1,11	98,89
6	2	16/01/2010	85,00	5,096	0,115	2,21	97,79
7	2	17/01/2010	84,30	5,016	0,195	3,74	96,26
8	2	28/01/2010	85,60	5,165	0,046	0,89	99,11
9	2	03/02/2010	83,50	4,926	0,285	5,47	94,53
10	2	08/02/2010	83,40	4,915	0,296	5,68	94,32
11	2	14/02/2010	76,40	4,171	1,040	19,96	80,04
12	2	19/02/2010	82,00	4,760	0,451	8,65	91,35
13	2	26/02/2010	85,00	5,096	0,115	2,21	97,79
14	2	27/02/2010	83,00	4,870	0,341	6,54	93,46
15	2	09/03/2010	84,00	4,982	0,229	4,39	95,61
16	2	10/03/2010	84,50	5,039	0,172	3,30	96,70
17	2	13/03/2010	81,50	4,705	0,506	9,70	90,30
18	2	14/03/2010	81,50	4,705	0,506	9,70	90,30
19	2	24/03/2010	83,50	4,926	0,285	5,47	94,53
20	2	31/03/2010	85,00	5,096	0,115	2,21	97,79
21	2	07/04/2010	83,00	4,870	0,341	6,54	93,46
22	2	14/04/2010	84,00	4,982	0,229	4,39	95,61
23	2	15/04/2010	84,00	4,982	0,229	4,39	95,61
24	2	18/04/2010	83,00	4,870	0,341	6,54	93,46
25	2	24/04/2010	84,50	5,039	0,172	3,30	96,70
26	2	26/04/2010	84,50	5,039	0,172	3,30	96,70
27	2	27/04/2010	84,00	4,982	0,229	4,39	95,61
28	2	13/05/2010	84,50	5,039	0,172	3,30	96,70
29	2	20/05/2010	84,50	5,039	0,172	3,30	96,70
30	2	21/05/2010	84,00	4,982	0,229	4,39	95,61
31	2	22/05/2010	84,00	4,982	0,229	4,39	95,61
32	2	24/05/2010	84,50	5,039	0,172	3,30	96,70
33	2	25/05/2010	85,00	5,096	0,115	2,21	97,79
34	2	26/05/2010	84,50	5,039	0,172	3,30	96,70
35	2	27/05/2010	84,50	5,039	0,172	3,30	96,70
36	2	28/05/2010	85,00	5,096	0,115	2,21	97,79

MUESTREO	REPETICIÓN.	DÍA	INFILTRACIÓN (mm)	VOLUMEN DISPONIBLE EN PISCINA (m ³)	VOLUMEN DE AGUA PERDIDO (m ³)	% FILTRACIÓN.	% RETENCIÓN.
1	3	05/01/2010	82,50	4,815	0,055	1,14	98,86
2	3	06/01/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
3	3	07/01/2010	83,00	4,870	0,000	0,00	100,00
4	3	12/01/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
5	3	15/01/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
6	3	16/01/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
7	3	17/01/2010	81,40	4,694	0,176	3,61	96,39
8	3	28/01/2010	82,60	4,826	0,044	0,91	99,09
9	3	03/02/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
10	3	08/02/2010	81,50	4,705	0,165	3,39	96,61
11	3	14/02/2010	83,00	4,870	0,000	0,00	100,00
12	3	19/02/2010	80,50	4,597	0,273	5,60	94,40
13	3	26/02/2010	83,00	4,870	0,000	0,00	100,00
14	3	27/02/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
15	3	09/03/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
16	3	10/03/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
17	3	13/03/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
18	3	14/03/2010	83,00	4,870	0,000	0,00	100,00
19	3	24/03/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
20	3	31/03/2010	83,00	4,870	0,000	0,00	100,00
21	3	07/04/2010	81,50	4,705	0,165	3,39	96,61
22	3	14/04/2010	82,50	4,815	0,055	1,14	98,86
23	3	15/04/2010	82,50	4,815	0,055	1,14	98,86
24	3	18/04/2010	83,00	4,870	0,000	0,00	100,00
25	3	24/04/2010	82,50	4,815	0,055	1,14	98,86
26	3	26/04/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
27	3	27/04/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
28	3	13/05/2010	83,00	4,870	0,000	0,00	100,00
29	3	20/05/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
30	3	21/05/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
31	3	22/05/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
32	3	24/05/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
33	3	25/05/2010	83,00	4,870	0,000	0,00	100,00
34	3	26/05/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
35	3	27/05/2010	82,00	4,760	0,110	2,27	97,73
36	3	28/05/2010	83,00	4,870	0,000	0,00	100,00

Anexo 6. Datos de campo para la obtención del peso, longitud, altura de tilapia realizado en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.

TESTIGO				
PESO (g)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	52,00	52,00	53,50	52,50
2	100,50	100,50	113,14	104,71
3	152,00	152,00	185,43	163,14
4	228,50	244,50	257,43	243,48
5	306,25	324,38	306,29	312,31
6	312,25	334,13	313,29	319,89

LONGITUD (mm)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	128,50	136,38	134,50	133,13
2	161,25	166,63	143,75	157,21
3	184,75	195,13	171,13	183,67
4	209,63	218,75	185,38	204,59
5	237,63	238,88	204,38	226,96
6	241,50	247,00	215,13	234,54

ALTURA (mm)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	42,50	46,75	45,63	44,96
2	57,25	59,00	58,14	58,13
3	65,63	72,38	72,00	70,00
4	72,00	76,70	73,43	74,04
5	77,88	81,13	77,57	78,86
6	80,88	82,75	83,14	82,26

Anexo 7. Datos de campo para la obtención del peso, longitud, altura de tilapia con argamasa realizado en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.

ARGAMASA

PESO (g)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	57,63	58,50	53,25	56,46
2	92,75	93,80	95,50	94,02
3	153,63	143,25	147,25	148,04
4	201,38	202,00	219,13	207,50
5	243,75	245,14	260,38	249,76
6	311,00	297,86	298,75	302,54

LONGITUD (mm)

Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	132,50	136,13	136,60	135,08
2	159,13	158,25	159,88	159,09
3	179,75	180,25	184,25	181,42
4	198,50	190,86	208,25	199,20
5	232,00	225,71	231,50	229,74
6	240,00	229,43	240,00	236,48

ALTURA (mm)

Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	44,63	47,13	44,38	45,38
2	54,13	53,25	53,75	53,71
3	64,50	58,88	63,13	62,17
4	66,75	63,38	73,13	67,75
5	74,50	73,38	75,88	74,59
6	77,25	76,00	77,25	76,83

Anexo 8. Datos de campo para la obtención del peso, longitud, altura de tilapia con gley realizado en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.

GLEY				
PESO (g)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	50,00	67,50	54,63	57,38
2	78,50	141,50	91,38	103,79
3	154,71	226,13	154,00	178,28
4	216,29	273,88	210,88	233,68
5	293,86	334,38	277,63	301,96
6	335,71	412,00	361,88	369,86

LONGITUD (mm)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	128,25	140,13	135,75	134,71
2	159,86	178,75	163,00	167,20
3	190,71	207,25	182,50	193,49
4	222,29	221,25	214,63	219,39
5	232,57	244,25	233,38	236,73
6	243,43	254,50	241,38	246,44

ALTURA (mm)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	44,00	50,88	45,50	46,79
2	52,86	64,13	58,50	58,50
3	62,71	74,63	63,38	66,91
4	71,29	78,88	73,75	74,64
5	73,29	81,13	77,00	77,14
6	85,86	84,35	78,75	82,99

Anexo 9. Datos de campo para la obtención del peso, longitud, altura de tilapia con bentonita realizado en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.

BENTONITA				
PESO (g)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	48,50	61,00	49,25	52,92
2	85,50	104,00	99,75	96,42
3	147,25	180,25	155,87	161,12
4	225,13	246,38	208,75	226,75
5	265,88	317,25	243,75	275,63
6	275,38	329,75	261,25	288,79

LONGITUD (mm)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	126,38	144,13	135,50	135,34
2	162,50	170,13	161,13	164,59
3	168,88	200,25	186,50	185,21
4	199,75	227,25	201,88	209,63
5	226,50	246,25	227,88	233,54
6	236,63	251,75	231,00	239,79

ALTURA (mm)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	49,50	46,88	50,25	48,88
2	54,63	58,25	56,25	56,38
3	61,63	64,88	66,50	64,34
4	66,38	73,00	59,63	66,34
5	73,88	77,38	77,63	76,30
6	77,88	80,50	82,38	80,25

Anexo 10. Datos de campo para la obtención del peso, longitud, altura de tilapia con cemento realizado en Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.

CEMENTO				
PESO (g)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	49,50	58,00	50,25	52,58
2	90,25	122,57	101,25	104,69
3	145,13	208,86	160,25	171,41
4	206,63	264,29	211,25	227,39
5	264,50	322,86	284,25	290,54
6	323,13	355,86	340,63	339,87

LONGITUD (mm)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	129,25	138,00	131,50	132,92
2	157,00	175,57	162,00	164,86
3	182,13	201,00	192,00	191,71
4	201,00	225,00	214,38	213,46
5	229,50	242,00	240,38	237,29
6	238,75	252,29	243,13	244,72

ALTURA (mm)				
Muestreo	R1	R2	R3	Promedio
1	45,63	49,63	43,50	46,25
2	53,38	62,14	57,00	57,51
3	63,75	77,14	68,50	69,80
4	68,38	79,29	72,38	73,35
5	75,00	82,29	78,38	78,56
6	80,00	82,00	82,00	81,33

Anexo 11. Guía para la alimentación de tilapia utilizada en la investigación en Luz de América en Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.


ETAPA DE CULTIVO	DIAS DE CULTIVO	PESO PROMEDIO TILAPIA (g)	ALIMENTO DIARIO POR MIL TILAPIAS (kg)
LEVANTE	0	15	0,60
	15	20	0,80
	30	30	1,20
	45	55	2,00
	60	75	2,50
	75	110	3,80
	90	145	5,00
ENGORDE	105	180	5,40
	120	215	6,50
	135	225	6,80
	150	315	6,30
	165	360	
TOTAL	165 Días	360 g	525 kg

Fuente: Ortega, N. 2002

Anexo 12. La aptitud relativa de los distintos tipos de suelos como material para la construcción de diques

Textura	Permeabilidad	Compresibilidad	Características de compactación	Aptitud como material para diques
Arcilloso	Impermeable	Media	Regular a buena	Excelente
Arcilloso arenoso	Impermeable	Baja	Buena	Buena
Franco	Semipermeable a impermeable	Alta	Regular a muy deficiente	Regular
Franco arenoso	Semipermeable a impermeable	Media a alta	Buena a muy deficiente	Deficiente
Arenoso	Permeable	Insignificante	Buena	Deficiente
Turboso				Muy Deficiente

Anexo 13. Análisis de la textura del suelo de sitio de investigación en Luz de América en Santo Domingo de los Tsáchilas 2010.

 <p style="text-align: center;">ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018</p>															
DATOS DEL PROPIETARIO						DATOS DE LA PROPIEDAD									
Nombre : Delgado Ipatia Sra.						Nombre : Zoila Luz									
Dirección :						Provincia : Los Rios									
Ciudad :						Cantón : Buena Fé									
Teléfono :						Parroquia :									
Fax :						Ubicación : Km 24 Via a Santo Domingo									
PARA USO DEL LABORATORIO															
Cultivo Actual :						N° de Reporte : 02041									
Fecha de Muestreo : 17/11/2009						Fecha de Ingreso : 17/11/2009									
Fecha de Salida : 03/12/2009															
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS															
N° Muest.	meq/100ml			ds/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	Σ Bases	(meq/l) %	ppm	Textura (%)		Clase Textural	
Laborat.	AH+H	AI	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ	RAS	CI	Arena	Limo		Arcilla
50850												46	42	12	Franco

INTERPRETACION						
AH+H, AI y Na	C.E.			M.O. y Cl		
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo			
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio			
T = Tóxico				A = Alto		
ABREVIATURAS						
C.E. = Conductividad Eléctrica			M.O. = Materia Orgánica			
RAS = Reducción de Adsorción de Sodio						
METODOLOGIA USADA						
C.E. = Conductímetro			M.O. = Titulación de Walkley Black			
AH+H = Titulación con NaOH						

[Firma]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS
RESPONSABLE LABORATORIO

Fuente: Laboratorio de Suelo. INIAP-PIGUILINGUE.

Anexo 14. Reporte fotográfico



Foto 1. Nivelación del sitio del ensayo



Foto 2. Excavación manual de las piscinas



Foto 3. Peinado de los taludes



Foto 4. Piscina completamente terminada



Foto 5. Aplicación del cemento en la piscina.



Foto 6. Piscina con revestimiento de cemento terminada.



Foto 7. Aplicación de la bentonita



Foto 8. Piscina con revestimiento de bentonita terminada.



Foto 9. Aplicación del gley



Foto 10. Piscina terminada con revestimiento de gley.



Foto 11. Aplicación del impermeabilizante de la argamasa



Foto 12. Piscina terminada con el revestimiento de argamasa.



Foto 13. Construcción de la piscina de tierra.



Foto 14. Piscina de tierra terminada.



Foto 15. Desinfección de las piscinas con cal.



Foto 16. Piscina de tierra totalmente desinfectada con cal.



Foto 17. Piscina con bentonita



Foto 18. Reposición de agua a la piscina con bentonita



Foto 19. Vista panorámica del sitio del ensayo



Foto 20. Toma de datos con el peachímetro a la piscina de cemento



Foto 21. Cosecha de las tilapias con el trasmallo.



Foto 22. Pesaje de la tilapia



Foto 23. Medición de la altura de la tilapia



Foto 24. Medición de la longitud en la tilapia



Foto 25. Tilapia con un peso de 365 g (Gley)



Foto 26. Piscina de cemento luego de 15 días de vaciado



Foto 27. Piscina de bentonita luego de 15 días de vaciado

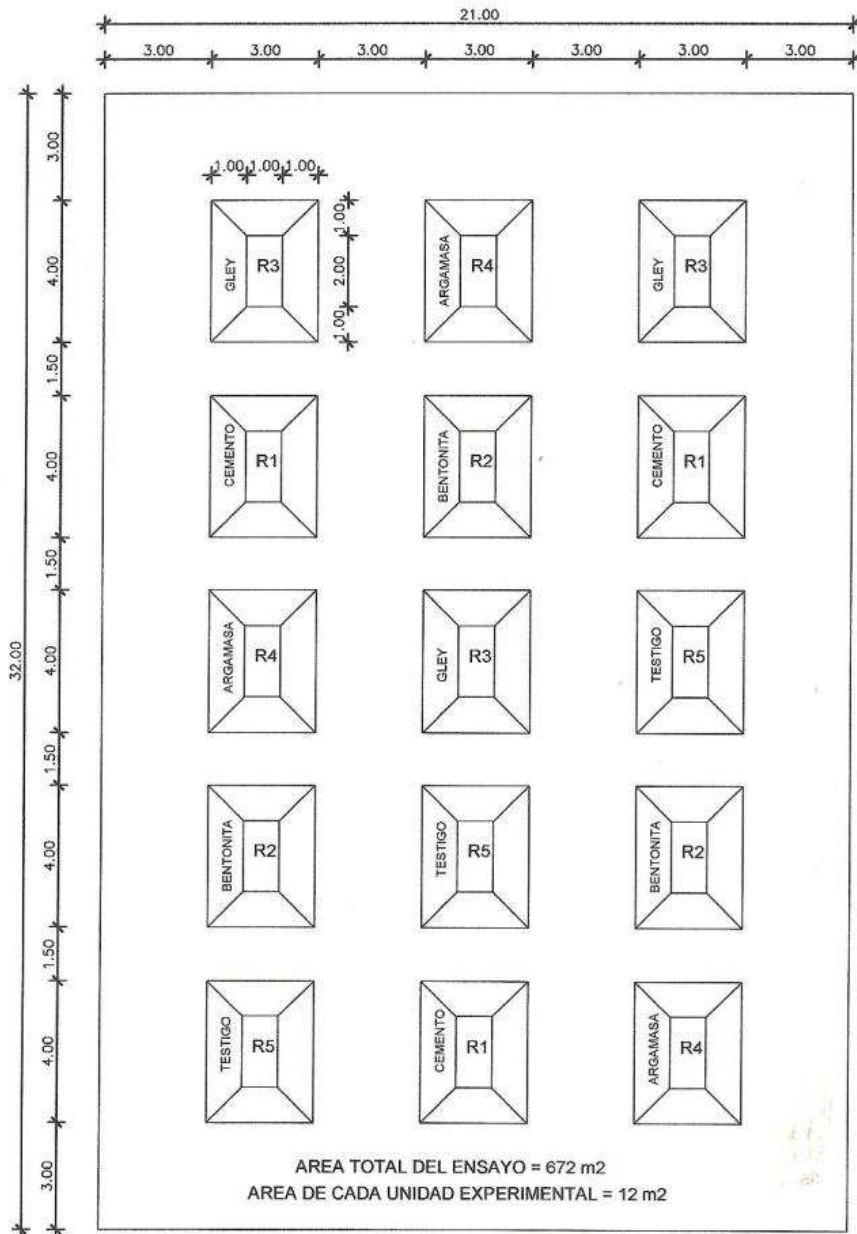


Foto 28. Piscina de gley luego de 15 días de vaciado



Foto 29. Piscina testigo, luego de 15 días de vaciado

Anexo 15. Esquema de la distribución de los tratamientos en estudio en el campo. Luz de América-Santo Domingo de los Tsáchilas.



DISTRIBUCION DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES

ESCALA: 1:200