



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**  
**CARRERA DE ZOOTECNIA**

**“CIERRE TÉCNICO DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN  
PORCINA DE LA FCP- ESPOCH”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**Previa a la obtención del título de**  
**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**  
**PEDRO ROLANDO GUALÁN YAGUACHI**

**RIOBAMBA - ECUADOR**

**2017**

El presente trabajo de titulación fue aprobado por el siguiente tribunal

---

Ing. Luis Eduardo Hidalgo Almeida  
**PRESIDENTE DE TRIBUNAL**

---

Dra. Sonia Elisa Peñafiel Acosta.  
**DIRECTORA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

Dr. Guido Gonzalo Brito Zúñiga.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.**

Riobamba, 15 Diciembre del 2016

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Pedro Rolando Gualan Yaguachi, declaro que el presente trabajo de titulación que es de mi autoría y que el resultado del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes en el que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

Riobamba, 9 de Enero del 2017.

Pedro Rolando Gualan Yaguachi

C.I.: 120605434-6

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo en especial a mi esposa Carmita Cayambe, por haberme dado la fuerza para luchar y darle rumbo a mi vida, por estar ahí cuando más lo necesite con su ternura, fragilidad y alegría ha sido mi continuo impulso para culminar con éxito esta etapa de mi vida.

También dedico a mis padres, hermanos toda la familia, por haberme dado el apoyo incondicional durante todo el transcurso de mi vida.

**PEDRO**

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de titulación es la colaboración de varias personas la cuales participaron de forma directa e indirectamente apoyándome en los momentos difíciles de crisis o felicidad en el transcurso de trabajo.

Agradezco a la Facultad de Ciencias Pecuarias a la Escuela de Ingeniera Zootécnica, por haberme compartido sus más gratas enseñanzas en las aulas.

También agradezco a mi directora Dra. Sonia Peñafiel Acosta y a mi asesor Dr. Guido Brito ya sin sus consejos, apoyo y animo no habría llegado a una culminación exitosa del trabajo, además por sus conocimientos, cometarios compartidos y sus atinadas correcciones.

Gracias también a mi familia por brindarme siempre su apoyo, tanto moral como económico, durante toda mi carrera y en cada momento difícil de mi vida y por ser la razón más poderosa para continuar con mi superación profesional y personal.

Por ultimo agradezco a Dios por haberme guiado todo mi camino dando sabiduría, inteligencia, salud y, vida para poder culminar con éxito mi carrera.

**PEDRO**

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	ix
Lista de Fotografías	xi
Lista de Anexos	xii
I. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
II. <u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	3
A. LA PORCICULTURA EN EL ECUADOR	3
1. <u>Población porcina del Ecuador</u>	3
2. <u>Formas de producción porcina</u>	4
a. Nivel casero-chiquero	4
b. Nivel semi-industrial	5
c. Nivel Industrial	5
B. UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN PORCINA DE LA FCP-ESPOCH	6
1. <u>Antecedentes</u>	6
2. <u>Descripción de la Unidad Académica</u>	6
C. MARCO LEGAL REFERENCIAL	7
D. CIERRE TÉCNICO	8
III. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	9
A. UNIDADES EXPERIMENTALES	9
B. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	9
1. <u>Materiales</u>	9
2. <u>Equipos</u>	9
3. <u>Instalaciones</u>	10
C. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	10
D. MEDICIONES EXPERIMENTALES	10
1. <u>Análisis de agua</u>	10
2. <u>Análisis de suelo</u>	10
E. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA	11

F.	PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	11
1.	<u>Definición de los alcances del Estudio de Impacto Ambiental (EIA)</u>	12
2.	<u>Elaboración de los Términos de Referencia del EIA</u>	12
3.	<u>Reconocimiento de campo</u>	12
4.	<u>Análisis de Impactos y confección de matrices de Leopold</u>	12
5.	<u>Desarrollo del Estudio del Impacto Ambiental</u>	13
G.	METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	13
1.	<u>Calidad del agua de ingreso a la Unidad Académica</u>	13
2.	<u>Calidad del agua de salida de la Unidad Académica</u>	13
3.	<u>Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), del agua residual</u>	16
4.	<u>Demanda química de oxígeno (DQO), del agua residual</u>	16
5.	<u>Determinación del pH</u>	16
6.	<u>Análisis de la calidad del suelo</u>	16
IV.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIONES</u>	18
A.	ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SUELO	18
1.	<u>Conductividad Eléctrica</u>	18
2.	<u>pH</u>	20
3.	<u>Relación de Absorción de Sodio (RAS)</u>	22
4.	<u>Bario</u>	23
5.	<u>Cobre</u>	25
b.	CALIDAD DEL AGUA	28
1.	<u>pH</u>	28
2.	<u>Conductividad Eléctrica</u>	29
3.	<u>Turbiedad</u>	30
4.	<u>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)</u>	31
5.	<u>Demanda Química de Oxígeno (DQO)</u>	32
6.	<u>Contenido de nitratos y nitritos</u>	33
7.	<u>Contenido de Coliformes fecales y totales</u>	35
C.	LÍNEA BASE	37
1.	<u>Localización del proyecto</u>	37
2.	<u>Área de influencia directa</u>	37
3.	<u>Área de influencia indirecta</u>	38

4.	<u>Componente físico</u>	39
a.	Climatología	39
b.	Geología	39
c.	Geomorfología	40
d.	Edafología	40
e.	Hidrografía	41
f.	Temperatura medio ambiental	41
5.	<u>Componentes bióticos</u>	41
a.	Flora	41
b.	Fauna	43
6.	<u>Componentes socio - económicos</u>	44
a.	Actividad principal de la Unidad Académica	44
b.	Política ambiental	44
c.	Problemática ambiental	44
D.	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS	45
1.	<u>Identificación de los impactos proyectados del cierre técnico</u>	45
2.	<u>Evaluación de los impactos</u>	51
E.	PROCESOS PRODUCTIVOS	56
1.	<u>Ingreso a la Unidad Académica de Investigación Porcina</u>	56
a.	Acción de Remediación	56
2.	<u>Área de almacenamiento de alimento balanceado</u>	57
a.	Acción de Remediación	58
3.	<u>Drenaje y acumulación aguas residuales</u>	58
a.	Acción de Remediación	59
4.	<u>Área de laboratorio</u>	59
a.	Acción de Remediación	60
5.	<u>Área de maternidad</u>	60
a.	Acción de Remediación	61
6.	<u>Área de crecimiento</u>	61
a.	Acción de Remediación	62
7.	<u>Área de engorde</u>	62
a.	Acción de Remediación	63
8.	<u>Sanitarios y duchas</u>	63

a.	Acción de Remediación	64
9.	<u>Área de Oficina</u>	64
a.	Acción de Remediación	65
10.	<u>Ingreso a los corrales de engorde, y sala de maternidad</u>	65
a.	Acción de Remediación	66
F.	PLAN DE MANEJO PARA EL CIERRE TECNICO AMBIENTAL	66
1.	<u>Objetivos</u>	67
a.	General	67
b.	Específicos	67
V.	<u>CONCLUSIONES</u>	72
VI.	<u>RECOMENDACIONES</u>	73
VII.	<u>LITERATURA CITADA</u>	74
	ANEXOS	

## RESUMEN

En la Unidad Académica de Investigación y Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se desarrolló el plan de cierre técnico de la unidad porcina. Las unidades experimentales, estuvieron constituidas por las muestras de residuos sólidos y líquidos provenientes de los diferentes procesos de producción. Los resultados indican que los puntos críticos en producción son el primer paso para controlar los posibles problemas, su identificación y reconocimiento de las variables que más influyen; esto nos permite enfocar mejor la estrategia de mejoramiento y realizar la labor con eficiencia y que en el programa de cierre y abandono se incluyan todas las actividades ambientales necesarias para lograr recuperar los impactos generados y que las características del entorno luego de la evaluación del estado actual del plantel porcino, permita detectar las fuentes de los impactos principales, para realizar la clausura técnica de las mismas y aplicar medidas de remediación para que las condiciones del entorno retornen a las naturales. La valoración de los impactos que generó las actividades previstas dentro del programa de cierre y abandono, registra un valor global de +4, este valor refleja que con la aplicación de dicho plan se beneficiaran las condiciones del entorno, por lo que se recomienda realizar el análisis de la infraestructura de manera exhaustiva para definir si se puede mantener actividades dentro de las instalaciones.

## ABSTRACT

In the Unit Academic of Swine Investigation of Animal Science Faculty of the ESPOCH, was developed a Technical closure plan of the Academic Unit of Swine Investigation. The experimental units were constituted by samples of liquid solid waste and fluids from different production processes. The results indicate that the critical points in production are the first step to control the possible problems, their identification and recognition of the variables that most influence; This allows us to focus better the strategy of improvement and to carry out the work with efficiency and that the program of closure and abandonment includes all the necessary environmental activities to recover the generated impacts and that the characteristics of the environment after the evaluation of the current state of the pigs stock, allows to detect the sources of the main impacts, to realize the technical closure of the same and to apply measures of remediation and that the conditions of the environment return to the natural ones. The assessment of the impacts generated by the planned activities within the closure and abandonment program, registers an overall value of +4, this value reflects that with the application of this plan benefits the conditions of the environment, so it is recommended to carry out the analysis of the infrastructure in an exhaustive way to define if it is possible to maintain activities within the facilities.

**LISTA DE CUADROS**

N°		Pág.
1.	POBLACIÓN PORCINA DEL ECUADOR.	4
2.	NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE.	7
3.	CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA USO PECUARIO.	14
4.	LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO.	15
5.	PARÁMETROS GENERALES ESTABLECIDOS.	17
6.	PARÁMETROS INORGÁNICOS ESTABLECIDOS.	17
7.	PARÁMETROS ESTABLECIDOS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SUELO, MUESTRAS TOMADAS EN LOS AFLUENTE Y EFLUENTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN PORCINA.	19
8.	PARÁMETROS ESTABLECIDOS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SUELO, MUESTRAS TOMADAS EN LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN PORCINA.	26
9.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN PORCINA DE LA FCP- ESPOCH.	39
10.	FLORA EXISTENTE EN LA ZONA CIRCUNDANTE DE LA “UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN PORCINA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”	42
11.	FAUNA EXISTENTE EN LA ZONA CIRCUNDANTE de la “UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN PORCINA DE LA FCP. DE LA ESPOCH”	43
12.	IMPACTOS PROYECTADOS	45
13.	MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL PROGRAMA DE ABANDONO Y CIERRE DE LA UNIDAD ACADÉMICA	47
14.	CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS	51

15. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS POSITIVOS	52
16. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADO POR EL PROGRAMA DE ABANDONO Y CIERRE DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN PORCINA DE LA FCP- ESPOCH	53
17. PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS	68
18. PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO	69
19. PROGRAMA DE REHABILITACIÓN	70
20. PROGRAMA DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA	71

**LISTA DE GRÁFICOS**

Nº		Pág.
1.	Plan de cierre ambiental	8
2	Análisis de la conductividad eléctrica del suelo analizado en los afluentes y efluentes de la actividad de la unidad académica de investigación porcina.	20
3.	Análisis del pH del suelo analizado en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.	21
4	Análisis del ras del suelo analizado en los afluentes y efluentes de la unidad académica de investigación porcina.	23
5.	Análisis del contenido de bario del suelo analizados en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.	24
6.	Análisis del contenido de cobre del suelo analizados en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.	25
7.	Análisis del pH del agua analizado en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.	29
8.	Análisis de la conductividad eléctrica del agua analizados en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.	30
9.	Análisis de la turbiedad del agua analizados en los efluentes y afluentes de las actividades de la explotación porcícola.	31
10.	Análisis del DBO <sub>5</sub> del agua analizados en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.	32
11.	Análisis de DQO del agua analizados en los efluentes y afluentes de la explotación porcícola.	33
12	Análisis del contenido de nitratos del agua analizados en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.	34
13	Análisis del contenido de nitritos del agua de los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.	35
14.	Análisis del contenido de coliformes fecales del agua analizados en los efluentes y afluentes de las actividades de la explotación porcícola.	36

15. Análisis del contenido de coliformes totales del agua analizados en canales de desfogue y cisterna de las actividades de la explotación porcícola. 37

**LISTA DE FOTOGRAFÍAS**

N°		Pág.
1.	Área de influencia directa	38
2.	Área de influencia indirecta	38
3.	Ingreso a la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.	56
4.	Área de almacenamiento de alimento balanceado	57
5.	Drenaje y acumulación de las aguas residuales	58
6.	Área de laboratorio.	59
7.	Área de maternidad del plantel porcícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.	60
8.	Área de crecimiento del plantel porcícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.	61
9.	Área de engorde del plantel porcícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.	62
10.	Área de baños y ducha del plantel porcícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.	63
11.	Área de oficina del plantel porcícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.	65
12.	Ingreso a los corrales de engorde, y sala de maternidad.	66

## LISTA DE ANEXOS

Nº

1. Análisis de laboratorio de una muestra de agua tomada de los efluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcino.
2. Análisis de laboratorio de una muestra de agua tomada de los afluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcino.
3. Análisis de laboratorio de una muestra de suelo tomada dentro de la Unidad Académica de Investigación Porcina.
4. Base de datos de análisis de agua del trabajo de titulación tema: “cierre técnico de la unidad académica de investigación porcina de la FCP-ESPOCH”

## **I. INTRODUCCIÓN**

En el artículo 86 la Constitución de la República del Ecuador manifiesta que el estado protegerá el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado garantizando un desarrollo sustentable. La porcicultura es importante porque genera una compleja cadena de producción, transformación, industrialización y comercialización de productos (alimentos balanceados, equipo e instalaciones para granja, medicinas y biológicos veterinarios, embutidos y carnes frías, etc.) y finalmente, es importante porque es una de las actividades pecuarias que mayor impacto tiene en el ambiente por la cantidad y tipo de residuos que genera.

La porcicultura ecuatoriana se ha transformado significativamente en los últimos 20 años; sin embargo, sus características fundamentales siguen siendo: una enorme heterogeneidad productiva que significa la convivencia de grandes empresas altamente tecnificadas, con pequeñas y medianas granjas semitecnificadas y con una todavía vasta producción familiar de cerdos “errantes” y de traspatio, su dependencia del exterior para la obtención insumos clave para la producción como pie de cría (genética), granos, oleaginosas y otros insumos y, la falta de “internalización” de sus costos ambientales (Aldas, A. 2010).

Esto muestra una disminución de 429.863 animales equivalente a una reducción del 28.15% en 8 años. Esta disminución de la población estimada nos indica que la producción porcina en el país se encuentra en riesgo. La producción anual de carne a la canal estimada para el año 2004 fue de 82 mil TM, esto implica que el consumo per cápita de carne de cerdo en ese año fue de 6,8 Kg. Los desechos de la industria porcícola son el resultado de los excrementos y estos pueden ser sólidos o líquidos y son recogidos de distintas formas junto a la cama que esta es de diferentes materiales aserrín, paja entre otros y en muchas ocasiones se realiza un lavado de esta forma obteniendo un purín. El aumento en el número de animales y la regionalización de las producciones han generado fuertes presiones sobre los productores, ya que las producciones no son manejadas adecuadamente la descarga de nutrientes: materia orgánica, patógenos y emisión de gases a través de los desechos ocasionaran una significativa contaminación del agua y aire. Con

el cierre de la unidad académica experimental porcina se generarán una serie de desechos que podrían afectar el medio perceptual que rodea a la Unidad Académica Porcina. El plan de cierre y entrega del área tiene como objetivo devolver el terreno en su condición original con el mínimo de afectación ecológica y reutilizar lo en actividades compatibles para de esta manera aprovechar el área y destinarla a un uso racional. El conocimiento de las causas y efectos del deterioro ambiental es sin lugar a dudas el punto básico para la prevención y corrección de los impactos a nuestro entorno; por tal razón los estudios de impacto ambiental van con la legislación, las herramientas necesarias y los métodos más eficaces para conseguir buenas prácticas ambientales que seguro aportarán en una mejora del comportamiento ambiental. De lo dicho anteriormente es importante establecer un conjunto de medidas y actividades adecuadas para ejecutar un cierre gradual, cuidadoso y planificado del área, integrado a esta tarea la aplicación sistemática de acciones de limpieza en todas las áreas antes ocupadas. Por lo expuesto anteriormente los objetivos fueron:

- Diseñar el cierre técnico de la unidad académica de investigación porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Evaluar el estado actual del plantel porcino de la Unidad Académica Experimental Porcina.
- Conocer la calidad del ambiente interno y externo de las instalaciones de la granja y determinar la naturaleza de las emisiones, efluente y residuos que se generan en cuanto a tipo, cantidad, composición y origen.
- Establecer criterios técnicos para la minimización y corrección de problemas ambientales e impactos sobre el entorno.
- Elaborar una propuesta de reutilización de la infraestructura existente en el plantel porcino.

## **II. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **A. LA PORCICULTURA EN EL ECUADOR**

#### **1. Población porcina del Ecuador**

Hace algunos años atrás la producción de cerdos se limitaba a una labor poco tecnificada de crianza en patios, alimentados de desechos de cocina. La imagen de este tipo de producción y en sí de los cerdos era la de animales portadores de varias enfermedades, entre ellas la triquinosis y la gripe porcina, la primera causada por comer carne casi cruda de animales que han sido criados bajo condiciones insalubres, actualmente esta es una labor más tecnificada, y dadas las nuevas exigencias de los mercados, las producciones ahora son más sanitarias y especializadas. El mercado actual de cerdos a nivel nacional e internacional ha crecido mucho, así también las exigencias de mejor calidad por parte de los consumidores, Asociación de Porcicultores del Ecuador (ASPE, 2012).

La empresa AGROCALIDAD (2012), indica que actualmente esta es una labor más tecnificada, y dadas las nuevas exigencias de los mercados las producciones ahora son más sanitarias y especializadas.

El mercado actual de cerdos a nivel nacional e internacional ha crecido mucho, así también las exigencias de mejor calidad por parte de los consumidores. El último censo agropecuario que se realizó en el país fue en el 2000, el cual mostró que la población porcina del Ecuador es de 1'527 114 cerdos con un promedio de 3.5 cerdos por finca. En el cuadro 1, se muestran la población porcina de Ecuador.

La producción de cerdos de traspatio, cerdos criados con desechos de cocina, es de más de 30 000 TM/año. El consumo per cápita en Ecuador es de aproximadamente 10.5 kg por persona y el establecimiento de su-producto como grasa, chuleta son importadas desde Brasil, Canadá Chile. (ASPE, 2012). El creciente incremento del consumo de carne de cerdo en el país hace necesaria también el incremento en la producción, pero una producción tradicional como la de los cerdos de traspatio sino una producción que sea más eficiente, con una mejor nutrición de los cerdos, Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC, 2011).

Es así como la ASPE junto con AGROCALIDAD se encuentran desarrollando un Programa Nacional para mejorar la calidad de la producción porcina en el país.

Cuadro 1. POBLACIÓN PORCINA DEL ECUADOR.

Región	Fincas		Cabezas	
	número	%	número	%
Sierra	321,037	72,9	986,219	64,6
Costa	96,230	21,8	454,771	29,8
Amazonia	21,029	4,8	74,288	4,9
Insular	240	0,1	2,464	0,2
Zonas no delimitadas	1,939	0,4	9,372	0,6
total	440,475	100	1527,114	100

Fuente: INEC, (2011).

## **2. Formas de producción porcina**

Las formas de producción porcina en el país pueden dividirse en tres grandes estratos: un estrato a nivel casero y chiquero que corresponde al 85% del total, un nivel semi-industrial que corresponde al 4,8% y un nivel industrial con el 10.2% (INEC, 2011).

### **a. Nivel casero-chiquero**

Es aquella explotación porcícola porcina en donde las construcciones son rudimentarias, hay poca inversión de capital y no hay ninguna asistencia técnica. Este es el sistema que ha sido adoptado por pequeños productores campesinos; está basado en la alimentación con desperdicios, la forma de manejo de la explotación porcícola es bastante precaria, por lo general aquí abundan explotaciones con 2 a 5 cerdos y no hay ningún control sobre el comportamiento reproductivo de la piara y mucho menos de la producción. En este nivel, cuando el porcino alcanza un peso promedio de 25 a 40 kilos, es comercializado en las ferias

más cercanas y desde ahí, el animal es llevado al matadero, en donde la faena se hace en condiciones bastantes deficientes, tienen desde 100 animales en adelante y su objetivo es la venta del ganado para abasto (INEC, 2011).

A diferencia de las instalaciones tecnificadas, estas instalaciones son tradicionales y no usan lo último que hay en tecnología para esta especie. Este tipo de producción se ajusta para la implementación de buenas prácticas de manejo, dentro de la línea de producción, así como el manejo de residuos, debido a que las instalaciones se prestan para la limpieza y recolección de residuos, aprovechando al máximo su potencial nutritivo para su transformación (INEC, 2011).

#### **b. Nivel semi-industrial**

Es aquel donde el productor ha adoptado algunas prácticas de tecnificación y los animales son producto del cruce de razas puras o mestizas. Existe una infraestructura de construcciones e inversión pequeña de capital, algunos equipos de fabricación artesanal, la asistencia técnica es ocasional y la alimentación de los animales puede darse con productos aprovechados de la localidad (INEC, 2011).

#### **c. Nivel Industrial**

El nivel industrial es un tipo de explotación porcícola en donde se hace uso de técnicas más avanzadas, la alimentación es balanceada con alimentos concentrados, los animales son de raza pura y mestiza, está definido el tipo de producción, se asiste técnicamente desde el punto de vista sanitario, las prácticas son adecuadas y hay una inversión de capital que implica la presencia de instalaciones costosas. El animal que se beneficia en este tipo de explotación porcícola por lo general va orientado a los camales de las grandes ciudades o se procesa para productos embutidos industrializados. Los porcinos son criados en granjas generalmente grandes que pueden llegar a tener más de 100,000 cerdos de diferentes edades, están ubicados en instalaciones automatizadas, además de que utilizan lo último en tecnología para su producción (INEC, 2011).

## **B. UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN PORCINA DE LA FCP-ESPOCH**

### **1. Antecedentes**

Con el propósito de cumplir con las disposiciones del gobierno seccional, se presenta el siguiente plan de cierre de la unidad académica de investigación porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo para determinar los impactos negativos sobre el medio ambiente que pudieran ser generados por las actividades de producción que esta granja realizó en sus instalaciones, ubicada en el cantón Riobamba, para de esta manera contribuir a la minimización de los mencionados impactos en la zona de producción de la granja.

### **2. Descripción de la Unidad Académica**

La Unidad académica de investigación porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias, se encuentra ubicada en la Provincia de Chimborazo, cantón Riobamba, en la ESPOCH, es una granja de explotación porcícola de ganado porcino que se dedicaba a la investigación, comercialización de animales, sus actividades principales era la investigación en el área porcina, esta granja actualmente no cuenta con animales. Esta granja está construida en su mayoría con ladrillo cubierto con cemento, con cubierta compuesta de planchas de eternit sobre vigas de hierro y cuenta con pisos de hormigón enlucido. Los corrales están contruidos de ladrillo recubiertos con cemento, sus pisos son de hormigón. Los corrales cuentan con canales de desagüe que cumplen la función de traslado y recolección de los desechos sólidos y líquidos que se generan en cada uno de los mismos. La granja se encuentra distribuida de la siguiente forma:

- Área de maternidad
- Área de crecimiento
- Área de engorde
- Área administrativa
- Área de almacenamiento de alimento balanceado
- Área de sembríos

- Área de aseo personal
- Laboratorio
- Bodega
- Área de pesaje

### C. MARCO LEGAL REFERENCIAL

En el cuadro 2, se describen las normas ambientales vigentes.

Cuadro 2. NORMATIVA AMBIENTAL VIGENTE.

Marco Legal	Artículo
Constitución de la República del Ecuador (R.O. No. 449, 2008/10/20)	Cap. I – Biodiversidad y recursos naturales Cap. II – Derechos del Buen Vivir Cap. VII – Derechos de la Naturaleza
Acuerdo Ministerial 061 (R.O. No. 316, 2015/05/04)	195, 196, 197, 198, 209, 254, 255, 259
Guía de buenas prácticas porcícolas (R.O. No. 636, 2012/02/08)	Cap. I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV
Código Orgánico de Salud (R.O. No. 423, 2006/12/22)	6, 7, 95, 100, 118

Fuente: Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE, 2015).

### D. CIERRE TÉCNICO

El Cierre Técnico Ambiental, es el conjunto de medidas de remediación de suelos contaminados, remoción de infraestructura y suelos compactados, remoción y

disposición final de cubiertas de asbesto cemento, que deberán ejecutarse para no dejar “pasivos ambientales”. El Plan General de Cierre Técnico y Ambiental debe permitir asegurar que el proceso de cierre ocurra en forma ordenada, económicamente efectiva y oportuna, para que los proyectos previstos sean implementados sin riesgos generados por pasivos ambientales de la operación de la empresa.

Es la suspensión definitiva de la disposición final de los residuos sólidos en una empresa particular. Conlleva a un proceso gradual de saneamiento, restauración ambiental del área alterada debido a la presencia y las actividades a realizarse después de la clausura” según el Consejo Nacional del Ambiente, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente & Organización Panamericana de Salud (CONAN, 2010). En el grafico 1, se esquematiza un plan de cierre ambiental.

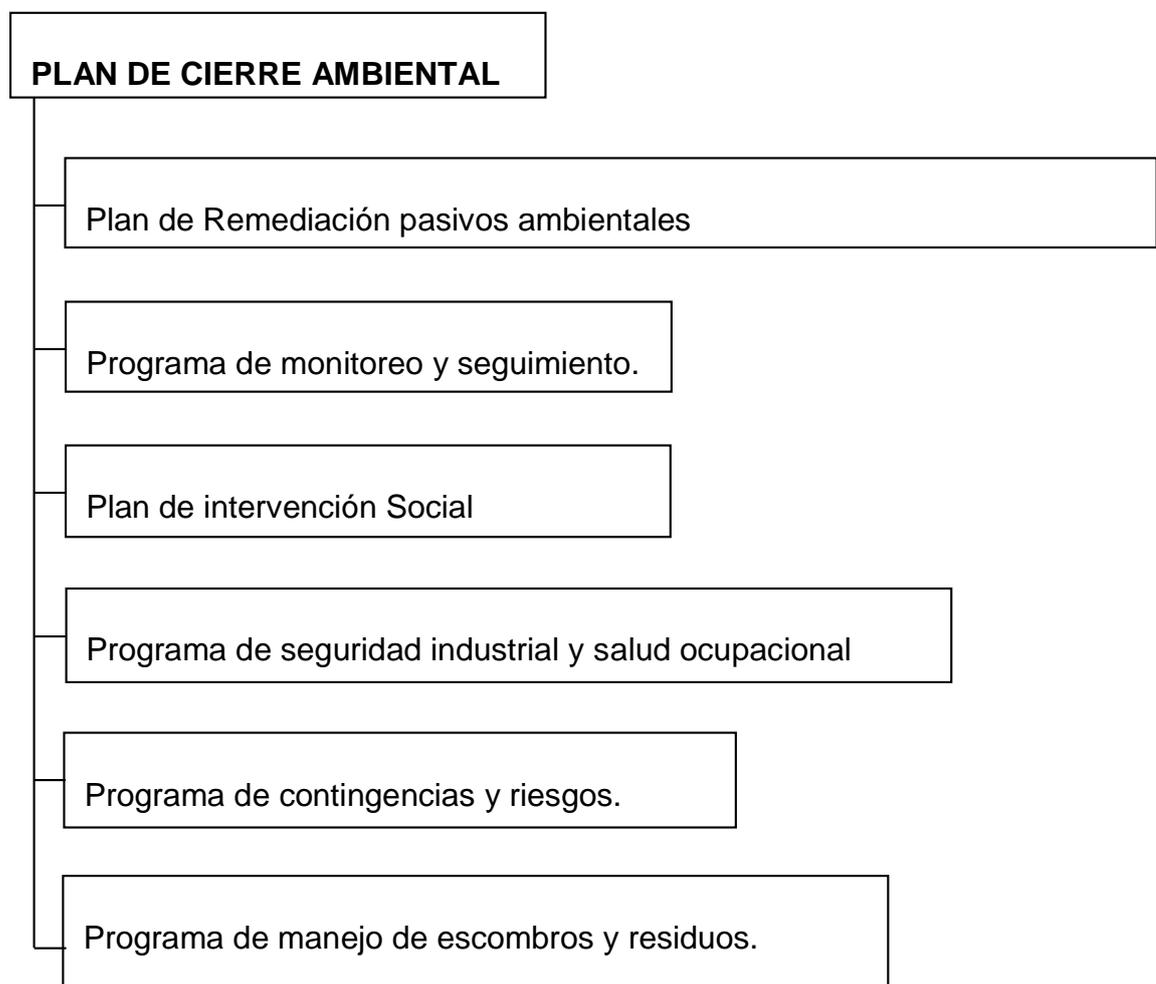


Gráfico 1. Plan de cierre ambiental.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **A. UNIDADES EXPERIMENTALES**

Las unidades experimentales que se consideraron en la presente investigación, estuvieron constituidas por las muestras de los residuos sólidos líquidos provenientes de los diferentes procesos y manejo dentro de la unidad académica de investigación porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

#### **B. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los materiales, equipos e instalaciones que se emplearon para el desarrollo de la presente investigación se distribuyeron de la siguiente manera:

##### **1. Materiales**

- Botas de caucho.
- Colador.
- Espátula.
- Fundas plásticas.
- Guantes.
- Libreta de apuntes.
- Mascarillas.
- Pinzas.
- Pipetas Pasteur.
- Probetas.
- Registro de campo.
- Vasos de plásticos.

##### **2. Equipos**

- Balanza eléctrica
- Cámara fotográfica

- GPS
- Microscopio

### **3. Instalaciones**

- Instalaciones de la Unidad Académica de Investigación porcina de la FCP-ESPOCH.
- Laboratorios del CESTTA.

## **C. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

El presente trabajo es de tipo descriptivo, y no fue necesario plantearse tratamientos. Los datos experimentales que se obtuvieron en la investigación se tabularon en la hoja electrónica de Excel Office versión 2010 en las que se consideraron bajo una estadística descriptiva.

## **D. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Los análisis de las muestras tanto de agua como del suelo se realizaron en el Laboratorio CESTTA ESPOCH Laboratorio de Bromatología y Microbiología de la facultad Ciencias Pecuarias. Las variables experimentales a ser evaluadas durante la investigación fueron:

### **1. Análisis de agua**

- Demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), del agua residual.
- Demanda química de oxígeno (DQO), del agua residual.
- Determinación del pH
- Determinación de Coliformes fecales
- Determinación Coliformes totales
- Contenido de nitratos y nitritos
- Determinación de la turbiedad UNT

### **2. Análisis de suelo**

- Conductividad.

- pH.
- Relación de Adsorción de Sodio (Índice SAR).
- Bario.
- Cobre.

## **E. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA**

El carácter del análisis estadístico de las variables implícitas dentro de la investigación fue de orden descriptivo, en vista a la naturaleza de los resultados, los mismos que fueron recolectados, ordenados, tabulados y analizados con la ayuda de procesadores de datos como lo es Excel. Además, dentro del análisis estadístico se calculó los siguientes parámetros estadísticos:

- Media
- Frecuencias
- Desviación estándar
- Chi cuadrado

## **F. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

Antes de realizar la toma de muestras se procedió a la observación de la Unidad Académica de Investigación Porcino. En la investigación se realizó la toma de muestras de agua y suelo cada 15 días, los análisis se realizaron en los laboratorios especializados.

El estudio ambiental consistió en el diagnóstico de los factores bióticos, abióticos, antropológicos, con el desarrollo de la línea base a través de listas de chequeo, entrevistas; para luego realizar la evaluación de impacto ambiental con la matriz de criterios de evaluación, tomando los resultados de los análisis de laboratorio de: agua y suelo, estos resultados sirvieron para determinar los niveles de afectación.

Finalmente, el análisis del ciclo de vida: fue una herramienta que ayudo a identificar los impactos ambientales desde el inicio hasta el final. Con todo lo anterior, se definió la problemática y se pudo aplicar el Plan de Manejo Ambiental para minimizar el problema y elaborar el diseño del cierre técnico del plantel porcino.

### **1. Definición de los alcances del Estudio de Impacto Ambiental (EIA)**

Se determinó la cobertura y precisión del estudio; esto incluyó la definición del área de influencia del proyecto y el nivel de detalle de la información que se recopiló. Para conseguir este fin fue necesario recoger la información más detallada posible sobre la finca y sus actividades consideradas, las que fueron complementadas con visitas de campo a las instalaciones.

### **2. Elaboración de los Términos de Referencia del EIA**

Se elaboró los Términos de Referencia, que enmarcaron la realización del EIA, son una descripción de las actividades que se esperan desarrollar, en los que se expresaron con claridad los alcances, estructura, requerimientos específicos de realización.

### **3. Reconocimiento de campo**

Se realizó una primera visita al área de influencia de la explotación porcícola ganadera, con objeto de refinar las actividades planificadas. Esta visita sirvió para establecer los puntos de muestreo y re-evaluar la logística considerada.

### **4. Análisis de Impactos y confección de matrices de Leopold**

Para evaluar la contaminación e impacto ambiental, se utilizó la matriz de Leopold, que fue un cuadro de doble entrada cuyas columnas constan por las mediciones experimentales consideradas y en las entradas por filas están ocupadas por la relación de acciones que produce el impacto.

Con la ayuda de criterio técnico y conocimientos teóricos se procedió a analizar y evaluar cualitativa y cuantitativamente los impactos generados por la finca, se inicia describiendo los factores abióticos y bióticos de la zona de estudio. Posteriormente se identificó las medidas apropiadas para contribuir a la prevención, control y minimización de los impactos no deseados, o a la optimización de aquellos que se consideren benéficos, para la confección de las matrices.

## **5. Desarrollo del Estudio del Impacto Ambiental**

Una vez concluido con el proceso de evaluación y valoración de los impactos se redactó el Estudio del Impacto Ambiental siguiendo las directrices instauradas.

## **G. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Calidad del agua de ingreso a la Unidad Académica**

La presente sección correspondió a la evaluación ambiental referente a los sistemas de recolección de aguas de limpieza de la Granja Porcina después del proceso productivo; en este caso se analizó muestras de la descarga desde los galpones luego de la limpieza (aguas provenientes del lavado de los purines).

Dentro del análisis se consideraron los siguientes parámetros: pH, sólidos totales, DQO, Coliformes fecales, Coliformes totales, Cadmio, Arsénico, Cromo, Cobalto, Cinc, Boro (MAE, 2015). En el cuadro 3, se describe los criterios de calidad de aguas para uso pecuario.

### **2. Calidad del agua de salida de la Unidad Académica**

Para el presente estudio se seleccionará el sitio de muestreo, con el fin de evaluar la calidad de los efluentes líquidos generados dentro de la Unidad Académica de Investigación Porcina. La misma que se tomará superficialmente en este sitio. Dentro del análisis se consideraron los siguientes parámetros; Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cinc, Cobalto, Cobre, Cromo, Mercurio, Nitratos, Nitritos, Plomo, Conformes Fecales, Sólidos disueltos totales.

Se entiende por uso pecuario la aplicación de aguas nacionales para la cría y engorda de ganado, aves de corral y otros animales y su preparación para la primera enajenación siempre que no comprenda la transformación industrial ni el riego de pastizales. Una dificultad del uso pecuario es la adquisición de derechos de agua mediante transferencias entre usuarios, esto dentro del marco legal vigente, dado que los fraccionadores que requieren agua para abastecimiento de

agua potable, pagan más por el agua, esto muestra el efecto de un libre mercado, donde el agua es parcialmente subastada.

Un problema adicional del uso pecuario, es la dificultad para el pago de un tratamiento de las aguas residuales, por ejemplo para los porcicultores. En este sentido se ha investigado la posibilidad de construir plantas que a su vez contribuyan a la generación de gas y energía. En los cuadros 3 y 4, se describe los límites de descarga al sistema de alcantarillado público.

Cuadro 3. CRITERIOS DE CALIDAD DE AGUAS PARA USO PECUARIO.

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	VALOR MÁXIMO
Aluminio	Al	mg/l	5.0
Arsénico	As	mg/l	0.2
Boro	B	mg/l	5.0
Cadmio	Cd	mg/l	0.05
Cinc	Zn	mg/l	25.0
Cobalto	Co	mg/l	1.0
Cobre	Cu	mg/l	2
Cromo	Cr *°	mg/l	1.0
Mercurio	Hg	mg/l	0,01
Nitratos	NO <sub>3</sub>	mg/l	50
Nitritos	NO <sub>2</sub>	mg/l	0.2
Plomo	Pb	mg/l	0.05
Conformes Fecales	NMP	NMP/100ml	1000
Sólidos disueltos totales	SDT	mg/l	3000

Fuente: MAE, (2015).

Cuadro 4. LÍMITES DE DESCARGA AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO PÚBLICO.

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Carbonatos	CO <sub>3</sub>	mg/l	0,1
Cianuro total	CN-	mg/l	1,0
Cobalto total	Co	mg/l	0,5
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub>	mg/l	250
Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20
Manganeso total	Mn	mg/l	10,0
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,01
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Plata	Ag	mg/l	0,5
Plomo	Pb	mg/l	0,5
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Sólidos Sedimentables		ml/l	20
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	220
Sólidos totales		mg/l	1 600
Selenio	Se	mg/l	0,5
Sulfatos	SO <sub>4</sub> =	mg/l	400
Sulfuros	S	mg/l	1,0

Fuente: MAE, (2015).

### **3. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), del agua residual**

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) se utilizará para determinar los requerimientos de oxígeno necesarios para la degradación bioquímica de la materia orgánica en las aguas residuales; su aplicación permitirá calcular los efectos de las descargas de los efluentes domésticos e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores.

### **4. Demanda química de oxígeno (DQO), del agua residual**

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra de agua residual. Se utilizará para medir el grado de contaminación y se expresará en  $\text{mgO}_2/\text{litro}$ .

### **5. Determinación del pH**

- La determinación del pH del agua y suelo se basará en la capacidad de respuesta del electrodo de vidrio ante soluciones de diferente actividad de iones  $\text{H}^+$ .
- La fuerza electromotriz producida en el electrodo de vidrio varía linealmente con el pH del medio. Se debe tener en cuenta la temperatura de la muestra ya que esta fuerza electromotriz afecta al valor del pH.

### **6. Análisis de la calidad del suelo**

En esta fase se procederá al análisis de una muestra de suelo extraída del sector cerca de los canales de Descarga de Aguas Residuales. Los criterios de calidad, son valores de fondo aproximados o límites analíticos de detección para un contaminante en el suelo. Para los propósitos de esta Norma, los valores de fondo se refieren a los niveles ambientales representativos para un contaminante en el suelo. En el cuadro 5 y 6, se describen los parámetros establecidos.

Cuadro 5. PARÁMETROS GENERALES ESTABLECIDOS.

PARÁMETRO	UNIDADES*	VALOR
Conductividad	uS/cm	200
PH		6 a 8
Relación de adsorción de Sodio (índice SAR)		4*

Fuente: MAE, (2015).

En el cuadro 6, se describen los parámetros inorgánicos establecidos.

Cuadro 6. PARÁMETROS INORGÁNICOS ESTABLECIDOS.

Parámetros inorgánicos		
Arsénico	mg/kg	12
Azufre (elemental)	mg/kg	250
Bario	mg/kg	200
Boro (soluble en agua caliente)	mg/kg	1
Cadmio	mg/kg	0.5
Cobalto	mg/kg	10
Cobre	mg/kg	25
Cromo Total	mg/kg	54
Cromo VI	mg/kg	0.4
Cianuro	mg/kg	0.9
Estaño	mg/kg	5
Fluoruros	mg/kg	200
Mercurio	mg/kg	0.1
Molibdeno	mg/kg	5
Níquel	mg/kg	19
Plomo	mg/kg	19
Selenio	mg/kg	1
Vanadio	mg/kg	76
Zinc	mg/kg	60

Fuente: MAE, (2015).

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES**

### **A. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SUELO**

#### **1. Conductividad Eléctrica**

En el análisis de los resultados de conductividad eléctrica del suelo, analizado dentro y fuera de la Unidad Académica Porcina, de la Facultad de Ciencias Pecuarias, dentro reporta una media de 104,56 mmhos/cm, con un error relativo de  $\pm 0,3239$  y una mediana de 104,6; mientras tanto que los valores reportados fuera de la explotación fueron de 334,3 mmhos/cm con un error típico de  $\pm 2,2$  y una mediana de 336,0 es decir que fuera de la explotación de cerdos los valores de conductividad eléctrica presentan una variabilidad considerable ya que la prueba de chi cuadrado ( $P < 0,001$ ), identifica diferencias altamente significativas, es decir que los valores se aumentan de manera considerable por lo cual habrá que analizar los factores que ocasionan este aumento ya que pueden dañar la calidad del suelo y además generar contaminación ambiental que no se debe existir.

Además se debe evaluar si las respuestas están bajo los índices que indica la normativa ecuatoriana para el manejo de suelos que reporta un valor máximo permitido es de 2 mmhos/cm, al comparar las muestras en el presente trabajo se afirma que no están bajo ese índice, también hay que destacar que las explotaciones porcinas generan gran contaminación en el suelo debido a que los purines de los animales tienen alto contenido de agentes químicos extraños al suelo y que disminuyen su calidad. La salinidad de un suelo, se refiere a la cantidad de sales presentes en solución, y puede ser estimada indirectamente mediante la medición de la conductividad eléctrica. Bajo condiciones de sequía o riegos deficitarios (situación a la que está expuesta la sierra del Ecuador), la acumulación de sales en la superficie de los suelos aumenta, esto debido a que el agua aplicada en el riego, no es capaz de lavar el exceso de sales.

En la ilustración del gráfico 2, se describen los análisis de la conductividad eléctrica del suelo tomados la muestra dentro y fuera de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

Cuadro 7. PARÁMETROS ESTABLECIDOS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE SUELO, MUESTRAS TOMADAS EN LOS AFLUENTE Y EFLUENTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN PORCINA.

VARIABLES										
ESTADÍSTICO	Conductividad		pH		RAS		Bario		Cobre	
	Dentro	Fuera	Dentro	Fuera	Dentro	Fuera	Dentro	Fuera	Dentro	Fuera
Media	104,56	334,3	7,10	7,34	1,04	6,28	50	50	12,58	23,35
Error típico	0,32	2,2	0,03	0,03	0,01	0,02	0	0	0,12	0,03
Mediana	104,6	336,0	7,10	7,36	1,05	6,29	50	50	12,67	23,35
Desviación estándar	0,5610	3,8	0,05	0,05	0,02	0,04	0	0	0,21	0,05
Varianza de la muestra	0,31	14,3	0,00	0,00	0,0004	0,001	0	0	0,04	0,002
Coficiente de asimetría	-0,31	-1,6	0,00	1,39	-1,29	-1,15	0	0	-1,62	0,33
Rango	1,12	7,0	0,10	0,09	0,04	0,07	0	0	0,38	0,09
Prob.	0,0001		0,74		0,061		7,34		0,006	

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

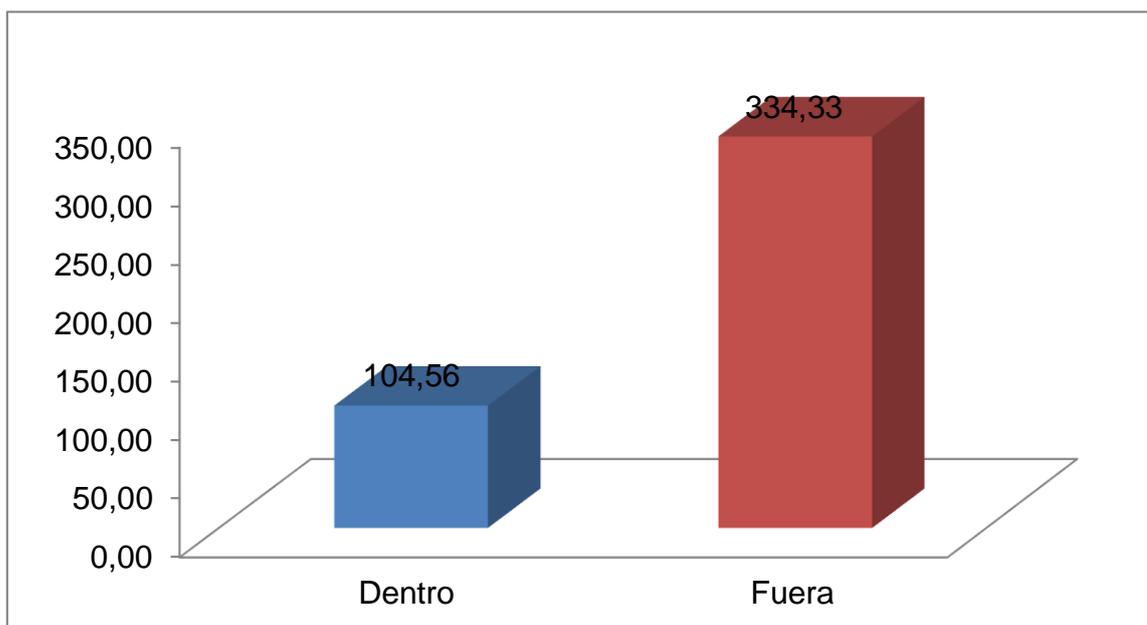


Gráfico 2. Análisis de la conductividad eléctrica del suelo analizado en los afluentes y efluentes de la actividad de la unidad académica de investigación porcina.

## 2. pH

En el análisis del pH de los suelos analizados dentro y fuera de la explotación porcina de la facultad de ciencias pecuarias de la ESPOCH, las respuestas dentro de la explotación porcina reportaron valores de a 6,52 con un error típico de  $\pm 0,52$  y un valor de mediana de 6,52 mientras que los resultados fuera de la explotación fueron de 7,25 con un error típico 0,105 y una media de 7,25, los valores están acompañados de todas sus variables que son las que pueden generar errores y que determinan las características estadísticas de las medias, indicando además que de acuerdo a la prueba de chi-cuadrado no se identifican diferencias estadísticas ( $P > 0,74$ ), como se muestra en los resultados las respuestas dentro de las explotaciones presentan una característica acida mientras que los resultados fuera de la explotación porcina son un poco básicas pero ambos se encuentran en un valor cercano a tener un pH neutro que no afecta en la calidad del suelo. Según la normativa ecuatoriana, indica que los suelos para fines agropecuarios tienen que tener un valor de pH entre 6 y 8 es decir que los suelos de la presente investigación logran cumplir con el estándar indicado y para índice de potencial hidrogeno no reporta mayor índice de contaminación, el pH es muy importante para determinar

la calidad del suelo ya que este afecta de manera considerable su uso, y produce grandes cambios de acuerdo a la actividad humana que se esté ejerciendo sobre él.

Cabe destacar que la explotación porcina dejó de funcionar y hay que evaluar qué tipo de uso se le va a dar al suelo de acuerdo a las características que presente, como los cerdos no han dañado el índice de pH este está adecuado para la agricultura u otro tipo de explotación animal, también es importante determinar en cuanto tiempo se pueda dar la remediación de los suelos que fueron partícipes de la explotación porcina que no es más que el proceso natural que sufren los suelos para auto recuperarse frente a un contaminante ambiental del cual haya sido parte y que ha generado contaminación o deterioro de su calidad. En la ilustración del gráfico 3, se describen los análisis del pH del suelo tomado la muestra dentro y fuera de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

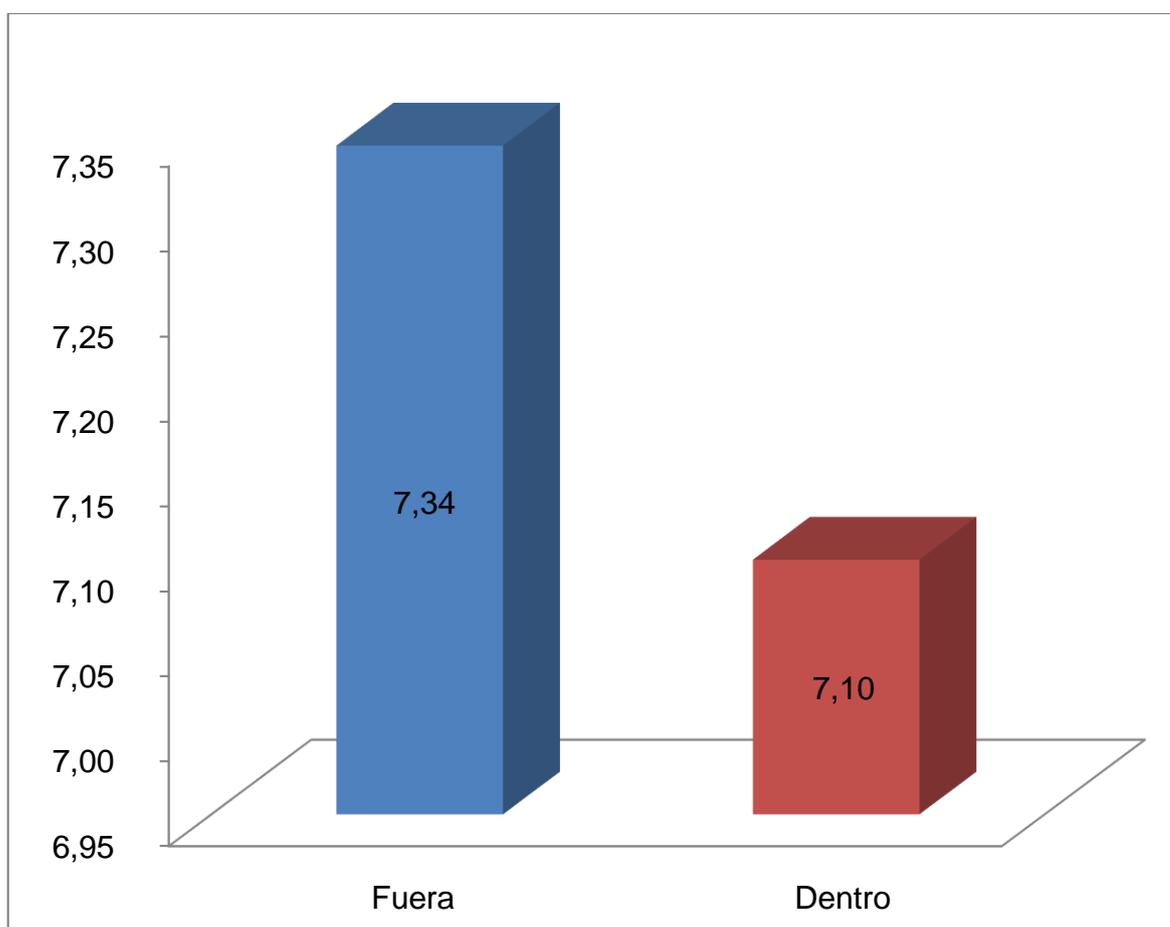


Gráfico 3. Análisis del pH del suelo analizado en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.

### **3. Relación Absorción de Sodio (RAS)**

En el análisis de las respuestas de RAS, del suelo evaluado dentro y fuera de la Unidad Académica de Investigación Porcina, de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, las respuestas del suelo tomadas en el interior, reportaron valores de 1,04 con un error relativo de  $\pm 0,01$  y una mediana de 1,05, en tanto que los resultados reportados fuera de la explotación fueron de 6,28 con un error relativo de  $\pm 0,02$  y una mediana de 6,29, no presentan diferencias estadísticas de acuerdo a la prueba de chi-cuadrado ( $P > 0,061$ ), se encuentran dentro de los límites permisibles según la normativa ecuatoriana medio ambiental los suelos de uso pecuario, y del tipo industrial, donde se indica que deben presentar valores máximos de RAS de 4, que no están siendo cumplidos en la presente investigación y que tienen que ser remediados de alguna forma si se quiere destinar el suelo para algún otro tipo de uso como por ejemplo en la agricultura, ganadería u otro tipo de explotación pecuaria, esto se debe evaluar y conseguir el método más rentable para eliminar el exceso de sodio disuelto en el suelo que es el que mide el índice de RAS.

La relación RAS es un parámetro que refleja la posible influencia del ion sodio sobre las propiedades del suelo, ya que tiene efectos dispersante sobre los coloides del suelo y afecta a la permeabilidad. Sus efectos no dependen solo de la concentración en sodio sino también del resto de cationes.

Para la interpretación del valor obtenido dentro del parámetro RAS se debe considerar el tipo de suelo a analizar no obstante, de manera general se puede manifestar que para lograr las condiciones adecuadas e impedir la incidencia de los factores negativos especificados en los párrafos anteriores el valor del parámetro no debe exceder a 7, el RAS está relacionado con el pH. Es por ello que se puede concluir que no se ha afectado el suelo por la eliminación superficial de corrientes de agua residual cargadas con componentes salinos que desplacen al calcio y al magnesio (principales iones que establecen las características del suelo), en vista a que la valoración del RAS de las muestras de suelo provenientes del entorno de la unidad académica obtuvieron valores iguales a 1,04 y 6,28 en los afluentes y efluentes respectivamente.

En la ilustración del gráfico 4, se describen los análisis de RAS tomados la muestra dentro y fuera de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

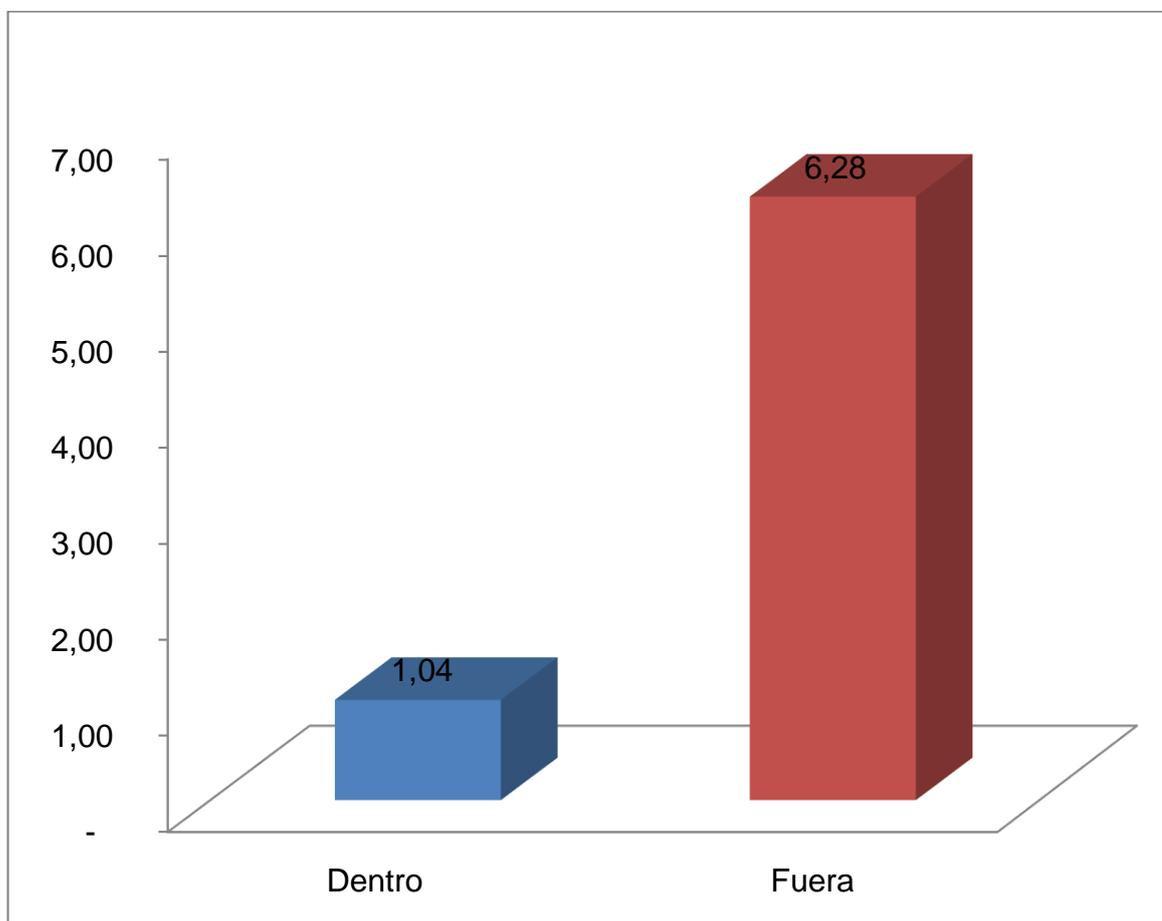


Gráfico 4. Análisis del ras del suelo analizado en los afluentes y efluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

#### 4. Bario

En la evaluación de la presencia de bario en el suelo de la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH , dentro de la explotación se reportaron valores de a 50mg/kg con un error típico de  $\pm 0.00$  mg/kg y una mediana de 50mg/kg mientras tanto que los valores reportadas fuera son de 50.000 mg/kg con un error típico de  $\pm 0.00$  mg/kg y una mediana de 50.000 mg/kg, con diferencias altamente significativas de acuerdo a la prueba de chi-cuadrado ( $P < 7,34E-51$ ), estas respuestas estuvieron acompañadas con sus respectivas varianzas y desviaciones considerando así los datos reportado estadísticamente.

Evaluando los resultados del contenido de bario en la presente investigación se puede afirmar que en los efluentes y afluentes de la explotación porcícola se cumplen con los parámetros de la normativa nacional de medio ambiente, el valor máximo que se debe alcanzar para afirmar que un suelo no está contaminado por presencia de Bario es de 200 mg/kg y todos los resultados de la investigación están muy por debajo del valor máximo, la presencia de Bario en el ambiente no es muy significativa ya que no es componente esencial para los procesos metabólicos de los cerdos es decir no se presenta mucho en las explotaciones pecuarias.

En la presente investigación el contenido de bario en los afluentes y efluentes de la investigación no es excesivo y debido a que la explotación porcícola dejó de funcionar para esta prueba no es fundamental que se realice un tratamiento del suelo para emplearlo en otras actividades pecuario, y no se debe realizar ningún tipo de tratamiento del mismo. En la ilustración del gráfico 5, se describen los análisis de Bario tomados la muestra dentro y fuera de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

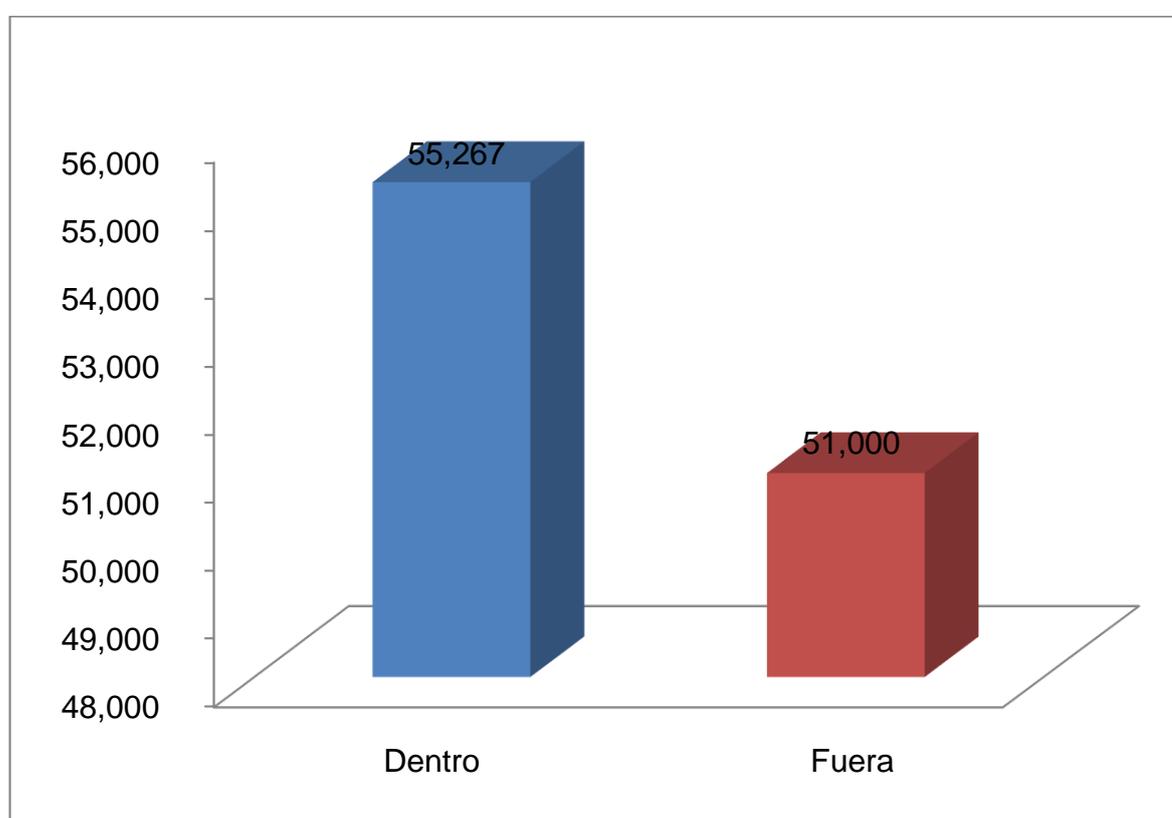


Gráfico 5. Análisis del contenido de bario del suelo analizados en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.

## 5. Cobre

En la evaluación de las respuestas de la presencia de cobre en el suelo de la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, se registraron que las medias dentro de la explotación fueron de 12,58 mg/Kg con un error relativo de  $\pm 0,12$  mg/Kg y una mediana de 12,67 mg/Kg, mientras que los valores obtenidos fuera de la explotación reportaron valores de 23,35 mg/Kg con un error típico de 0,03 mg/Kg y una mediana de 23,35 mg/Kg, además se aprecia diferencia altamente significativa ( $P < 0,00066$ ), al comparar el suelo dentro y fuera de la explotación porcina, adicional a ellos se reportaron su desviación estándar y la varianza que existe entre las muestras con lo cual las medias estuvieron acompañadas de todas sus características estadísticas, con esto se puede evaluar que los afluentes y efluentes de la explotación en el suelo cumplen los estándares de calidad, que presenta como respuesta máxima aceptable en el contenido de cromo un valor de 30 mg Cu/Kg de acuerdo a la normativa ecuatoriana del ambiente. En la ilustración del gráfico 6, se describen los análisis de Cobre tomados la muestra dentro y fuera de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

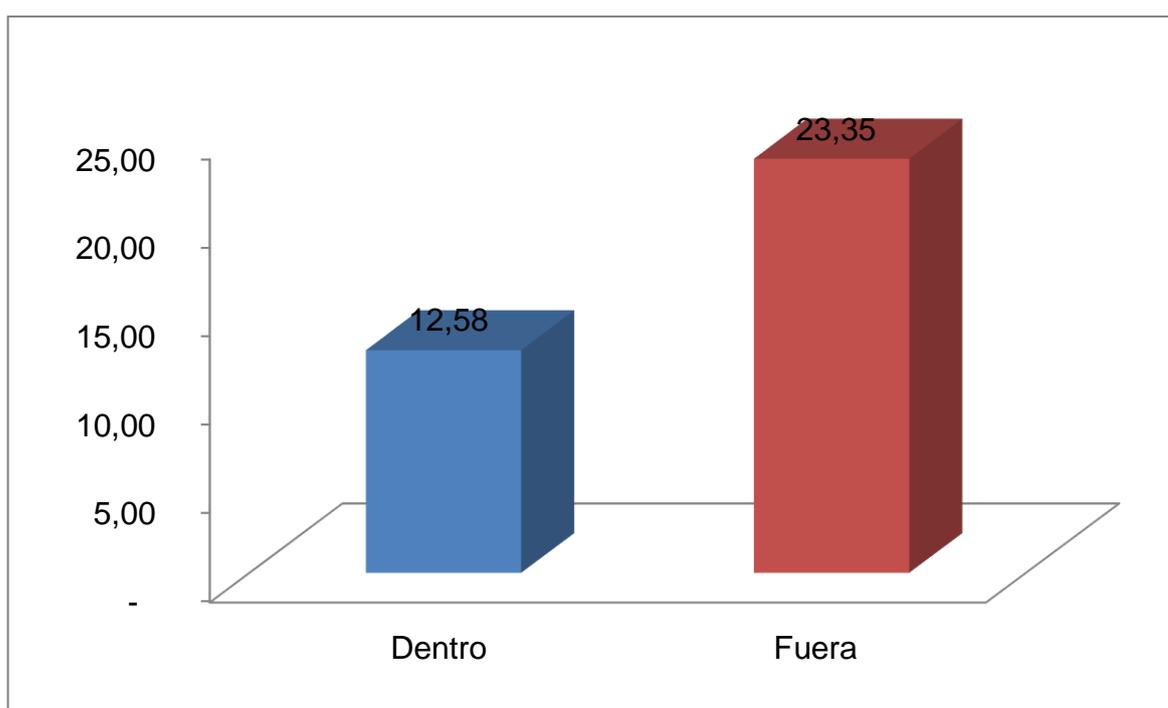


Gráfico 6. Análisis del contenido de cobre del suelo analizados en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.

Cuadro 8. PARÁMETROS ESTABLECIDOS PARA EL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA, MUESTRAS TOMADAS EN LOS AFLUENTES Y EFLUENTES DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN PORCINA.

	VARIABLES									
	pH		Conductividad eléctrica		Turbiedad		Demanda bioquímica		Demanda química	
ESTADÍSTICO	Afluente	Efluente	Afluentes	Efluente	Afluentes	Efluentes	Afluente	Efluente	Afluentes	Efluente
Media	7,15	7,31	1000	2426,66	1,48	1,48	1,90	1131,00	7,67	2483,6
Error típico	0,02	0,01	6,42	12,01	0,04	0,04	0,06	4,36	0,33	3,18
Desviación estándar	0,05	0,03	11,13	20,81	0,07	0,07	0,10	7,55	0,58	5,51
Varianza	0,0025	0,001	124	433,33	0,01	0,01	0,01	57,00	0,33	30,33
Rango	0,1	0,05	22	40	0,13	0,13	0,20	15,00	1,00	10,00
Prob.	0,894		0.001		0.001		0.001		0.001	

Continuación.

ESTADÍSTICO	VARIABLES									
	Nitratos		Nitritos		Sólidos TD		Sólidos Totales		Coliformes totales	
	Afluentes	Efluentes	Afluentes	Efluentes	Afluentes	Efluentes	Afluentes	Efluentes	Afluentes	Efluentes
Media	20,67	36,67	0,005	1,67	532,67	1284,67	673,00	2579,67	21200	673,0
Error típico	0,33	1,45	0,001	0,12	1,76	3,53	2,517	7,219	9051,15	2,517
Mediana	21,00	37,00	0,005	1,60	532,0	1286,0	671	2580	30000	671
Desviación estándar	0,58	2,52	0,002	0,21	3,06	6,11	4,359	12,503	15677,05	4,359
Varianza de la muestra	0,33	6,33	0,000004	0,04	9,33	37,33	19	156,33	24577000	19
Coefficiente de asimetría	-1,73	-0,59	0,000	1,29	0,94	-0,94	1,63	-0,12	-1,730089	1,63
Rango	1	5	0,004	0,4	6	12	8	25	27400	8
Prob.		1,06	0,23		0.001		3,11		0.001	

Prob. >0,05: no existen diferencias estadísticas.

Prob. <0,05: existen diferencias estadísticas.

Prob. < 0,01: existen diferencias altamente significativas.

Debido a que la Unidad Académica de Investigación Porcina, dejó de funcionar se debe establecer los parámetros de calidad del suelo para ver en qué condiciones se tiene después de la explotación y de acuerdo a esta caracterización del suelo dar un uso diferente y con esto ver cuán rentable es para otro tipo de explotación animal industrial o para la agricultura, todo esto dependerá de la calidad del suelo y de las propiedades que tenga el mismo para lograr por medio de agentes químicos enriquecerlo sin afectar su calidad.

## **B. CALIDAD DEL AGUA**

### **1. pH**

Para la valoración e interpretación ambiental de las respuestas del pH en las muestra de agua de la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH se realizó la evaluación de dicho parámetro en los afluentes, obteniéndose como resultados 7,31 con un error relativo de  $\pm 0,01$  y una mediana de 7,31 en la medición, mientras que los valores obtenidos en los efluentes de la explotación reportaron una media de 7,12 con un error típico de 0,02 y una mediana de 7,12; además no se reportó diferencias estadísticas de acuerdo a la prueba chi-cuadrado ( $P > 0,89$ ). El pH es uno de los parámetros más importantes en la interpretación de la calidad de un recurso hídrico, en vista a que los restantes parámetros de calidad dependen en menor o mayor escala de la valoración del pH.

Los valores del pH obtenidos en las muestras de agua procedentes de la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, no se han generado afectaciones ambientales al medio hídrico del entorno, conclusión respalda en el hecho que la normativa nacional exige que el valor del pH este dentro del rango 6,5 a 9 para asegurar la preservación de la flora y fauna en aguas dulces, frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuario.

En la ilustración del gráfico 7, se describen los análisis del pH tomado la muestra en los afluentes y efluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

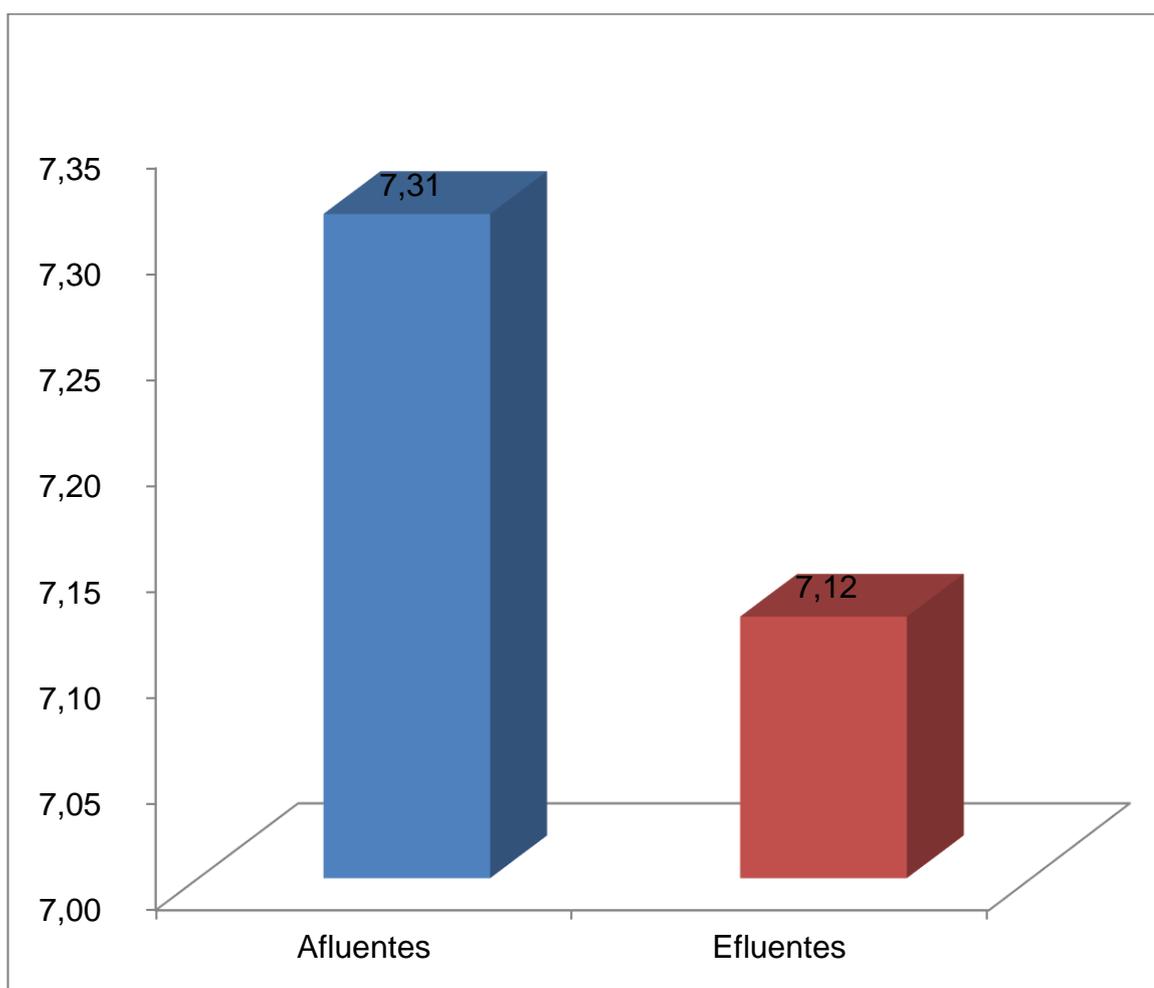


Gráfico 7. Análisis del pH del agua analizado en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.

## 2. Conductividad Eléctrica

Para la valoración e interpretación ambiental de la medición de la conductividad eléctrica en las muestra de agua se realizó la evaluación de dicho parámetro en los afluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias, obteniéndose media de 2426,67 con un error relativo de  $\pm 12,02$  y una mediana de 2420,00 en los canales, mientras tanto que los valores de la muestra de agua de los efluentes de la explotación fueron de 1000,00 con un error típico de 6,42 y una mediana de 998.

En la ilustración del gráfico 8, se describen los análisis de conductividad eléctrica tomados la muestra en los afluentes y efluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

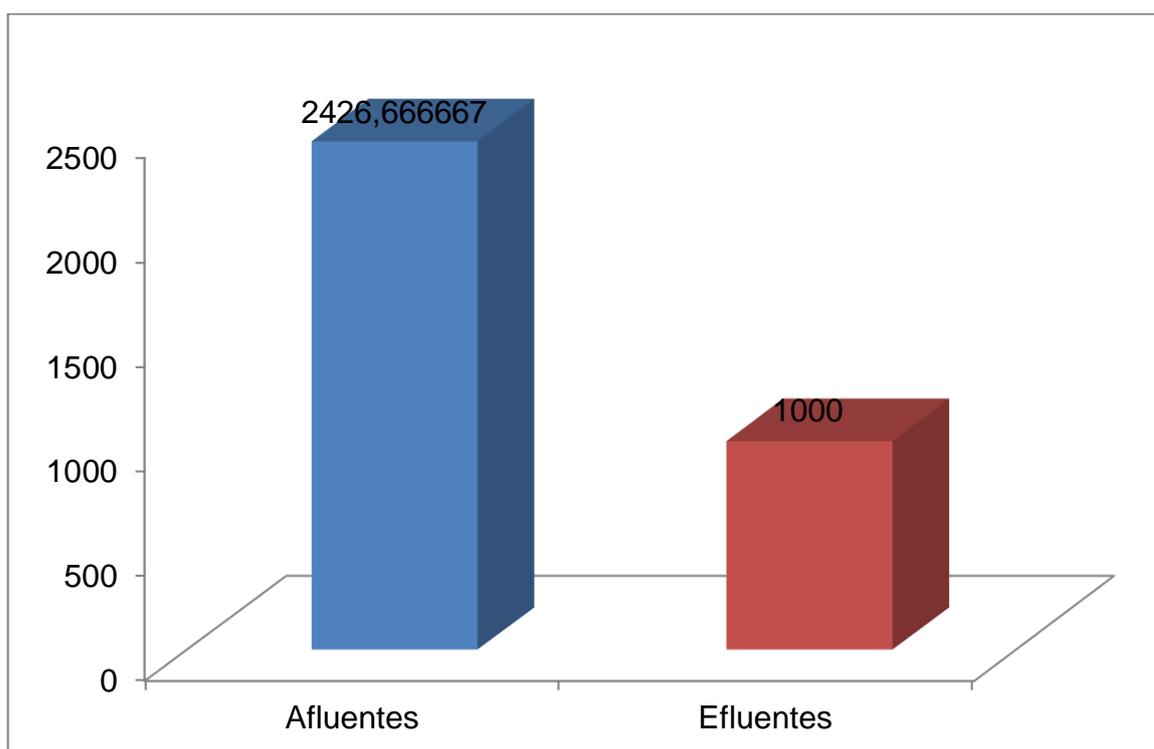


Gráfico 8. Análisis de la conductividad eléctrica del agua analizados en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.

### 3. Turbiedad

Para la valoración ambiental de las respuestas de la medición de la turbiedad en las muestras de agua, se registra una media de 83,11 NTU con un error relativo de  $\pm 0,06$  y una mediana de 83,10 en los canales de desfogue, mientras que en la cisterna reporto una media de 1,48 con un error típico de  $\pm 0,04$  y una mediana de 1.44; además se aprecia diferencias altamente significativas de acuerdo a la prueba de chi-cuadrado ( $P < 0.001$ ).

Al comparar el agua de los afluentes y los efluentes. La turbiedad del agua fue alta en los afluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcina donde se pudo apreciar presencia de materia orgánica, restos de estiércol porcino, mientras que en los efluentes el agua es de mayor calidad no presenta impurezas.

En la ilustración del gráfico 9, se describen los análisis de la turbiedad, para lo cual se tomo la muestra desde los afluentes y efluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

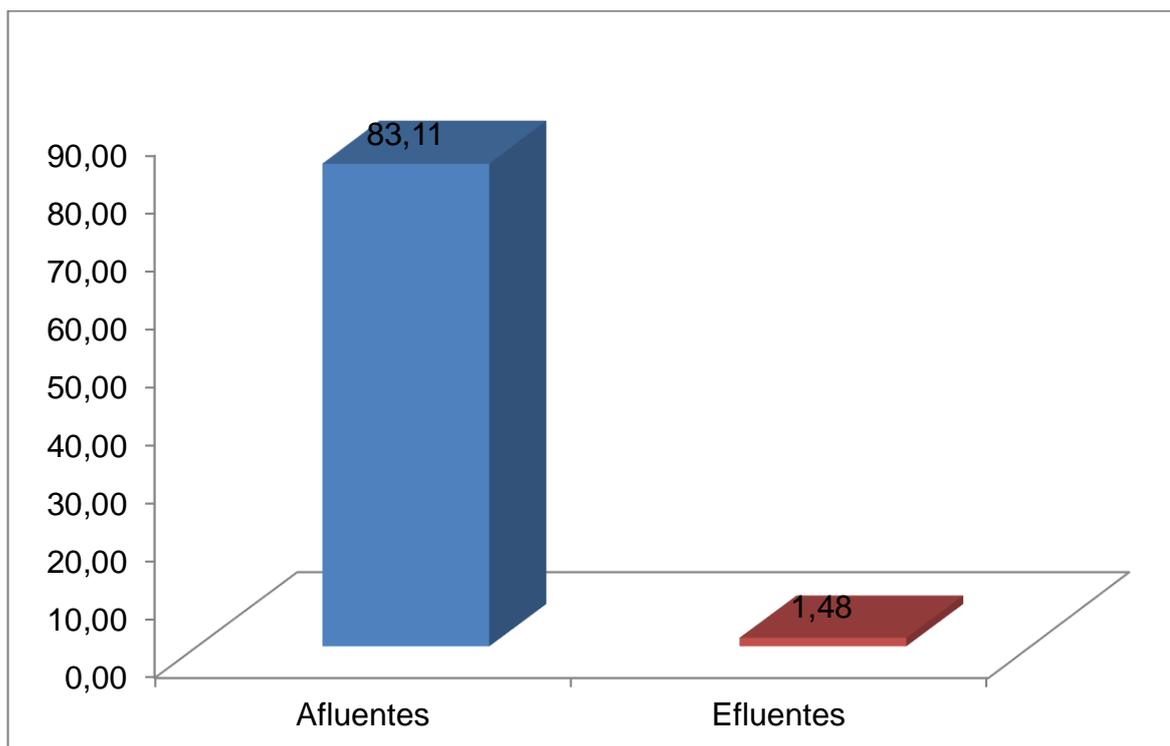


Gráfico 9. Análisis de la turbiedad del agua analizados en los efluentes y afluentes de las actividades de la explotación porcícola.

#### 4. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>)

El análisis de la medición de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en los afluentes registro una media de 1131,00 con un error relativo de  $\pm 4,36$  y una mediana de 1130, mientras que en los efluentes registra una media 1,90 con un error típico de  $\pm 0,06$  y una mediana de 1,90; además se aprecia diferencias altamente significativas de acuerdo a la prueba de chi-cuadrado ( $P < 0,001$ ). Según la normativa ambiental vigente en el país el DBO<sub>5</sub> debe estar hasta un nivel máximo de 30 mg/l cosa que no se cumple las aguas de los afluentes, esto indica que están con una carga contaminante biológica excesiva.

Esto no es mayor problema ya que al ser una prueba que evalúa el contenido de contaminación orgánica esta puede ser tratada de manera fácil o puede esta carga contaminante ser retenida y utilizada para otros fines como por ejemplo el uso de los purines como fertilizante de la tierra, pero dado que se debe tener que cumplir la norma si se quiere el cierre técnico de la actividades de la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias se debe en lo posible

cumplir con la normativa ambiental lo que demuestra que por efecto del funcionamiento de la explotación no se ha afectado la calidad ambiental del agua.

En la ilustración del gráfico 10, se describen los análisis del DQO<sub>5</sub>, para lo cual se tomo la muestra desde los afluentes y efluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcina

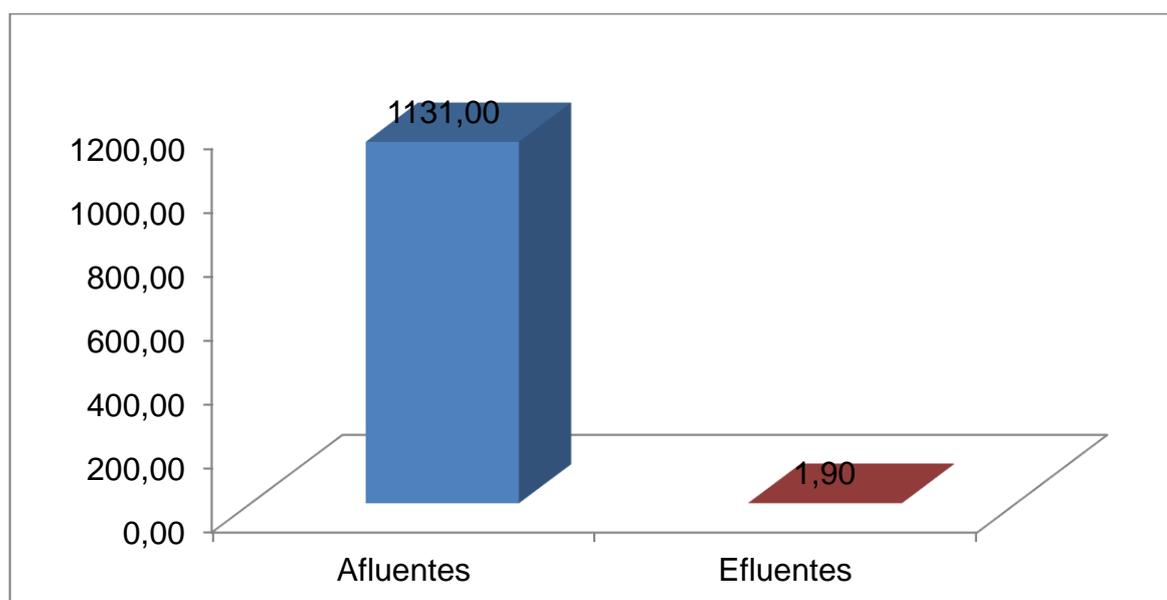


Gráfico 10. Análisis del DBO<sub>5</sub> del agua analizados en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.

##### 5. Demanda química de Oxígeno (DQO)

Al realizar el análisis de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), se evaluó en dos lugares en los afluentes y efluentes de la Unidad Académica, en los canales de desfogue se reportaron medias de 2483,67 mgO<sub>2</sub>/l con un error relativo de  $\pm 3,18$  mg O<sub>2</sub>/l y una mediana de 2481,00 mg O<sub>2</sub>/l y la media reportada en la cisterna alcanza un valor de 7,67 mg O<sub>2</sub>/l con un error relativo de  $\pm 0,33$  mg O<sub>2</sub>/l y una mediana de 8,00 mg O<sub>2</sub>/l estos datos estuvieron reportados con su desviación y su varianza con lo cual están completos los datos estadísticos, se aprecia diferencias altamente significativas de acuerdo a la prueba de chi cuadrado ( $P < 0,001$ ), con lo cual se puede afirmar que la carga contaminante que resulta del muestreo fuera de la explotación porcícola es menor a la que se obtuvo en el interior, es decir que es necesario analizar los parámetros que estén influyendo en estas respuestas.

Analizando la normativa nacional para aguas de consumo pecuario indica que son de calidad las aguas que reporten medias menores a 30 mg O<sub>2</sub>/l valores que si está cumpliendo.

En la ilustración del gráfico 11, se describe los análisis de DQO para lo cual se tomo la muestra desde los afluentes y efluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

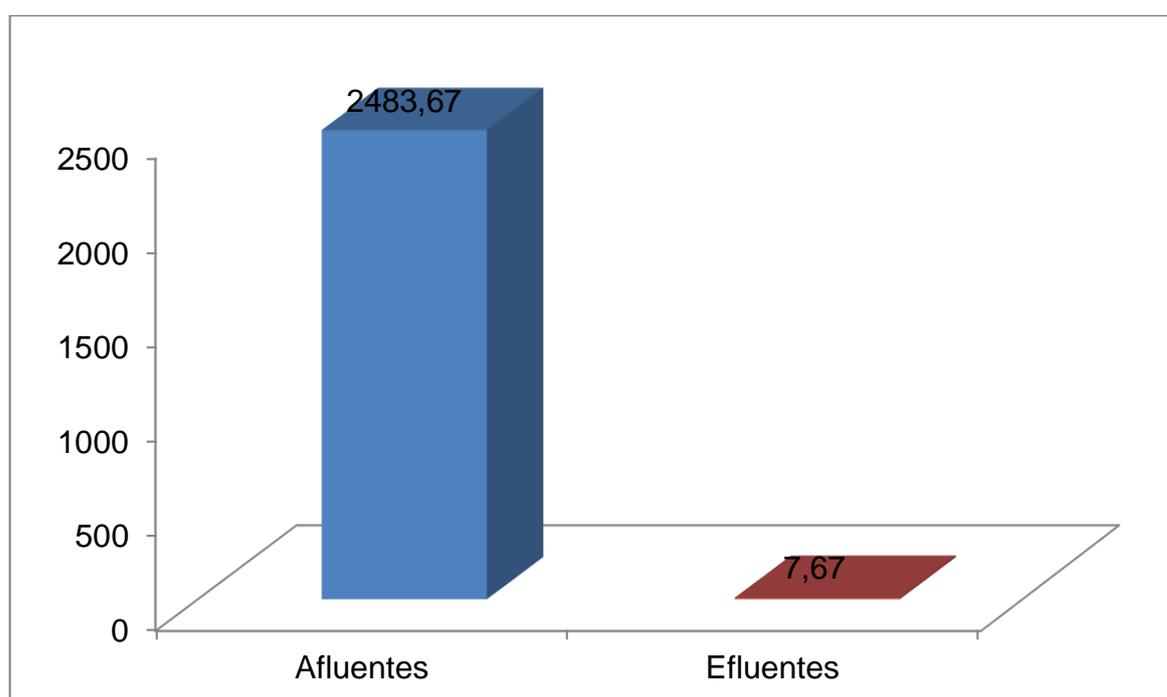


Gráfico 11. Análisis del DQO del agua analizados en los efluentes y afluentes de la explotación porcícola.

## 6. Contenido de nitratos y nitritos

En el análisis del contenido de nitratos en los afluentes, los valores fueron de 36,67 mg/l con un error típico de  $\pm 1,45$  mg/l, con una mediana de 37,00 mg/l; mientras que en los efluentes de la Unidad Académica Porcina se obtuvieron medias de 20,67 mg/l con un error típico de  $\pm 0,33$  mg/l y una mediana de 21,00 mg/l, además se aprecia diferencias altamente significativas de acuerdo a la prueba de chi-cuadrado ( $P < 1,06E-19$ ). Los análisis de nitritos en los canales de desfogue de la Unidad Académica de Investigación Porcina se registraron respuestas de 1,67 mg/l con un error típico de  $\pm 0,12$  mg/l y una mediana de 1,60 mg/l, en la cisterna en

contenido de nitritos fueron de 0,005 mg/l con un error experimental de  $\pm 0,001$  y una mediana de 0.005 mg/l, con sus respectivos variables estadísticas; además no presenta diferencias significativas de acuerdo a la prueba de chi-cuadrado ( $P > 0,23$ ).

Según la normativa ambiental vigente para evaluar la calidad del agua para el contenido de nitratos se debe presentar medias hasta 10 mg/l, mientras que los valores admisibles de nitritos son de 1,00 mg/l por ende hay que evaluar si el agua de la explotación porcícola cumple con la normativa. El contenido de nitratos y nitritos del agua en los canales de desfogue, no cumple con la normativa; esto debido a que el contenido de nitrógeno en los purines de los porcinos es elevado.

En las ilustraciones de los gráficos 12 y 13 se muestra los resultados de los análisis de nitratos y nítrico, muestras recogidas desde los afluentes y efluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

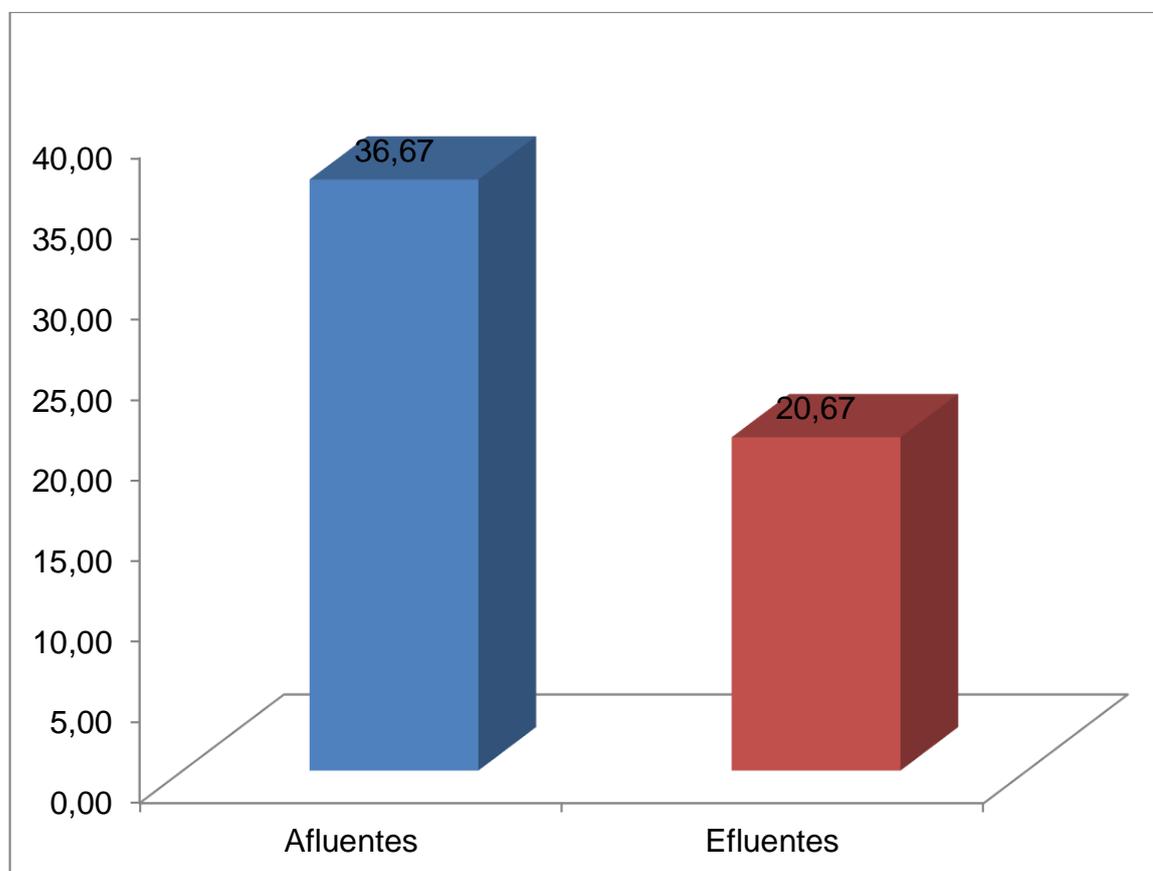


Gráfico 12. Análisis del contenido de nitratos del agua analizados en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.

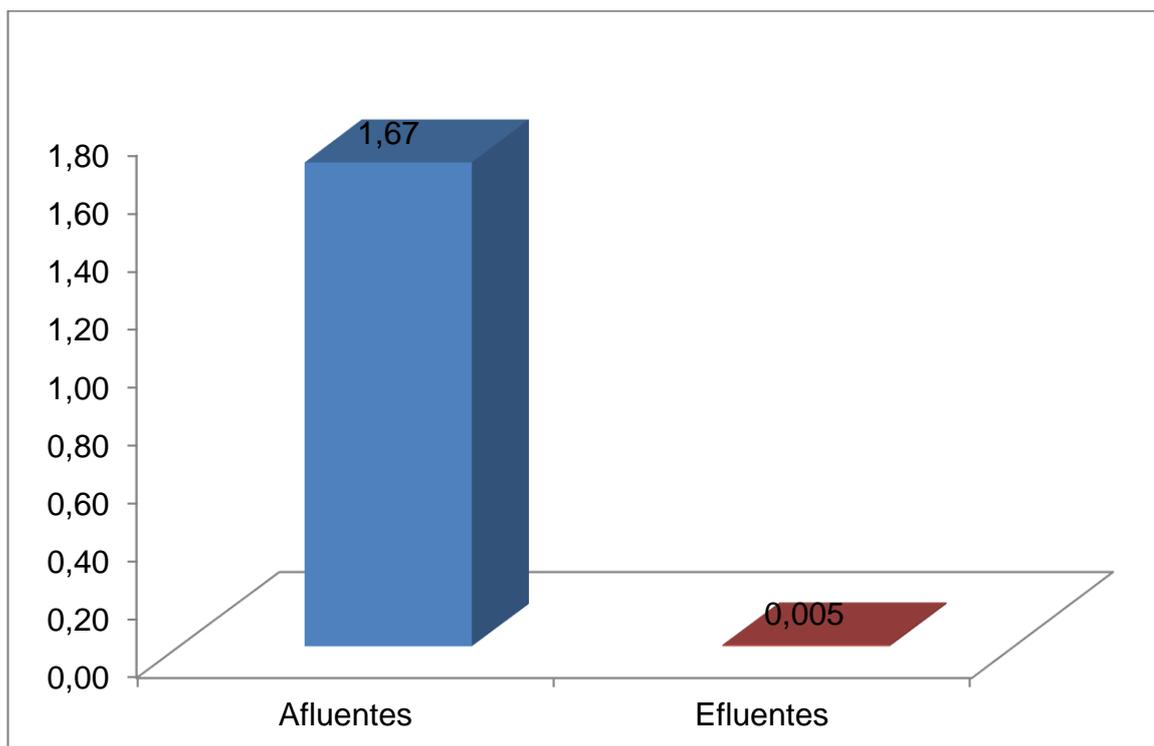


Gráfico 13. Análisis del contenido de nitritos del agua de los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.

## **7. Contenido de Coliformes fecales y totales**

En el análisis del contenido de Coliformes totales del agua evaluada en la Facultad de Ciencias Pecuarias de la ESPOCH, en los afluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcina, se reportó media de 3274,33 UFC con un error típico de  $\pm 49,07$  UFC y una mediana de 3256 UFC, mientras tanto en los efluentes el contenido de Coliformes totales fue una media de 673,00 UFC con un error experimental de  $\pm 2,517$  UFC y una mediana de 671 UFC. Presenta diferencias altamente significativas de acuerdo a la prueba de chi-cuadrado ( $P < 0.001$ ).

Mientras que el contenido de Coliformes fecales en los efluentes de la Unidad Porcina la media fue de 31689 UFC con un error experimental de  $\pm 156.698224$  UFC y una mediana de 30000 UFC, en la cisterna se reportó ausencia de coliformes fecales, estadísticamente presenta diferencias altamente significativas de acuerdo a la prueba de chi-cuadrado ( $P < 0.001$ ). Evaluando los datos obtenidos en comparación con los índices que se establecen en la normativa nacional para evaluar las aguas de uso agropecuario, indican que el contenido de Coliformes

totales debe existir 5000 UFC por 100 ml de agua evaluada, para Coliformes fecales el índice es de 1000 UFC por cada 100 ml.

El contenido de coliformes totales y fecales en el agua de los efluentes de la Unidad Académica Porcina, está dentro de los índices que establece la normativa nacional, mientras que el agua de los canales de desfogue de la Unidad Académica Porcina no está dentro de la normativa establecida.

En la ilustración del gráfico 14 y 15, se puede observar contenido de coliformes fecales y totales. Para lo cual se tomo la muestra desde los afluentes y efluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

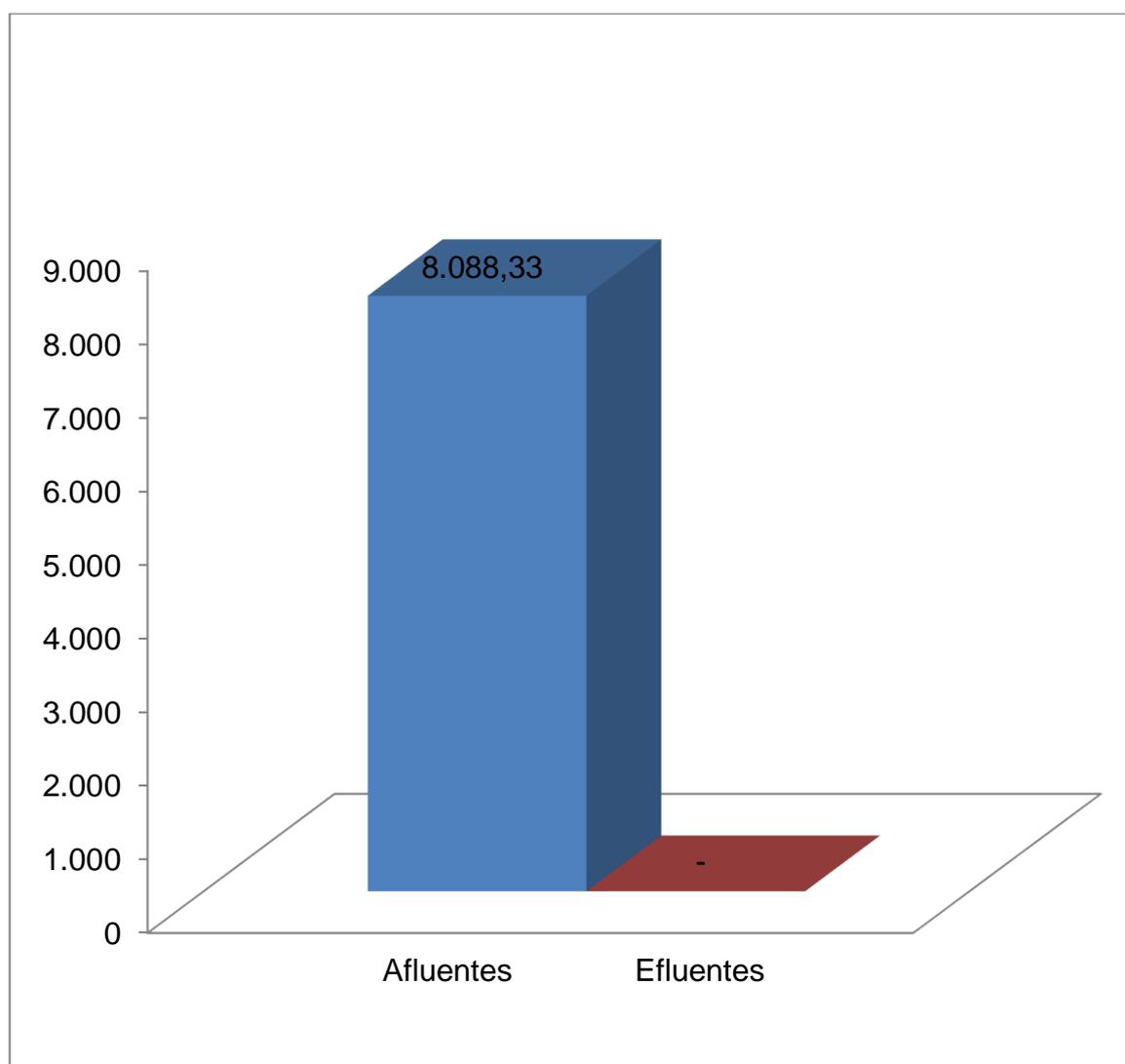


Gráfico 14. Análisis del contenido de coliformes fecales del agua analizados en los efluentes y afluentes de las actividades de la explotación porcícola.

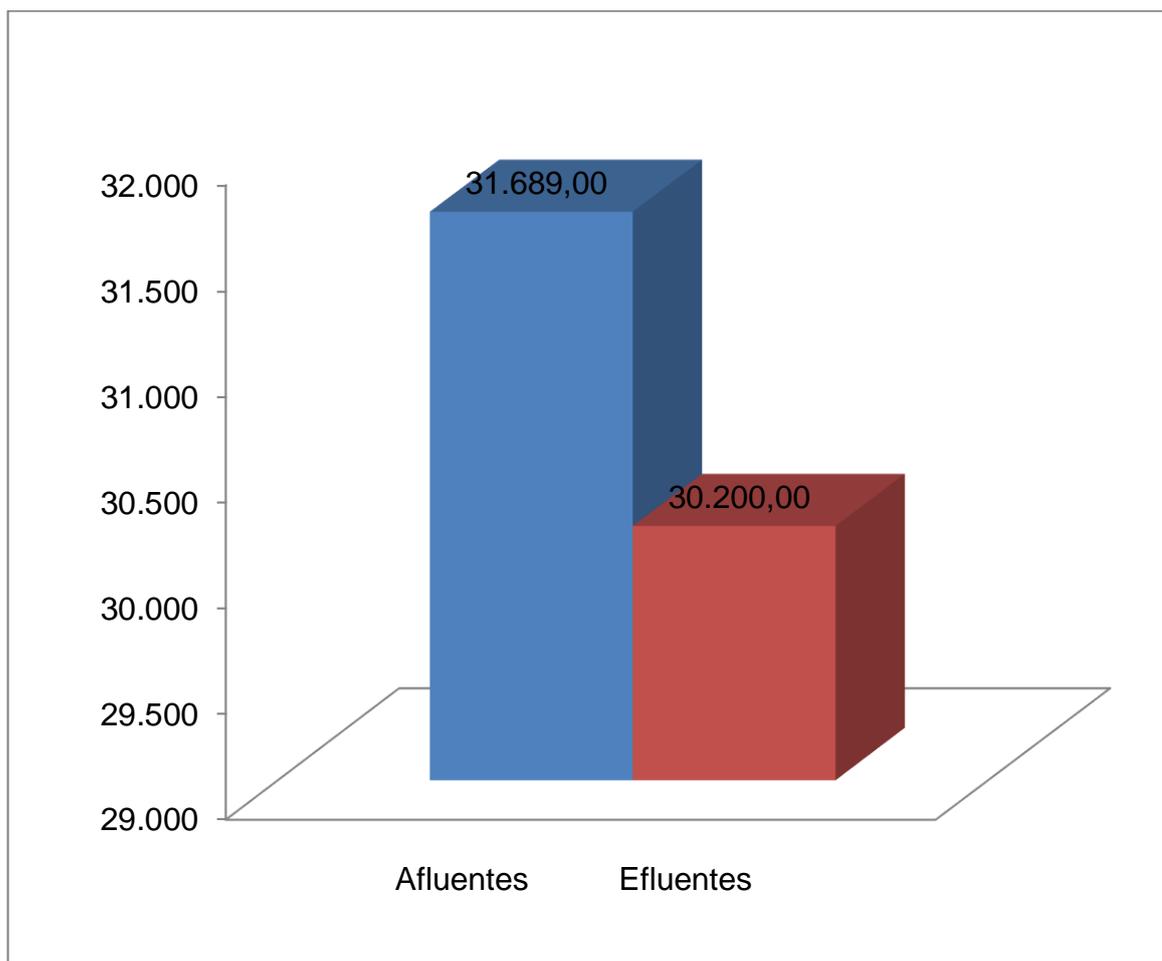


Gráfico 15. Análisis del contenido de coliformes totales del agua analizados en los afluentes y efluentes de las actividades de la explotación porcícola.

## C.LÍNEA BASE

### 1. Localización del proyecto

La presente investigación se desarrolló en la Unidad Académica de Investigación y Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, ubicada en el Km 1 ½ de la panamericana Sur en el Cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo.

### 2. Área de influencia directa

La zona de influencia ambiental directa se encuentra conformada por la superficie total de la Unidad Académica de Investigación Porcina, incluyendo cada una de sus instalaciones, lo que demuestra un área total de 2192,88 m<sup>2</sup>. En la fotografía 1, se

identifica el área de influencia directa de la Unidad Académica de Investigación Porcina.



Fotografía 1. Área de influencia directa

### 3. Área de influencia indirecta

La zona de influencia indirecta se encuentra un radio de 250 m a la redonda con una superficie de 198465,16 m<sup>2</sup>. En la fotografía 2, se identifica la área de influencia indirecta de la Unidad Académica de Investigación Porcina.



Fotografía 2. Área de influencia indirecta.

#### 4. **Componente físico**

##### a. **Climatología**

La ciudad de Riobamba se encuentra en un clima Ecuatorial meso térmico semi húmedo, cuya temperatura media es 14°C. Las más altas temperaturas registradas corresponden al medio día con 23 °C, lo que favorece contar con una excelente producción agrícola, frutícola, pecuaria.

El medio climático de la Provincia de Chimborazo es propicio para la producción ganadera lechera, donde la pluviometría anual promedio es de 500 mm a 1000 mm. Las condiciones meteorológicas del sitio a llevarse a cabo la investigación se detallan, en el (cuadro 9).

Cuadro 8. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN PORCINA DE LA FCP- ESPOCH.

PARÁMETROS	VALORES PROMEDIO
Temperatura promedio, °C	13,50
Humedad relativa, %	60,50
Precipitación, mm/año	360,0

Fuente: Estación Agro meteorológica de la F.R.N., ESPOCH (2014).

##### b. **Geología**

Riobamba se encuentra en la parte central de la sierra del Ecuador, las cordilleras occidental y real la traviesa de norte a sur formando el valle interandino en la parte central, el terreno es montañoso en la parte occidental y en el costado oriental de la ciudad. El clima en general es frío a templado en toda el área las neblinas son características a lo largo del año. Riobamba presenta rocas volcánicas y sedimentarias marinas de edad paleocénica las cuales fueron metamorfozadas en la parte oriental, está cubierta por sedimentos terciarios, volcánicas y sedimentos plio-pleistocénicas.

### **c. Geomorfología**

Regionalmente esta zona corresponde a la denominada depresión interactiva, rasgo morfológico con que se denomina a un hundimiento tectónico limitado por fallas longitudinales de dirección general N – S, que posteriormente ha sido afectada por diferentes episodios volcánicos, originando fases acumulativas para luego ser disecadas por la erosión fluvial. La altiplanicie de Tapi que va desde los 2500 – 3000 msnm donde se encuentra asentada la ciudad de Riobamba, presenta un pequeño predominio de pequeñas colinas con cimas redondeadas y zonas planas y su morfogénesis está relacionada con las diferentes fases de relleno y depósitos de materiales detríticos en su basamento, los cuales fueron posteriormente cubiertos por potentes depósitos volcánicos provenientes del Chimborazo, de tipo nube ardiente, laharicos y flujos de lava, uno de los cuales llegó inclusive cerca de la localidad de Guano. A su vez estos materiales fueron fosilizados por depósitos piroplásticos predominantemente constituidos por ceniza volcánica. Hacia el norte el Río Guano y su conjunto de formas aluviales delimitan la planicie de Tapi, mientras que hacia el sur limita esta planicie un sistema de terrazas originada por la actividad volcánica y acción fluvial predominantemente del río Chambo.

### **d. Edafología**

La edafología de la zona está representada por depósitos de origen volcánico y fluvio – lacustre del cuaternario de la formación de Riobamba de la edad pleistocénica, cubierta por estratos, la ceniza y pomes (piroplastos) de diferente espesor y por depósitos aluviales formados por material depositado por el río Chibunga. Formación Riobamba (Pleistoceno) Esta formación constituye la fase laharica del Chimborazo, como resultado de arrastre de material piroplástico, desde las faldas del volcán, por las corrientes de los deshielos, se trata de un conglomerado volcánico de hasta 100 m de espesor integrado por fragmentos andesíticos angulosos con granulometría que varía entre la fracción arena y los bloques de 1 m de diámetro medio colocados en una matriz y su tamaño más frecuente es el comprendido entre 1 cm y 1 dm, existen bancos inter estratificados de ceniza de grado fino.

### **e. Hidrografía**

La red hidrográfica está compuesta principalmente por el Río Chibunga y pequeñas vertientes que luego se unirán con el Río Chambo y posteriormente con el Río Pastaza, el sistema hídrico está conformado por el cauce natural de los cuerpos de agua, como los ríos, quebradas, junto con las áreas y los elementos naturales que se requieren para su protección y preservación ambiental. Las zonas hidráulicas y las zonas de manejo y preservación. El río Chibunga forma parte de la red fluvial del río Chambo. Su subcuenta hidrográfica abarca 148.62 Km<sup>2</sup> y su longitud es de 28 Km, desde su unión con el río Cajabamba y 60 Km. desde su origen hasta su descarga en el río Chambo. Los afluentes más importantes son: Río Chimborazo 8.5 Km y el Río Cajabamba 6.5 Km.

### **f. Temperatura medio ambiental**

Las condiciones ambientales se describen a continuación:

- Temperatura: máxima 22°C, mínima 6°C, y promedio 18°C.
- Humedad Relativa: 73.8%.
- Precipitación media anual: está entre 250 y 500 mm.

## **5. Componente biótico**

Para la zona de influencia de la Unidad Académica de Investigación y Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, se encontró especies nativas representativas de flora y fauna, de las cuales se tiene una descripción de las especies observadas durante el recorrido de campo.

### **a. Flora**

La flora existente en la zona circundante de la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de

Chimborazo, está comprendida por las siguientes variedades de plantas que se describen en el (cuadro 9).

Cuadro 9. FLORA EXISTENTE EN LA ZONA CIRCUNDANTE DELA “UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN PORCINA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO”.

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	USOS
Sábila	<i>Aloe vera L</i>	Medicinal
Carrizo	<i>Arundodonax</i>	Artesanal
Sigse	<i>Cortadeirasp.</i>	Artesanal
Eucalipto	<i>EucalyptusglobulusLabill</i>	Medicinal
Ciprés	<i>Cupressusmacrocarpa</i>	Ornamental
Nogal	<i>JuglansneotropicaDiels</i>	Medicinal
Pino.	<i>Pinus radiata D Don</i>	Maderable
Tuna	<i>Opuntia indica</i>	Alimenticio
Cabuya negra	<i>Agave americana</i>	Artesanal
Cabuya blanca	<i>Fourcraea andina Trel</i>	Artesanal
Chilca	<i>Baccharis balsamífera Benth</i>	Medicinal
Espino blanco	<i>CrataigusmonojinaJaquin</i>	Artesanal
Romero	<i>Rosmarinusofficindis</i>	Medicinal
Hierba luisa	<i>Cymbopogon citratus</i>	Medicinal
Maíz	<i>Zea maíz</i>	Alimenticio
Ortiga negra	<i>Urtica dioica</i>	Medicinal
Paico	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Medicinal
Kykuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	Pastoril
Fréjol	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Alimenticio
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>	Alimenticio, medicinal
Higo	<i>Picus carica</i>	Alimenticio, medicinal
Zanahoria	<i>Daucus carota</i>	Alimenticio

Fuente: <http://www.ambiente.gob.ec> (2014).

## b. Fauna

La fauna existente en la zona circundante de la Unidad Académica de Investigación Porcina de FCP-ESPOCH”, se describe en el (cuadro 10).

Cuadro 10. FAUNA EXISTENTE EN LA ZONA CIRCUNDANTE de la “UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN Y PRODUCCIÓN PORCINA DE LA FCPDE LA ESPOCH”.

AVES	
Nombre Común	Nombre Científico
Colibrí Pico espina	<i>Ramphomicron</i>
Lechuza	<i>Tyto alba</i>
Curiqingue	<i>Phalcoboenuscarunculatus</i>
Gorrión	<i>Zonotrichia capensis</i>
Tórtola orejuda	<i>Zenaida auriculata</i>
Paloma	<i>Columba fasciata</i>
Mirlo	<i>Turdusfusacater</i>
Golondrina	<i>Notiochelldon cyanoleuca</i>
Colibrí	<i>Oreotrichiluseste</i>
MAMÍFEROS	
Nombre común	Nombre científico
Conejo	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>
Cuy	<i>Cavia porcellus</i>
Bovino	<i>Boss taurus.</i>
Ovino	<i>Ovis aries</i>
Zorrillo	<i>Comepatus chinga</i>
Cerdos	<i>Sus scrofa</i>
Ratón	<i>Caenolestes sp.</i>
Rata	<i>Rattusrattus</i>
Raposa	<i>Didelfis albiventris</i>

Fuente: <http://www.ambiente.gob.ec> (2014).

## **6. Componente socio - económico**

### **a. Actividad principal de la Unidad Académica**

La Unidad Académica de Investigación y Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias” tenía como principal actividad principal la de investigación en al área porcina y como actividad secundaria era lo económica la venta de lechones para pie de cría, comprendiendo todas las etapas que una adecuada producción porcícola demanda (gestación, lactancia, destete).

### **b. Política Ambiental**

La Unidad Académica de Investigación y Producción Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias aplica políticas básicas para el control y manejo de los residuos líquidos, sólidos producidos por la crianza de los cerdos sin embargo se pudo evidenciar una alta deficiencia en el tratamiento para la reducción de malos olores tanto en los estercoleros como en los canales de desagüe ya que no se realiza ningún tipo de tratamiento.

### **c. Problemática Ambiental**

La crianza y engorde de cerdos siempre acarrea consigo problemas ambientales importantes, en los que se destacan: la generación de olores desagradables como consecuencia de la continua producción de desechos sólidos y líquidos, convirtiéndose estos en principales atrayentes de plagas (moscas, ratas), que atentan contra la salud de los animales y humanos que habitan en zonas aledañas, degradación de los suelos por la descarga continua de purines, y contaminación de aguas superficiales.

Al inspeccionar la granja se pudo evidenciar que las instalaciones se encuentran en mal estado existe presencia de roedores, malos olores la cual desprende amoníaco, la cual ha afectado el techo produciendo óxidos, también se puede observar que el piso de hormigón ya ha finalizado su etapa de vida, las paredes presentan humedad el techo se encuentra en mal estado.

## D. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

### 1. Identificación de los impactos proyectados del cierre técnico

En vista a que las actividades previstas dentro del programa de cierre y abandono de la Unidad Académica de Investigación Porcina de la FCP- ESPOCH no se encuentran contempladas dentro de estudios ambientales previos fue necesario realizar la evaluación proyectada de los impactos de las medidas. Para la ejecución de la evaluación de los impactos se utilizó una matriz de causa efecto específico para el programa, la cual consiste en verificar si cada una de las actividades establecidas generara impactos en cada uno de los factores ambientales. En el cuadro 11 muestra los impactos proyectados.

Cuadro 11. IMPACTOS PROYECTADOS.

DIMENSIÓN	COMPONENTE
DIMENSIÓN FÍSICA	Suelo
	Hidrogeología
	Aire
	Recurso hídrico
DIMENSIÓN BIÓTICA	Ecosistemas dulceacuícolas
	Flora Fauna
DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	Demografía / Población
	Procesos Económicos
	Procesos Sociopolíticos
	Dimensión Espacial Dimensión Cultural

Como impacto se consideró la alteración (en beneficio o perjudicial) de las características del entorno analizadas que cada una de las actividades ejerce. En vista a que existen impactos de carácter positivo (es decir que su ejecución permite que las condiciones del ambiente retornen a las naturales) y negativo (generan que las condiciones del ambiente sean diferentes a las naturales) a más de identificar la existencia o no de impactos en cada interacción se verifico de dichos impactos.

No obstante en los factores socioeconómicos se considera impacto positivo aquel que mejora las condiciones socioeconómicas de la población dentro del área de influencia e impacto negativo aquel que va en contra del desarrollo socioeconómico.

En base a la cantidad de impactos positivos superior a la cantidad de impactos negativos identificados dentro de la evaluación ambiental ejecutada al programa de abandono y cierre se puede deducir que la operatividad del programa es adecuada, debido a que las condiciones del entorno retornaran a las naturales.

Cabe recalcar que la zona en la cual se ejecutaran las actividades del programa es de tipología intervenida, ya que se encuentra dentro del casco urbano de la ciudad y está alejada de zonas de protección ambiental o de uso restringido por los programas de desarrollo local, es por ello que las condiciones naturales del entorno no son exigentes, principalmente por la ausencia de cuerpos de agua naturales, flora y fauna endémica, especies protegidas o zonas urbanas o rurales con planes de desarrollo especial.

Los impactos adversos para el medioambiente son: desechos, ruido, polvo, residuos sólidos, generación de tóxicos, contaminación del aire y del agua, malos olores, cambio climático, uso del suelo, los proyectos de producción pecuaria se ubican en una zona altamente poblada por lo tanto, las personas que viven en las cercanías de los sitios están expuestos a efectos dañinos para su salud.

En el cuadro 12, se indica las matrices de identificación de los impactos generados por el programa de abandono y cierre de Unidad Académica de investigación Porcina.

Cuadro 12. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADOS POR EL PROGRAMA DE ABANDONO Y CIERRE DE LA UNIDAD ACADÉMICA.

FACTORES AMBIENTALES			CIERRE Y ABANDONO DE LA UNIDAD ACADÉMICA													
			Clausura de la unidad	Retiro de los equipos y herramientas	Retiro de los insumos	Limpieza general	Gestión de los residuos	Desmontaje de la estructura	Readecuación de la masonería	Readecuación de las instalaciones eléctricas	Readecuación de las instalaciones hidrosanitarias	Demolición	Revegetación	Clausura de la ductería hidrosanitaria	Reubicación de los cerdos	
COMPONENTES AMBIENTALES	DIMENSIÓN	COMPONENTE	IMPACTO	NATURALEZA DEL IMPACTO												
	DIMENSIÓN FÍSICA	Suelo	Cambio en las condiciones físico químicas del suelo	+	+	-		-			+					
			Cambio por uso agrícola o pecuario	+	+	-		-					-			
		Hidrogeología	Contaminación de Aguas Subterráneas										+			+
			Modificación del nivel freático										+			+





Continuación

			Cambio económico por modificación uso del suelo												
	<b>Procesos Sociopolíticos</b>		Generación de expectativas sociales												
			Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad												
			Cambios en la seguridad pública												
		<b>Dimensión Espacial</b>		Cambio en la prestación de servicios públicos y/o sociales									-		
			Cambio en el acceso y movilidad										-		
			Afectación a la salud pública			-									
			Desplazamiento involuntario de unidades familiares por compra de vivienda												
	<b>Dimensión Cultural</b>		Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico												

	Impactos positivos
	Impactos negativos

## 2. Evaluación de los impactos

Para la evaluación de los impactos generados, se procedió a proyectar el grado de alteración ejecutada a cada uno de los factores ambientales ocasionado por la ejecución del programa de cierre y abandono de la unidad académica, conociendo las metas y objetivos ambientales a lograrse con cada subprograma establecido, como establece el (cuadro 13 y 14).

Cuadro 13. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS NEGATIVOS.

CUALIFICACIÓN DEL IMPACTO	UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL (U.I.A)	CRITERIO
COMPATIBLE	-1	El impacto no es representativo.
COMPATIBLE ALTO	-2	Impacto negativo de importancia baja y magnitud baja.
MODERADO BAJO	-3	Impacto negativo de importancia baja y magnitud media.
MODERADO	-4	Impacto negativo de importancia media y magnitud media.
MODERADO ALTO	-5	Impacto negativo de importancia media y magnitud alta.
SEVERO BAJO	-6	Impacto negativo de importancia alta y magnitud alta.
SEVERO	-7	Impacto negativo de importancia alta y magnitud muy alta.
SEVERO ALTO	-8	Impacto negativo de importancia muy alta y magnitud muy alta.
CRITICO BAJO	-9	El impacto afecta completamente al entorno, pero se puede remediar a largo plazo.
CRITICO	-10	El impacto afecta a todo el entorno y no se puede remediar el entorno.

Cuadro 14. CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS POSITIVOS.

CUALIFICACIÓN DEL IMPACTO	UNIDADES DE IMPACTO AMBIENTAL (U.I.A)	CRITERIO
FAVORABLE	1	El beneficio no es representativo.
FAVORABLE ALTO	2	Beneficio de importancia baja y magnitud baja.
MUY FAVORABLE BAJO	3	Beneficio de importancia baja y magnitud media.
MUY FAVORABLE	4	Beneficio de importancia media y magnitud media.
MUY FAVORABLE ALTO	5	Beneficio de importancia media y magnitud alta.
BENEFICIOSO BAJO	6	Beneficio de importancia alta y magnitud alta.
BENEFICIOSO	7	Beneficio de importancia alta y magnitud muy alta.
BENEFICIOSO ALTO	8	Beneficio de importancia muy alta y magnitud muy alta.
MUY BENEFICIOSO BAJO	9	El beneficio a las condiciones ambientales es total pero no permanente
MUY BENEFICIOSO	10	El beneficio a las condiciones ambientales es total y permanente

Al realizar la valoración de todos los impactos se obtuvo un valor global de 4 UIA, es decir que el grado de alteración que ejerce el programa de cierre y abandono de la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de ciencias Pecuarias de la ESPOCH, es de carácter benéfico con una importancia media y una magnitud media, como se detalla en el cuadro 15, valoración que es indicativo de la idoneidad del programa de abandono y cierre, en vista a que posterior a la ejecución del mismo se presentaron únicamente impactos positivos que mejoran las condiciones del entorno.

Cuadro 15. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS GENERADO POR EL PROGRAMA DE ABANDONO Y CIERRE DE LA UNIDAD ACADÉMICA DE INVESTIGACIÓN PORCINA DE LA FCP- ESPOCH.

Valoración del Impacto			CUANTIFICACIÓN DE LOS IMPACTO AMBIENTAL	
			CALIDAD AMBIENTAL DEL MEDIO	IMPACTO AMBIENTAL
COMPONENTES AMBIENTALES	Componente	Impacto	C	IAI
			1-5	+/-1 a +/- 10
	Suelo	Cambio en las condiciones físico químicas del suelo	3	5
		Cambio de uso	2	4
	Hidrogeología	Contaminación de Aguas Subterráneas	3	6
		Modificación del nivel freático	3	5
	Aire	Deterioro de la calidad del aire	3	3
		Aumento en decibeles de ruido	3	4
	Recurso hídrico	Alteración de la calidad del agua	3	4
		Disminución del recurso hídrico	3	4

Continuación

DIMENSIÓN BIÓTICA		Alteración del cauce	1	3
	Ecosistemas dulceacuícolas	Afectación de la calidad del hábitat dulceacuícola	2	5
		Cambio en la composición y estructura de las comunidades hidrobiológicas	2	3
	Flora	Perdida de la cobertura vegetal	3	4
		Pérdida de biodiversidad	2	4
		Cambio en la estructura y composición florística	2	5
	Fauna	Cambio en la riqueza y abundancia en las comunidades de fauna silvestre	2	4
		Fragmentación del hábitat	3	4
		Afectación de especies focales (IUCN, CITES, migratorias, endémicas, restringidas a un hábitat)	3	7

DIMENSIÓN SOCIOECONÓMICA Y CULTURAL	Demografía / Población	Cambio sobre el componente demográfico	4	4	
	Procesos Económicos	Cambio en la dinámica de empleo	3	4	
		Cambio en los ingresos de la población	4	3	
		Cambio económico por modificación uso del suelo	3	6	
		Cambio en la capacidad de gestión y participación de la comunidad	3	4	
		Cambios en la seguridad pública	3	2	
		Dimensión Espacial	Cambio en la prestación de servicios públicos y/o sociales	3	2
	Cambio en el acceso y movilidad		3	2	
	Afectación a la salud pública		3	4	
	Dimensión Cultural	Pérdida, daño y/o afectación al patrimonio arqueológico	3	4	
	VALOR GLOBAL				4

## E. PROCESOS PRODUCTIVOS

### 1. Ingreso a la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

El ingreso a las instalaciones de la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias como se ilustra en la fotografía 3, no es la más adecuada ya que es una vía destapada y carece de algún material sólido que proteja al suelo del paso de vehículos, lluvias y de los distintos residuos peligrosos como nitrógeno, fósforo, coliformes y trazas de metales pesados que en muchos casos, son vertidos a ríos, quebradas o canales de drenaje y generan deterioro.



Fotografía 3. Ingreso a la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

#### a. **Acción de Remediación**

Es necesario considerar antes de emitir medidas de mitigación que la actividad porcina está sometida cada día a una mayor presión por parte de las normativas estatales, exigencias económicas, tecnología y manejo ambiental. Se sugiere que cuando se efectuó la construcción de la protección del suelo, realizarla con una

pendiente mínima para el drenaje pluvial del 1%, de manera que se pueda asegurar el escurrimiento superficial de las aguas hacia los canales de desagüe.

## **2. Área de almacenamiento de alimento balanceado**

Las bodegas de almacenamiento de alimentos balanceados y demás insumos propios de la explotación porcícola como lo indica la fotografía 4, se encuentran dentro del área de maternidad, y existe humedad, hay presencia de roedores porque todavía existe remanentes de balanceado, además el techo tiene goteras este tipo de estructura puede afectar a la salud e integridad física de los humanos, cuando se intente dar otro uso a las mencionadas instalaciones, es necesario cumplir con el artículo 32 de la Constitución de la República del Ecuador establece que la salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.



Fotografía 4. Área de almacenamiento de alimento balanceado.

#### **a. Acción de Remediación**

Al observar que la área de almacenamiento de alimento balanceado esta manejado de una manera inadecuada, dando como resultado la generación de contaminación se recomienda adecuar, la infraestructura, cambiar de techo, poner traslucidos, realizar una limpieza profunda incluida desinfección de paredes y pisos con materiales y productos adecuados.

### **3. Drenaje y acumulación aguas residuales**

En lo referente al drenaje de las aguas residuales provenientes de la Unidad Académica de Investigación Porcina como se ilustra en la fotografía 5, se aprecia que los mayores impactos negativos son producidos por los desagües que están siendo utilizados con canales a cielo abierto pero existe acumulación de aguas que produce mal olor y presencia de moscas y otros vectores. En cuanto a los residuos sólidos generados y las aguas residuales son descargadas directamente en el alcantarillado de la ciudad de Riobamba, además el agua de entrada sirve de abrevadero a los animales existiendo problemas porque no guardan cierta distancia a las zonas de descarga de las aguas residuales y las tuberías no están condiciones adecuadas.



Fotografía 5. Drenaje y acumulación de las aguas residuales.

#### a. **Acción de Remediación**

Los problemas causados en esta área de la Unidad Académica de Investigación Porcina no son sólo de índole físico o estético. Las acciones de remediación que se podrían adoptar son, rediseñar nuevos canales de drenaje, así evitar derrames por exceso de efluente y malos olores durante determinadas épocas. La época del niño (época de lluvia) ya que se encuentran en mal estado. Además se puede utilizar procesos unitarios para el tratamiento de las aguas como son fosas, lagunas (excavadas en el suelo pero sin impermeabilizar), decantadores, y algunos digestores y procesos aerobios).

#### 4. **Área de laboratorio**

En la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias, existe un área llamada laboratorio donde se puede apreciar residuos de fármacos, existe pajuelas, el techo está en mal estado, existe herramientas pecuario, s, botas, y otras como se muestra en la (fotografía 6).



Fotografía 6. Área de laboratorio.

### a. Acción de Remediación

Esta área debe ser restringida para personal no capacitado ya que siempre la manipulación de medicamentos debe tener los mayores conocimientos, también se debe cambiar el techo luego de haber retirado todos los fármacos y sustancias peligrosas existentes en el laboratorio. En caso de que se prevean impactos negativos, se deberá describir las medidas que se van a adoptar para minimizar o evitar el impacto que puede ocasionar la actividad sobre el medio natural en que se va a desarrollar. Incluyendo presupuesto y periodo de ejecución para llevarlos a la práctica.

### 5. Área de maternidad

El área de maternidad es decir en el lugar en el que producía el parto de la cerda y los primeros días de los lechones, como se puede observar en fotografía 7, es de construcción metálica, la cual está en mal estado, no se ha dado el mantenimiento adecuado, los canales de desagüe se encuentran en franco deterioro, la infraestructura en general se encuentra en mal estado.



Fotografía 7. Área de maternidad del plantel porcícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

### a. Acción de Remediación

Para reutilizar el área de maternidad se deberá retirar toda la infraestructura de la sala de maternidad, también es necesario realizar una limpieza y desinfección total del área se deberá realizar cambios del techo.

## 6. Área de crecimiento

El área de crecimiento y desarrollo de los cerdos de la Unidad Académica de Investigación porcina de la ESPOCH, se encuentra en mal estado, el piso es de hormigón y está deteriorado, los comederos de igual manera no son los adecuados para ser reutilizados, los chupones y el entubado no funciona los corrales tienen una dimensión 3 x 4 m. El techo se encuentra en mal estado, los canales de desagüe están taponados, los pasillos han sufrido un franco deterioro pues desde hace unos años atrás surgió la necesidad de reubicarlos ya que los problemas ambientales eran muy evidentes y amparados en la legislación ambiental fue necesario realizar esta actividad, además crea inconvenientes con las personas de predios aledaños a la explotación porcícola como se muestra en la (fotografía 8).



Fotografía 8. Área de crecimiento del plantel porcícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

### **a. Acción de Remediación**

Es necesario recalcar que estas instalaciones ya han sido dadas de baja, puesto que los cerdos no se encuentran utilizándolas varios años atrás por lo tanto las medidas de mitigación estarían basadas principalmente en el desensamble de edificaciones (galpón), acondicionamiento final y/o rehabilitación de, los accesos y explanaciones retiro y disposición de todo tipo de residuos y materiales.

### **7. Área de engorde**

En el momento de la observación el techo se encontró en mal estado, el piso de hormigón con imperfecciones, grietas, roturas y desprendimiento de la capa de cemento, los canales de desagüe con mal olor y materiales orgánicos en descomposición, por lo tanto, se convierte en un foco infeccioso altamente contaminante. El funcionamiento de las instalaciones debe ser bien manejado. Un ambiente adecuado para los cerdos requiere un control de las concentraciones de humedad, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, y otros gases, que convencionalmente no se miden, ya que se basa únicamente en la temperatura y se desconoce su interacción con el resto de variables implicadas, como se muestra en la (fotografía.9).



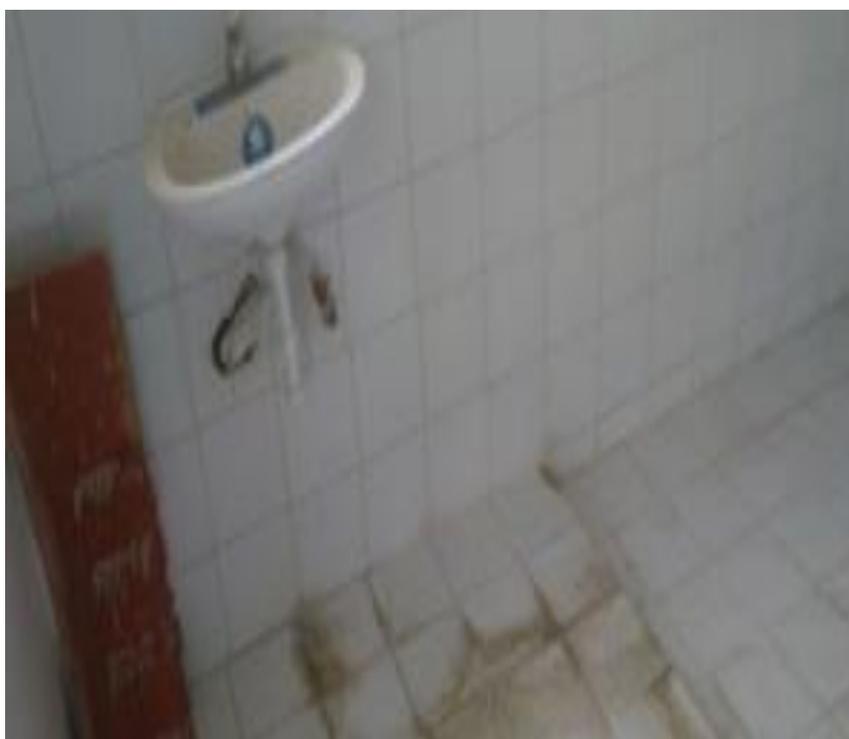
Fotografía 9. Área de engorde del plantel porcícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

### a. Acción de Remediación

Esta área debería desensamblar retirar todo material que resulte del desensamblaje, para luego reforestar todas las áreas. En cuanto a las medidas adoptadas, la respuesta inicial de la mayoría de los gobiernos para hacer frente a las cuestiones medioambientales en el sector porcino consistió en imponer la normativa vigente. Dichas medidas continúan siendo únicamente una parte de toda la estrategia medioambiental adoptada en la mayoría de los países.

### 8. Sanitarios y duchas

El piso de los sanitarios y duchas es de porcelanato se encuentra en un buen estado la cual se puede reutilizar, la taza sanitaria se encuentra en mal estado al igual que el lavabo y la ducha, por ende existe presencia de mal olor por la falta de mantenimiento rutinario, por lo tanto en los momentos actuales no cumplen los principios básicos de los servicios higiénicos, como se muestra en la (fotografía 10).



Fotografía 10. Área de baños y ducha del plantel porcícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

### **a. Acción de Remediación**

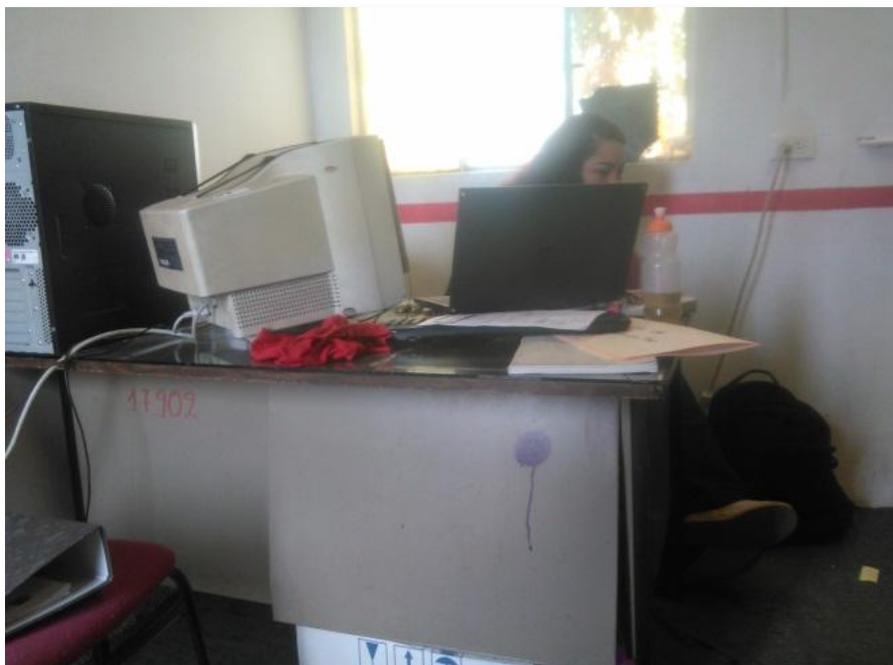
Esta área puede ser reutilizada con un previo arreglo de los pisos y paredes ya que el baño se encuentra en mal estado por lo que se recomienda realizar una limpieza y desinfección total, de acuerdo a la normativa ambiental para granjas porcícola que se establece que para el desenvolvimiento de una actividad industrial se dispondrá de baños para el personal y visitantes los mismos que deberán contar con agua fría y caliente, así como un área para cambio de ropa limpia y desinfectada.

Es necesario recordar que existen especificaciones técnicas para evitar los impactos ambientales negativos. Los baños y las duchas deben ser áreas limpias, higiénicas y agradable, para que el personal se bañe al ingreso a sus labores y use ropa y calzado exclusivo de la granja, esto como un principio de Bioseguridad, y si se mantienen adecuadamente se los podrá dar el uso que se requiera en el caso de que exista un cambio en el tipo de explotación porcícola o actividad industrial.

## **9. Área de Oficina**

En el plantel porcícola la oficina se encuentra en buen estado las paredes no presentan humedad, el techo se encuentra en condiciones adecuadas para evitar humedad sobre todo en épocas de lluvia, tiene una dimensión de 3 x 5 m. El uso que al cual está destinado en los momentos actuales no es el adecuado ya que al no existir animales no se realizará los registros ni labores de oficina propias de la explotación porcícola, por lo tanto su cambio de actividad será más fácil sin embargo es necesario realizar una revisión minuciosa de la presencia de impactos negativos como son proliferación de moscas y vectores que se considera común en esta área y que muchas veces no pueden ser controladas fácilmente.

Dentro de las aéreas de una explotación porcícola el área administrativa juega un papel muy importante pues es el lugar donde se realiza las planificaciones, se formula las diferentes dietas, se mantiene registros de los animales y en si múltiples actividades que pueden verse comprometidas al no realizar el mantenimiento adecuado y periódico (fotografía 11).



Fotografía 11. Área de oficina del plantel porcícola de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

#### **a. Acción de Remediación**

El área de la oficina puede ser utilizada para bodega, oficina etc. La oficina debe estar bien iluminada con una área para escritorios en la que los empleados llevarán registros, gráficas de producción y otros datos útiles, en el caso de grandes unidades será conveniente tener una oficina para cada una de las áreas, debidamente organizadas con estanterías, archivadores computadores para que se realice la automatización de los registros productivos.

#### **10. Ingreso a los corrales de engorde y sala de maternidad**

El ingreso a la sala de maternidad y engorde de la explotación porcícola porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias, que se ilustra en la fotografía 6, se encuentra en mal estado el piso es de hormigón armado la cual presenta imperfecciones existe charcos de agua, además no cuenta con medidas de bioseguridad necesarias. Es necesario considerar que el diseño óptimo de una granja porcina, es una de las etapas en el establecimiento de la empresa que no se puede tomar

a la ligera, es muy conveniente que el área de Ingreso a los corrales de engorde, y sala de maternidad, cumpla con las medidas higiénicas necesarias para evitar que exista proliferación de microorganismos al existir desechos sólidos que se pegan a las patas de los cerdos y los ingresan (fotografía 12).



Fotografía 12. Ingreso a los corrales de engorde, y sala de maternidad.

#### **a. Acción de Remediación**

Deberá realizar una nueva construcción de ingreso ya que esta se encuentra en mal estado los escombros de deberá retirar a un lugar donde no sea objeto de contaminación, preferentemente deberá contarse con un sólo acceso con objeto de lograr un mayor control. Esto deberá mantenerse cerrado, de preferencia con candado.

### **F. PLAN DE MANEJO PARA EL CIERRE TÉCNICO AMBIENTAL**

El Plan de Manejo Ambiental tiene el fin de implementar acciones necesarias y efectivas, para prevenir, minimizar, corregir y compensar los impactos ambientales negativos que pueden producirse en las instalaciones de la Unidad Académica de Investigación y Producción Porcina, sobre los elementos del ecosistema del área de influencia directa de la zona, además es importante dar seguridad a la población

aledaña, así como a los espacios de beneficio humano y ecológico, de manera que sirvan para una adecuada gestión de riesgo ambiental por parte del establecimiento, además de dar soluciones de tipo ambiental.

## **1. Objetivos**

### **a. General**

Contar con un instrumento de trabajo que permita el establecimiento de las bases técnicas y ambientales para un adecuado manejo de residuos sólidos, líquidos y/o gaseosos con el fin de la prevención, minimización y corrección de los impactos ambientales negativos generados en el cierre de operaciones de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

### **b. Específicos**

- Disminuir los impactos ambientales negativos al ambiente.
- Proponer una nueva vida útil a la infraestructura abandonada.
- Elaborar un cronograma valorado del plan de manejo.

El siguiente Plan de Manejo Ambiental se estructurará por los siguientes programas que han sido elaborados según los requerimientos del Cierre Técnico de la Unidad Académica de Investigación y Producción Porcina:

- Programa de prevención y minimización de impactos
- Programa de manejo de desechos
- Programa de capacitación y educación ambiental
- Programa de monitoreo ambiental
- Programa de rehabilitación
- Programa de cierre, abandono y entrega del área.

En los cuadros 16, 17, 18, 19 muestran el plan de manejo ambiental para el Cierre Técnico del Unidad Académica de Investigación Porcina.

Cuadro 16. PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE IMPACTOS

<b>OBJETIVO:</b> Minimizar los impactos ambientales que genera la Unidad Académica de Investigación Porcina <b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Unidad Académica de Investigación Porcina <b>RESPONSABLE:</b> Jefe del programa porcino, Decano y Vicedecano de la Facultad de Ciencias Pecuarias <b>FASE:</b> CIERRE					<b>PPM-01</b>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Generación de malos olores procedentes de los galpones	Contaminación del aire	Realizar limpiezas periódicas de los galpones para mantener un aseo correspondiente de los mismos	Cantidad de limpiezas realizadas	Registro de limpiezas Registro fotográfico	c/mes
		Utilizar productos químicos que neutralicen los malos olores	Ausencia de olor	Registro fotográfico	c/mes
Generación de excretas de canes	Contaminación del aire	Realizar limpiezas en las instalaciones abandonadas de la unidad académica	Cantidad de limpiezas realizadas	Registro de limpieza, fotografía	c/mes
	Contaminación del suelo	Vincular acciones con entidades de protección animal para reducir el número de canes	Disminución de canes invasores	Registro de cooperación Registro fotográfico	c/año

Cuadro 17. PROGRAMA DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO

<p><b>OBJETIVOS:</b> Con el fin de comprobar el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, hay que efectuar el seguimiento y monitoreo del elemento ambiental afectado.</p> <p><b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Unidad Académica de Investigación Porcina</p> <p><b>RESPONSABLE:</b> Jefe del programa porcino, Decano y Vicedecano de la Facultad de Ciencias Pecuarias</p> <p><b>FASE:</b> CIERRE</p>					<b>PMS-01</b>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Generación de Residuos al suelo y/o aire	Contaminación del agua, suelo y aire	Realizar un monitoreo al primer semestre de parámetros básicos de cumplimiento de una muestra de agua y otra de suelo	No. de análisis realizados	Informe de laboratorio acreditado Registro Fotográfico	1 mes
	Afecciones a la salud Humana	Realizar un monitoreo al segundo semestre de parámetros básicos de cumplimiento de una muestra de agua y otra de suelo	No. de análisis realizados	Informe de laboratorio acreditado Registro Fotográfico	1 mes

Cuadro 18. PROGRAMA DE REHABILITACIÓN

<p><b>OBJETIVO:</b> Al finalizar la obra se procederá a la limpieza y desalojo de materiales y se dejará el área como inicialmente se la encontró.</p> <p><b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Unidad Académica de Investigación Porcina</p> <p><b>RESPONSABLE:</b> Jefe del programa porcino, Decano y Vicedecano de la Facultad de Ciencias Pecuarias</p> <p><b>FASE:</b> CIERRE</p>					<b>PRC-01</b>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Identificación de pasivos ambientales	Disminución de la calidad ambiental del aire, agua, suelo y ecosistema	Remoción del contaminante del área afectada inmediatamente	Área de Remoción del contaminante	Informe de remoción Registro fotográfico	Inmediatamente a la afectación
		El área afectada dejarla como estuvo inicialmente	Cantidad de superficie afectada	Informe de recuperación Registro fotográfico	Posterior a la remoción del suelo

Cuadro 19. PROGRAMA DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA

<p><b>OBJETIVOS:</b> Proporcionar los lineamientos para el abandono de las áreas ocupadas durante la ejecución del proyecto, lo cual, involucra el desmontaje, retiro de equipos y estructuras de las diferentes instalaciones de superficie y producción habilitadas durante la etapa constructiva y de vida útil del proyecto; así como la restauración y rehabilitación del espacio intervenido por las actividades que se desarrollaron.</p> <p><b>LUGAR DE APLICACIÓN:</b> Unidad Académica de Investigación Porcina</p> <p><b>RESPONSABLE:</b> Jefe del programa porcino, Decano y Vicedecano de la Facultad de Ciencias Pecuarias</p> <p><b>FASE:</b> CIERRE</p>					<p><b>PCA-01</b></p>
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Generación de Escombros	Contaminación del suelo, aire y agua por el desmantelamiento de la construcción de Accidentes de Trabajo	Efectuar el trámite correspondiente ante los organismos de control para el cierre de la Unidad Académica.	Número o áreas libres de instalaciones temporales desmanteladas y retiradas Número de equipos retirados	Registro fotográfico de áreas libres de equipos y estructuras	A partir de la implementación del PMA
		Reconocimiento y Evaluación del área de la construcción a ser abandonada, preparando un programa de trabajo.	Número o áreas libres de instalaciones temporales desmanteladas y retiradas Número de equipos retirados.	Registro fotográfico de áreas libres de equipos y estructuras	A partir de la implementación del PMA

## V. CONCLUSIONES

- Los puntos críticos en producción son el primer paso para controlar los posibles problemas, su identificación y reconocimiento de las variables que más influyen, nos permiten enfocar mejor la estrategia de mejoramiento y realizar la labor con eficiencia, las listas de chequeo son parte de la rutina de cada área de producción, para poder supervisar cada procedimiento con periodicidad establecida acorde al cierre técnico de la explotación porcina.
- Se realizó el programa de cierre y abandono para la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, donde se incluyen las actividades ambientales necesarias para lograr remediar los impactos generados por la actividad de la Unidad y que las características del entorno sean similares a las condiciones naturales.
- Se efectuó la evaluación del estado actual del plantel porcino de la Unidad Académica Experimental Porcina, para la detección de las fuentes de los impactos principales y realizar la clausura técnica de dichas fuentes y medidas de remediación para que las condiciones del entorno retornen a las naturales.
- La valoración de los impactos que generaran las actividades previstas dentro del programa de cierre y abandono para la Unidad Académica de Investigación Porcina de la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, registró un valor global de +4, el cual refleja que con la aplicación de dicho plan y se beneficiaran las condiciones del entorno.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Para el cierre y abandono de la Unidad Académica se recomienda seguir las medidas propuestas dentro del Plan de Cierre Técnico Ambiental para mejorar las condiciones ambientales del entorno y mitigar todos los impactos generados por las actividades académicas ejecutadas en el transcurso de la vida útil de la Unidad Académica.
- En la ejecución de las medidas especificadas dentro del programa se debe considerar la elaboración de los indicadores y medios de verificación en vista que son documentos de respaldo para revisiones posteriores por parte de la autoridad ambiental.
- Se recomienda realizar el análisis de infraestructura de manera exhaustiva para definir si se puede mantener actividades dentro de las instalaciones, tomando en cuenta la ubicación de la Unidad Académica con respecto al Volcán Tungurahua que se encuentra en actividad, además de encontrarse en una región de alta actividad sísmica debido a la subducción de la placa de Nazca con respecto a la placa Sudamericana.

## **VII. LITERATURA CITADA**

1. ALDAS, A. 2010. Estudio de la calidad del agua para uso zootécnico en porcinos, evaluación del impacto ambiental y biodegradación. Tesis de Grado. Facultad de Ciencias Pecuarias, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. pp 135-136.
2. AGROCALIDAD, 2012. Guía de buenas prácticas porcina resolución técnica N° 0217 Emitida en R.O. 636.
3. ASPE, 2012.<http://www.aspe.org.ec/index.php/informacion/estadisticas/> Censo. Consideraciones para una explotación porcina.
4. CONAN, 2010. Consejo Nacional de Ambiente, CentroPanamericana Sanitario y Ciencias del Ambiente y Organización Panamericana de la Salud.
5. ECUADOR, ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO (ESPOCH). 2014. Departamento Agrometeorológico, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador.
6. MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR. 2015. Ley de gestión ambiental. Registro Oficial No. 449.
7. MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR (MAE). 2015. Acuerdo ministerial 061. Registro Oficial No. 316.
8. MINISTERIO DEL AMBIENTE DE ECUADOR (MAE). 2015. Acuerdo ministerial 097a. Registro Oficial No. 387.
9. INEC 2011. Proyección de la población ecuatoriana porcina 2010-2015

# **ANEXOS**

Anexo 1. Análisis de laboratorio de una muestra de agua tomada de los efluentes de la Unidad Académica de Investigación Porcino.



Contactanos: 0998580374- 032924322

Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba- Ecuador

### INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS

Análisis solicitado por: Sr. Pedro Gualán

Fecha de Análisis: 11 de mayo del 2016

Fecha de Entrega de Resultados: 16 de mayo del 2016

Tipo de muestras: Agua de uso pecuario

Localidad:

### TRABAJO DE TITULACIÓN

Código LAT/021-16

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6-9	7.16
Conductividad	µSiemens/cm	2510-B		990
Turbiedad	UNT	2130-B	100	1.44
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C		8
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	2	2
Nitratos	mg/L	4500-NO2-B		20
Nitritos	mg/L	4500-NO2-B	1	0.007
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2540-C		530
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1600	670
Coliformes Totales	UFC/100 ml	microfiltración	3000	30 000
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	microfiltración	600	Ausentes

\*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

\*\*TULSMA TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren de tratamiento convencional

Observaciones:



Dra. Gina Alvarez R.

RESP. LAB. ANÁLISIS TÉCNICOS

Nota: El presente Informe afecta solo a la muestra analizada.

Anexo 2. Análisis de laboratorio de una muestra de agua tomada de los afluentes de  
de la Unidad Académica de Investigación Porcino.



Contactanos: 0998580374- 032924322

Av. 11 de Noviembre y Milton Reyes Riobamba-Ecuador

**INFORME DE ANÁLISIS DE AGUAS**

Análisis solicitado por: Sr. Pedro Gualán

Fecha de Análisis: 10 de junio del 2016

Fecha de Entrega de Resultados: 20 de junio del 2016

Tipo de muestras: Agua residual de uso pecuario

Localidad: Unidad Experimental de Investigación porcinos FCP- ESPOCH

**TRABAJO DE TESIS**

Código LAT/039-16

Determinaciones	Unidades	*Método	**Límites	Resultados
pH	Und.	4500-B	6-9	7.34
Conductividad	µSiemens/cm	2510-B		2420
Turbiedad	UNT	2130-B	100	83.1
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	5220-C		2480
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	5210-B	2	1 130
Nitratos	mg/L	4500-NO2-B		37
Nitritos	mg/L	4500-NO2-B	1	1.6
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2540-C		1 290
Sólidos Totales	mg/L	2540-A	1 600	2 580
Coliformes Totales	UFC/100 ml	microfiltración	3 000	32 000
Coliformes Fecales	UFC/100 ml	microfiltración	600	8 000

\*Métodos Normalizados. APHA, AWWA, WPCF 17 ed.

\*\*TUSMA TABLA 1. Límites máximos permisibles para aguas de consumo humano y uso doméstico que únicamente requieren de tratamiento convencional

Observaciones:

Atentamente,

Dra. Gin Álvarez R.

RESP. LAB. ANALISIS TÉCNICOS

Nota: El presente informe afecta solo a la muestra analizada.



Anexo 3. Análisis de laboratorio de una muestra de suelo tomada dentro de la Unidad Académica de Investigación Porcina.

 <p><b>CESTTA</b> SGC</p>	<p><b>CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA AMBIENTAL</b></p> <p>DEPARTAMENTO : SERVICIOS DE LABORATORIO</p> <p>Panamericana Sur Km. 1 ½, ESPOCH (Facultad de Ciencias) RIOBAMBA - ECUADOR Telefax: (03) 3013183</p>	<p>LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL SAE</p> <p>ACREDITACIÓN Nº OAE LE 2C 06-008</p>			
<p>INFORME DE ENSAYO No: ST: Nombre Peticionario: Atn. Dirección:</p>	<p>696 21-16 ANÁLISIS DE SUELOS N.A. Pedro Gualán Carabobo y Boyacá Riobamba - Chimborazo</p>				
<p>FECHA: NUMERO DE MUESTRAS: FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN EN LAB: FECHA DE MUESTREO: FECHA DE ANÁLISIS: TIPO DE MUESTRA: CÓDIGO CESTTA: CÓDIGO DE LA EMPRESA: PUNTO DE MUESTREO:</p>	<p>26 de Junio del 2016 1 2016/06/10 - 11:51 2016/06/10 - 11:00 2016/06/10 - 2016/06/26 Suelo agrícola LAB-S 052-16 NA Unidad académica de investigación porcina cerca de la explotación Físico - Químico Pedro Gualan, Ma. Fernanda Sánchez T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C</p>				
<p>ANÁLISIS SOLICITADO: PERSONA QUE TOMA LA MUESTRA: CONDICIONES AMBIENTALES:</p>	<p>Unidad académica de investigación porcina cerca de la explotación Físico - Químico Pedro Gualan, Ma. Fernanda Sánchez T máx.:25.0 °C. T min.: 15.0 °C</p>				
<p><b>RESULTADOS ANALÍTICOS:</b></p>					
<p>PARÁMETROS</p>	<p>MÉTODO /NORMA</p>	<p>UNIDAD</p>	<p>RESULTADO</p>	<p>INCERTIDUMBRE (k=2)</p>	<p>VALOR LÍMITE PERMISIBLE (■)</p>
<p>Conductividad Eléctrica</p>	<p>PEE/CESTTA/85 EPA 9045 D</p>	<p>µS/cm</p>	<p>337</p>	<p>±5%</p>	<p>-</p>
<p>Potencial de Hidrógeno</p>	<p>PEE/CESTTA/24 EPA 9045 D</p>	<p>Unidades de pH</p>	<p>7,05</p>	<p>±0,4</p>	<p>-</p>
<p>*Índice RAS</p>	<p>Cálculo</p>	<p>-</p>	<p>6,24</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>*Azufre</p>	<p>PEE/CESTTA/233 Cálculo</p>	<p>mg/Kg</p>	<p>&lt;8</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>*Arsénico</p>	<p>PEE/CESTTA/197 EPA 3051 / 6010 B</p>	<p>mg/Kg</p>	<p>&lt;0,5</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>*Bario</p>	<p>PEE/CESTTA/197 EPA 3051 / 6010 B</p>	<p>mg/Kg</p>	<p>&lt;50</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>*Cadmio</p>	<p>PEE/CESTTA/197 EPA 3051 / 6010 B</p>	<p>mg/Kg</p>	<p>&lt;0,5</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>*Cobre</p>	<p>PEE/CESTTA/197 EPA 3051 / 6010 B</p>	<p>mg/Kg</p>	<p>23,35</p>	<p>-</p>	<p>-</p>
<p>Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio. Los resultados arriba indicados sólo están relacionados con los objetos ensayados MC01-23</p>					
					<p>Página 1 de 2 Edición 0</p>



**CENTRO DE SERVICIOS TÉCNICOS Y  
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA  
AMBIENTAL**

DEPARTAMENTO :  
SERVICIOS DE LABORATORIO  
Panamericana Sur Km. 1 1/2, ESPOCH (Facultad de Ciencias)  
RIOBAMBA - ECUADOR  
Telefax: (03) 3013183

LABORATORIO  
ENSAYO  
ACREDITADO POR  
EL SAE

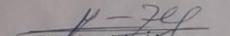
ACREDITACIÓN  
Nº OAE LE 2C 06-008

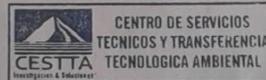
*Estaño	PEE/CESTTA/197 EPA 3051 / 6010 B	mg/Kg	<0,5	-	-
*Plomo	PEE/CESTTA/197 EPA 3051 / 6010 B	mg/Kg	<10	-	-
*Selenio	PEE/CESTTA/197 EPA 3051 / 6010 B	mg/Kg	<0,5	-	-
*Zinc	PEE/CESTTA/197 EPA 3051 / 6010 B	mg/Kg	106,69	-	-
*Cobalto	PEE/CESTTA/197 EPA 3051 / 6010 B	mg/Kg	<10	-	-

**OBSERVACIONES:**

- Muestra receptada en el laboratorio.
- Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

**RESPONSABLE DEL INFORME:**

  
Dr. Mauricio Mvárez  
RESPONSABLE TÉCNICO



Anexo 4. Base de datos de análisis de agua del trabajo de titulación tema: “Cierre Técnico de la unidad Académica de Investigación Porcina de la FCP-ESPOCH.

Momento	Muestra	Conductividad	pH	Índice RAS	Azufre	Arsénico	Bario	Cadmio	Cobre	estaño	Plomo	Selenio
Dentro	1	104,6	7,4	1,05	< 8	< 0,5	55,23	< 0,5	12,67	< 0,5	< 10	< 0,5
Dentro	2	103,98	7,4	1,06	< 8	< 0,5	55,45	< 0,6	12,72	< 0,5	< 10	< 0,5
Dentro	3	105,1	7,3	1,02	< 8	< 0,5	55,12	< 0,7	12,34	< 0,5	< 10	< 0,5
Fuera	1	337	7,1	6,24	< 8	< 0,5	50	< 0,5	23,35	< 0,5	< 10	< 0,5
Fuera	2	336	7,1	6,29	< 8	< 0,5	51	< 0,6	23,3	< 0,5	< 10	< 0,5
Fuera	3	330	7,2	6,31	< 8	< 0,5	52	< 0,7	23,39	< 0,5	< 10	< 0,5