



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

### **CARRERA INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE**

#### **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.**

**“RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES PROVENIENTES DE LA MICCIÓN HUMANA PARA EL SANEAMIENTO SOSTENIBLE EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA 2019-2020”**

Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de Ingeniero en Medio Ambiente.

**Autor:**

Miguel Ángel Sisa Paca

**Tutor:**

PhD. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta.

**Latacunga – Ecuador**

**Febrero 2020**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **MIGUEL ÁNGEL SISA PACA**, con C.C. **180518740-6**, declaro ser autor del presente proyecto de investigación: **“RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES PROVENIENTES DE LA MICCIÓN HUMANA PARA EL SANEAMIENTO SOSTENIBLE EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA 2019-2020”**, siendo el **PhD. VICENTE DE LA DOLOROSA CÓRDOVA YANCHAPANTA** tutor del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.



**Miguel Ángel Sisa Paca**

**C.I.: 1805187406**



**PhD. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta**

**C.I.: 1801634922**

## CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **Miguel Ángel Sisa Paca**, identificada/o con C.C. **180518740-6**, de estado civil soltero y con domicilio en la ciudad de Píllaro, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. MBA. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez Barrio El Ejido Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **EL CESIONARIO** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

**ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“Recuperación de nutrientes provenientes de la micción humana para el saneamiento sostenible en el casco urbano de la ciudad de Latacunga2019-2020”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico. -

Fecha de inicio de carrera: abril 2015

Fecha de finalización de carrera: febrero 2020

Aprobación CD. - 15 de noviembre del 2019

Tutor. – PhD. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta

Tema: Recuperación de nutrientes provenientes de la micción humana para el saneamiento sostenible en el casco urbano de la ciudad de Latacunga2019-2020.

**CLÁUSULA SEGUNDA. - EL CESIONARIO** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

**CLÁUSULA TERCERA. -** Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **EL CESIONARIO** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

**CLÁUSULA CUARTA. - OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **EL CESIONARIO** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- f) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

**CLÁUSULA QUINTA.** - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **EL CESIONARIO** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

**CLÁUSULA SEXTA.** - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

**CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD.** - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **EL CESIONARIO** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

**CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - EL CESIONARIO** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

**CLÁUSULA NOVENA.** - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

**CLÁUSULA DÉCIMA.** - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

**CLÁUSULA UNDÉCIMA.** - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga a los 21 días del mes de febrero del 2020.

Miguel Ángel Sisa Paca  
**EL CEDENTE**

.....  
Ing. MBA. Cristian Tinajero Jiménez  
**EL CESIONARIO**

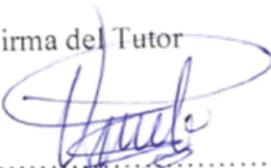
Latacunga, 7 de febrero del 2020

## AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación con el título:

“Recuperación de nutrientes provenientes de la micción humana para el saneamiento sostenible en el casco urbano de la ciudad de Latacunga 2019-2020”, de Miguel Ángel Sisa Paca, de la carrera de **Ingeniería en Medio Ambiente** considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Firma del Tutor



.....

**PhD. Vicente de la Dolorosa Córdova Yanchapanta**

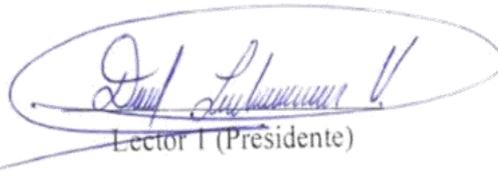
CC: 1801634922

Latacunga, 7 de febrero del 2020

## AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Lectores del proyecto de investigación con el título:

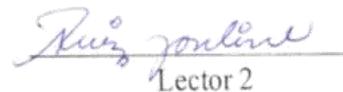
“RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES PROVENIENTES DE LA MICCIÓN HUMANA PARA SANEAMIENTO SOSTENIBLE EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA 2019-2020”, de Sisa Paca Miguel Ángel de la carrera Ingeniería en Medio Ambiente, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre-defensa.



Lector 1 (Presidente)

PhD. Marcos David Landívar Valverde

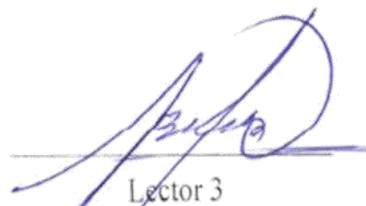
CC:1600558728



Lector 2

Ing. Mg. Joseline Luisa Ruiz Depablos

CC:1758739062



Lector 3

Mg. Vladimir Ortiz Bustamante

CC:0502188451

## AGRADECIMIENTO

Primero agradezco a Dios por colmarme de bendiciones, llenarme de conocimiento y sabiduría para poder alcázar el objetivo trazado hace 5 años, el cual era obtener mi título universitario.

A mis padres María y Jesús quienes son el pilar fundamental en mi vida, a mis hermanos Johana, Richard y Sebastián los cuales me motivan a seguir adelante, a mi cuñado Esteba que ha estado apoyándome en los momentos difíciles y a mis amigos Néstor y Marbely a quienes considero mi familia, gracias por brindarme todo su cariño y apoyo.

También un agradecimiento especial a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a sus docentes y autoridades ya que a lo largo de mi formación académica pude obtener los mejores conocimientos científicos, éticos y profesionales de su parte.

Miguel Ángel

## DEDICATORIA

El presente proyecto de investigación está dedicado al esfuerzo de mis padres María y Jesús, los mismos que cada día me han inculcado valores de esfuerzo y superación para alcanzar las metas trazadas a lo largo de mi vida.

A mis hermanos Johana, Richard y Sebastián quienes con su apoyo incondicional han hecho que este sueño se vuelva realidad.

También este trabajo va dedicado a esa persona especial quien siempre ha estado a mi lado y es el principal motor de mi vida, aquella que me llena de alegría y hace que quiera ser mejor cada día.

Miguel Ángel

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

### FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO:** Recuperación de nutrientes provenientes de la micción humana para el saneamiento sostenible en el casco urbano de la ciudad de Latacunga 2019-2020

**Autor:** Miguel Ángel Sisa Paca

#### RESUMEN

La presente investigación se refiere a la recuperación de nutrientes provenientes de la micción humana masculina en el casco urbano de la ciudad de Latacunga, cada ser humano genera 1,5 litros de orina por día, lo que hace que el manejo de la misma presente mayor dificultad al momento de tratar este tipo de desperdicios, los tratamientos convencionales no solo consumen y contamina recursos, sino también se los ejecuta de una manera descuidada y efímera.

En la ciudad de Latacunga se evidencia sitios urbanos afectados por la deposición de micción humana, los lugares considerados como patrimoniales son afectados generando una mala imagen para la ciudad, este problema no solo radica en las personas con malos hábitos, si no en la falta de lugares para su disposición, por lo que implementar medidas que ayuden a mitigar dicha aflicción es una obligación para la conservación de las diferentes áreas culturales del casco urbano.

Se identificaron diez lugares donde potencialmente se registra el mayor grado de afectación a sitios patrimoniales de la ciudad, se priorizo los espacios públicos y las zonas de importancia histórica. El modelo de recolección de orina fue diseñado considerando la antropometría de las personas, la cantidad de individuos que lo puedan utilizar y considerando estrategias que disminuyan la contaminación visual que genera el artefacto. El captador de orina tiene una capacidad de recolección de 70 L.

Se planteó una alternativa para la recuperación de nutrientes provenientes de la micción humana a partir de la implementación de baños ecológicos, en los cuales se puede recolectar la orina para utilizarla posteriormente en la elaboración de abono orgánico y de esa manera reducir la afectación por contaminación en espacios públicos y patrimoniales de la ciudad de Latacunga.

**Palabras claves:** Micción humana, orina como fertilizante, recuperación de nutrientes, saneamiento sostenible.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES FACULTY**

**TITLE:** Recovery of nutrients from human miction for sustainable sanitation in the urban area of Latacunga city 2019-2020

**Author: Miguel Ángel Sisa Paca**

**ABSTRACT**

This research work refers to the recovery of nutrients from human male urination in the urban area of the Latacunga city , each human being generates 1.5 liters of urine per day, which makes it more difficult to manage this type of waste, conventional treatments not only consume and pollute resources, but also are executed in a careless and ephemeral way.

In Latacunga city, there is evidence of urban sites affected by the deposition of human urination, the places considered as patrimonial are affected generating a bad image for the city, this problem does not only reside in the people with bad habits, if not in the lack of places for its disposition, for what to implement measures that help to mitigate this affliction is an obligation for the conservation of the different cultural areas of the urban area

Ten places were identified as potentially being most affected by heritage sites in the city, with priority given to public spaces and areas of historical importance. The model for urine collection was designed considering the anthropometry of people, the number of individuals who can use it and considering strategies to reduce the visual pollution generated by the device. The urine collector has a collection capacity of 70 L.

An alternative was proposed for the recovery of nutrients from human micturition from the implementation of ecological toilets, in which urine can be collected to be used later in the production of organic fertilizer and thus reduce the impact of pollution in public spaces and heritage of Latacunga city.

**Keywords:** Human micturition, urine as fertilizer, nutrient recovery, sustainable sanitation.

## TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN .....	vi
AVAL DE LOS LECTORES DE PROYECTO DE INVESTIGACION.....	vii
AGRADECIMIENTO .....	viii
DEDICATORIA .....	ix
RESUMEN.....	x
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO .....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO .....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	5
6. OBJETIVOS:.....	6
6.1. General .....	6
6.2. Específicos .....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLATEADOS .....	7
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA .....	8
8.1. Desarrollo sostenible .....	8
8.1.1 Necesidades para adaptar los lineamientos establecidos a las condiciones locales..	8
8.1.2. Contaminación por aguas residuales .....	9
8.2. Orina humana.....	10
8.2.1. Composición de la orina humana .....	10
8.2.2. La orina como fuente de nutrimento .....	11
8.3 Fertilizante .....	15
8.3.1. Fertilizantes naturales (orgánicos).....	16
8.3.2. Fertilizantes nitrogenados .....	16
8.3.3. Aplicación de la orina en la agricultura .....	16
8.3.4. Adición de urea.....	17
8.3.5. Compostaje .....	17
8.4. Sanitarios secos.....	19
8.5. Marco legal .....	20
8.6. Descripción de línea base ambiental.....	21
8.6.1. Medio físico .....	21

8.6.1.1. Clima. - .....	21
8.6.1.2. Zona Nival. - .....	22
8.6.1.3. Temperatura. - .....	22
8.6.1.4. Vegetación. - .....	22
8.6.1.5. Ecología. - .....	22
8.6.1.6. Hidrografía. - .....	23
8.6.1.7. Suelos. - .....	23
8.6.1.8. Flora. - .....	23
8.6.1.9. Tipo de cobertura vegetal. ....	23
8.6.1.10. Importancia de la cobertura vegetal. - .....	23
8.6.2. Medio socioeconómico y cultural. ....	24
<b>9. VALIDACIÓN DE LA PREGUNTA CIENTÍFICA .....</b>	<b>24</b>
<b>10. METODOLOGÍA .....</b>	<b>24</b>
10.1. Método Inductivo .....	24
10.1.1 Determinación de los espacios urbanos afectados por la contaminación con orina.....	24
10.2. Método empírico.....	26
10.2.1. Definición de un modelo de recuperación de nutrientes provenientes de la orina masculina. ....	26
10.3. Método de obtención de información .....	27
10.3.1. Identificación de los usos potenciales de los nutrientes recuperados.....	27
<b>11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>28</b>
11.1. Espacios Urbanos afectados .....	28
11.1.1 lugares de mayor afectación .....	28
11.1.2. Toma de puntos GPS.....	29
11.2. Análisis de datos obtenidos.....	30
11.2.1. Datos poblacionales .....	30
11.2.2. Método estadístico .....	32
11.2.3. Entrevista.....	32
11.3. Clasificación de lugares según su afectación.....	36
11.4. Mapa de puntos de afectación.....	38
11.5. Modelo de recuperación de nutrientes. ....	38
11.5.1. Antropometría .....	38
11.5.2. Armazón del baño ecológico para la recolección de orina.....	39
11.5.3. Revestimiento del Baño ecológico portátil .....	40
11.5.4. Recubrimiento con pintura del Baño ecológico portátil .....	42

11.6. Protocolo de recolección, transporte y almacenamiento.....	42
11.6.1. Protocolo de recolección .....	42
11.6.2. Protocolo de Transporte y almacenamiento .....	43
11.7. Descomposición des sustrato .....	43
11.8. Usos potenciales de los nutrientes recuperados .....	46
11.8.1. Entrevistas sobre usos potenciales del abono orgánico de orina.....	46
11.8.2. Usos de fertilizante en plantas.....	50
11.9. Discusión .....	50
12. IMPACTOS.....	51
12.1. Ambientales. – .....	51
12.2. Económicos. – .....	51
12.3. Sociales. – .....	51
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO .....	51
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	53
14.1 Conclusiones .....	53
14.2. Recomendaciones .....	54
15. BIBLIOGRAFÍA.....	55
16. ANEXOS .....	59

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Beneficiarios .....	4
Tabla 2 Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados .....	7
Tabla 3 Concentración de nutrientes de orina.....	11
Tabla 4 Marco legal .....	20
Tabla 5 Registro Histórico de Temperatura .....	22
Tabla 6 Lugares de mayor afectación .....	29
Tabla 7 Población del casco urbano de Latacunga.....	30
Tabla 8 Valor de afectación .....	37
Tabla 9 Identificación de puntos de mayor afectación.....	37
Tabla 10 Materiales para la elaboración del baño ecológico portátil.....	39
Tabla 11 Listado de materiales.....	51

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Mapa de puntos de afectación .....	25
Ilustración 2 Mercado cerrado Latacunga .....	28

Ilustración 3 Parque la filantropía .....	29
Ilustración 4 Mapa de lugares de afectación de la orina humana en el casco urbano de la ciudad de Latacunga .....	38
Ilustración 5 Armazón del Baño ecológico portátil.....	40
Ilustración 6 Baño portátil revestido .....	41
Ilustración 7 Tanque de almacenamiento de orina y aserrín .....	41
Ilustración 8 Recubrimiento del baño ecológico .....	42
Ilustración 9 Lugar de almacenamiento del abono de orina.....	44
Ilustración 10 Combinación de sustratos.....	45
Ilustración 11 Abono orgánico-1 mes .....	45
Ilustración 12 Abono orgánico tierno .....	46

### **TABLA DE FIGURAS**

Figura 1 Concentración de nutrientes en orina y heces .....	10
Figura 2 flujo circular .....	13
Figura 3 Producción mundial de fertilizantes 2002 – 2007.....	15
Figura 4 Porcentaje de población en el cantón Latacunga .....	31
Figura 5 Porcentaje de población por edades en el cantón Latacunga .....	31
Figura 6 Método estadístico para determinar la muestra en universos grandes .....	32
Figura 7 Porcentaje de respuesta de la pregunta número 1 de la entrevista .....	33
Figura 8 Porcentaje de respuesta de la pregunta número 2 de la entrevista .....	33
Figura 9 Porcentaje de respuesta de la pregunta número 3 de la entrevista .....	34
Figura 10 Porcentaje de respuesta de la pregunta número 4 de la entrevista .....	34
Figura 11 Porcentaje de respuesta de la pregunta número 5 de la entrevista .....	35
Figura 12 Porcentaje de respuesta de la pregunta número 6 de la entrevista .....	35
Figura 13 Porcentaje de respuesta de la pregunta número 7 de la entrevista .....	36
Figura 14 Porcentaje de edad de entrevistados.....	47
Figura 15 Genero .....	47
Figura 16 Negocio al que representan .....	48
Figura 17 Porcentaje de expendedores de abonos orgánicos .....	48
Figura 18 Opinión sobre el abono orgánico proveniente de la orina.....	49
Figura 19 Viabilidad del abono orgánico .....	50

## **1. INFORMACIÓN GENERAL**

### **Título del Proyecto:**

Recuperación de nutrientes provenientes de la micción humana para el saneamiento sostenible en el casco urbano de la ciudad de Latacunga 2019-2020.

### **Lugar de ejecución:**

Latacunga-Latacunga-Cotopaxi-zona 3

### **Facultad que auspicia**

Ciencias agropecuarias y recursos naturales

### **Carrera que Auspicia:**

Ingeniería en medio ambiente

### **Equipo de Trabajo:**

#### **Coordinador del proyecto de investigación:**

Nombres completos: Miguel Ángel Sisa Paca

Cedula de identidad: 180518740-6

#### **Tutor de Titulación:**

Nombres completos: PhD. Vicente Córdova

Cedula de identidad: 180163492-2

#### **Área de Conocimiento:**

Servicios

Servicios de protección ambiental

#### **Línea de investigación:**

Energías Alternativas y Renovables, Eficiencia Energética y Protección Ambiental

#### **Sub líneas de investigación de la Carrera:**

Salud, seguridad y ambiente

#### **Línea de vinculación:**

Servicios: Protección del medio y desastres naturales

## 2. RESUMEN DEL PROYECTO

La presente investigación se refiere a la recuperación de nutrientes provenientes de la micción humana masculina en el casco urbano de la ciudad de Latacunga, cada ser humano genera 1,5 litros de orina por día, lo que hace que el manejo de la misma presente mayor dificultad al momento de tratar este tipo de desperdicios, los tratamientos convencionales no solo consumen y contamina recursos, sino también se los ejecuta de una manera descuidada y efímera., los procesos de tratamiento de aguas residuales carecen de objetividad y aprovechamiento a largo plazo por lo que son considerados ineficientes, el aprovechamiento sostenible es necesario para ser recíprocos con la naturaleza y ayudar a su resiliencia.

En la ciudad de Latacunga se evidencia sitios urbanos afectados por la deposición de micción humana, los lugares considerados como patrimoniales son afectados generando una mala imagen para la ciudad, este problema no solo radica en las personas con malos hábitos, si no en la falta de lugares para su disposición, por lo que implementar medidas que ayuden a mitigar dicha aflicción es una obligación para la conservación de las diferentes áreas culturales del casco urbano.

Los espacios contaminados con orina ayudaron a definir un modelo de recuperación de nutrientes e identificar el potencial uso de los mismos, esto se realizó a un nivel perceptual, con una visión real de la situación actual del problema, para posteriormente ejecutar de manera eficaz las distintas actividades comprendidas en el estudio. Este se adaptó a las características específicas de la zona, con el que se obtuvo de manera rápida un fertilizante orgánico de alta calidad que pueden ser aprovechado por la vegetación de parques y jardines de la ciudad. La propuesta para dar solución a los diferentes problemas antes mencionados fue la implementación de un modelo de baño ecológico, este no solo reduce la contaminación de la orina masculina, si no a su vez aporte un fertilizante natural a las plantas aprovechando residuos ricos en carbono para la elaboración del mismo. La ubicación del urinario se realizó de una manera estratégica y consultiva, tomando en cuenta los lugares que presentan mayor afectación, para la descomposición del abono orgánico se tomó en cuenta medidas técnicas y protocolos de recolección acordes.

**Palabras claves:** Micción humana, orina como fertilizante, recuperación de nutrientes, saneamiento sostenible.

### **3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO**

En el Ecuador existen deficiencia en la gestión de aguas residuales, las misma que contaminan elementos necesarios e indispensables para el desarrollo de la vida, esto no solo se da por falta de interés de los habitantes y autoridades, sino por la carencia de conocimientos en temas de sanidad sostenible. Algunas propuestas con este enfoque fracasan al no tener un funcionamiento adecuado debido a que no son probadas o adaptables a la realidad social de lugar de ejecución, generando problemas para su proponente., por lo que es necesario implementar proyectos que ayuden a reducir los contaminantes producidos por el hombre y a su vez estos puedan ser aprovechados.

Las diferentes modelos que se puedan emplear enfocadas en la saneamiento y manejo de los desechos humanos, proporcionarán una mejora en la calidad de vida en las personas y ayudara a la recuperación los diferentes nutrientes generados por la micción humana masculina, por otro lado, se notara la necesidad de cambiar el actual sistema económico el cual es completamente lineal y nos guiara a una economía circular, tomando en cuenta la capacidad de resiliencia de los ecosistemas.

Los individuos involucrados en el área del proyecto de investigación serán beneficiados al mejorar su calidad de vida y entorno social, las autoridades públicas cambiarán su perspectiva en manejo de desechos humanos y plantearan nuevos sistemas de gestión, para aprovechar los diferentes contaminantes expendidos por el hombre, este se podrá realizar de una manera amigable con el ambiente.

#### 4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

**Tabla 1** Beneficiarios

Directos		Indirectos	
<b>Población del casco urbano Latacunga.</b>		<b>GAD de la provincia de Latacunga.</b>	
<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
30.800	32.967	120	60
<b>Turistas en la ciudad de Latacunga.</b>			
<b>Nacionales</b>	<b>Extranjeros</b>		
4.008	7.734		
<b>Total:75,509</b>		<b>Total:180</b>	

**Fuente:** INEC - Censo de Población y Vivienda 2010, Sistema de Información de Biodiversidad del Ministerio del Ambiente Boletín de Estadísticas Turísticas 2016.

## **5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

Alta contaminación urbana por micción a la intemperie.

En la actualidad el planeta se centra en controlar la contaminación producida por emisiones de carbono, contaminación nuclear y química, sin embargo, los principales factores que afectan a la sociedad es la deficiencia en el manejo adecuado de los desechos humanos y la reutilización de los mismos, en países desarrollados se descargan las aguas servidas en cuerpos receptores vulnerables que contamina al ambiente y por ende afectan a la salud de las personas, en países en desarrollo, la falta de saneamiento básico y de urinarios puede volverse una cuestión de vida o muerte, según estudios realizados en el 2017 por la ONU 2,1 billones de personas beben agua contaminada por materias fecales, más de 4,5 billones de personas carecen de servicios higiénicos seguros, el acceso al saneamiento básico es un derecho humano reconocido desde 2010 por las Naciones Unidas y que los estados se comprometieron a garantizar en el marco de los objetivos de desarrollo, por otra parte, reducir el número de personas que no tienen acceso a letrinas o a instalaciones sanitarias mínimas es también uno de los objetivos de desarrollo del milenio fijados por la ONU para erradicar la pobreza y las enfermedades a nivel mundial.

En el Ecuador se puede evidenciar la carencia de conocimientos sobre el tema, la falta de métodos aplicables a la realidad social es uno de los principales inconvenientes en el desarrollo de técnicas adecuada para la ejecución de las distintas propuestas que disminuyan la contaminación humana, este problema no solo afecta al entorno social, sino también al factor económicos ya que el estado invierte una gran parte de sus recursos en garantizar el derecho a vivir en un ambiente sano. Por otro lado, los fertilizantes utilizados regularmente para las diferentes actividades agrícolas causan un daño creciente al medio ambiente y a la salud pública, la generación de fertilizantes ecológicos es de vital importancia para evitar romper el delicado equilibrio que existe en la naturaleza, es necesario efectuar iniciativas alternas a las convencionales.

El casco urbano de la ciudad de Latacunga se ve afectada por la contaminación de la micción humana, ya que no existen sitios adecuados para su deposición y tratamiento, esto radica en la carencia de proyectos que permitan recuperar nutrientes existentes en los desechos humanos, mismos que pueden ser aprovechados por otros organismos vivos. La orina tiene nutrimentos fundamentales para el desarrollo de diferentes plantas, este posee elementos como nitrógeno y fosforo que son esenciales para su ciclo de vida.

La recuperación de espacios patrimoniales y culturales contaminados es fundamental para el entorno económico y social del casco urbano de la ciudad de Latacunga, esto no solo brindara una buena imagen de la ciudad a sus visitantes, también potenciara la utilización medidas eficientes para la mitigación de aflicciones que generan incomodidad en las personas que interactúan en el área de estudio. Es necesario dar a conocer que la economía actual debe ser considerada de una manera cíclica, es decir encaminarnos a una economía circular la cual requiere un cambio de orientación en comparación a la convencional, apuntando a la reutilización, reparación, renovación y reciclaje de materiales existentes., lo que anterior mente se consideraba “desecho” se convertirá en materia prima.

## **6. OBJETIVOS:**

### **6.1. General**

Reducir la contaminación humana generada por micción en el casco urbano de la ciudad de Latacunga 2019-2020.

### **6.2. Específicos**

Determinar los espacios urbanos afectados por la contaminación con orina.

Definir un modelo de recuperación de nutrientes provenientes de la orina masculina.

Identificar los potenciales usos de los nutrientes recuperados.

## 7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLATEADOS

**Tabla 2** Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados

<b>Objetivo General</b>		
Reducir la contaminación humana generada por micción masculina en el casco urbano de la ciudad de Latacunga 2019-2020.		
<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Actividades</b>	<b>Resultados</b>
Determinar los espacios urbanos afectados por la contaminación con orina.	Estimación de índice poblacional actual en el casco urbano. Visita técnica a los lugares de mayor afectación. Entrevista a las personas que transitan por la ciudad. Georreferenciación de puntos de afectación identificados.	Identificación de puntos de afectación georreferenciados en el casco urbano Latacunga.
Definir un modelo de recuperación de nutrientes provenientes de la orina masculina.	Definición antropométrica de las personas involucradas en el área de estudio. Diseño ecológico. Armazón del recolector de orina. Revestimiento del artefacto. Elaboración de protocolos de recolección y almacenamiento del sustrato	Baño portátil ecológico seco, protocolos de recolección y almacenamiento del sustrato.
Identificar los potenciales usos de los nutrientes recuperados.	Acondicionamiento del lugar donde se almacene el sustrato. Clasificación del tipo de abono según la textura, color y olor del abono orgánico. Entrevistas a expendedores y consumidores de abonos orgánicos y químicos. Identificación de uso del fertilizante en plantas.	Usos potenciales del sustrato de orina

**Elaborado por:** Sisa. M

## **8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA**

### **8.1. Desarrollo sostenible**

El origen del concepto de desarrollo sostenible está relacionado a la intranquilidad progresiva existente en la sociedad internacional en las últimas décadas del siglo XX al suponer el vínculo entre el desarrollo económico, social y sus efectos más o menos inmediatos sobre el ambiente natural.

Este conflicto se ha venido dando por muchos años, no es nuevo para la sociedad. Lo nuevo es la importancia y magnitud alcanzada por el mismo, que conduce a una apreciación sobre sus consecuencias futuras, en ella incluye la capacidad de supervivencia de la especie humana (Gutierrez, 2015).

La toma de conciencia a nivel mundial de la relación entre el desarrollo económico y el medio ambiente, tuvo su inicio en el marco de las Naciones Unidas con la creación de la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente en el año 1983, conformada por un grupo de personas relacionadas con el ámbito científico, político y social, los mismos que representaban los diferentes intereses existentes en la comunidad internacional.

La persona encargada para dirigir esta comisión fue la señora Gró Harlem Brundtland, en aquel entonces era la primera ministra de Noruega, quien destacó en el cuórum por sus criterios e intervenciones en los temas ambientales. La Comisión e encargo de elaborar un informe que diera solución a las siguientes inquietudes:

- Investigar temas vinculados al desarrollo sostenible y el ambiente, formulando propuestas al respecto.
- Plantear nuevas formas de vinculación internacional capaces de influir en los temas de desarrollo y ambiente para alcanzar las metas propuestas.
- Comenzar con nuevos niveles de comprensión y compromiso con las metas trazadas por parte de las personas, organizaciones, empresas públicas y privadas, institutos y gobiernos.

#### **8.1.1 Necesidades para adaptar los lineamientos establecidos a las condiciones locales**

Los lineamientos deben ser desarrollados y adaptados tomando en cuenta varios contextos y condiciones específicas alrededor del planeta. Los lineamientos deben ser desarrollados

de manera práctica y técnica para la eficacia en la implementación de sistemas integrales de saneamiento ecológico, se debe tomar en cuenta los actores principales, como las personas que residen en el lugar, personal que trabaja en el saneamiento y agricultores. Es importante tomar en cuenta la necesidad de desarrollar lineamientos específicos, así como casos de estudios regionales, que examinen aspectos como la cultura, el clima, los métodos técnicos y los conocimientos agrícolas (Ecosanres, 2016).

La religión y creencias culturales pueden impactar en todo el sistema, incluyendo la aceptación o rechazo hacia el uso de los productos generados por la orina. Por lo que se sugiere una diferenciación entre las sociedades coprofílicas y las coprofóbicas. Las sociedades coprofílicas pueden tener una inclinación negativa hacia la reutilización de la orina, mientras que en las sociedades coprofóbicas la orina puede estar vinculada con tabúes, estos diferirán con el manejo y se negaran a hablar sobre usos potenciales de la orina producida por el hombre (Esrey, S; Gough, J; Raport, D; Sawyer, R., 1998).

### **8.1.2. Contaminación por aguas residuales**

El agua superficial es la porción de agua sobre la superficie de la tierra, esta se puede encontrar en quebradas, ríos, otras escorrentías, lagos y embalses. Esta es producida por la precipitación y por los grandes aportes de zonas freáticas generadas por la exposición a la atmósfera y sujetas a fluir sobre la superficie (Alvarado Granados , 2012).

Se considera que un cuerpo de agua está contaminado cuando la composición o estado de sus aguas es directa o indirectamente modificado por las acciones del ser humano, en tal medida que disminuyen sus propiedades naturales y posibilidades de uso para todos o algunos de aquellos fines a los podría servir en estado normal (Llagas & Gómez, 2006).

Toda persona o comunidad genera residuos de tipo sólido y líquido. La parte líquida de los mismos es decir las aguas residuales son esencialmente el agua que se segrega de la comunidad una vez que el agua natural ha sido contaminada debido a los diferentes usos para los cuáles ha sido utilizada (Boffil & Otros, 2009).

Un estudio epidemiológico evidencio la relación entre la contaminación de una cuenca hidrográfica, el riesgo de enfermedad, muerte por intoxicaciones alimentarias y bacterianas de origen hídrico. Se encontró un incremento sustancial en la probabilidad de captación de enfermedades, especialmente en personas vulnerables como niños y adultos mayores,

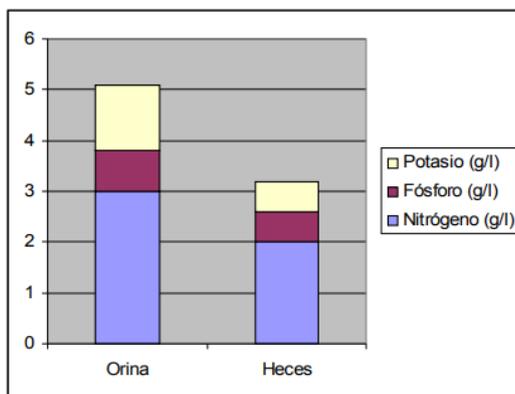
conforme se desciende en altitud de la cuenca hidrográfica hacia las planicies fluviales y costeras en zonas con mayor rezago económico. Sobresale las acciones de gestión de recursos hídricos, se relacionan directamente con la salud desde una visión enfocada al manejo ambiental y social (Muñoz, 2008).

Un instrumento gerencial de programación, control de ejecuciones de proyectos y actividades que deben para dar cumplimiento a las estrategias establecidas son los planes de acción (García & Rodríguez, 2005). Se debe cumplir en el siguiente orden de ideas: el plan de acción operativa, las actividades que deben llevar a cabo las dependencias para dar cumplimiento a los objetivos fijados (Ambiente, 2010).

## 8.2. Orina humana

Las excretas se componen de heces y orina, ambos son productos de desecho del metabolismo del cuerpo. Cada persona produce en promedio 1.5 L de orina por día, al año de 400 a 500 L y unos 50 kg de heces base húmeda y descarga en un año del orden de 15,000 litros de agua potable para tal propósito (Winbland U, 2004).

**Figura 1** Concentración de nutrientes en orina y heces



**Fuente:** Francisco J. Arroyo 2015

### 8.2.1. Composición de la orina humana

La orina es un líquido que es secretado en los riñones, pasa a la vejiga y se desecha por la uretra. Representa la vía principal de eliminación de sustancias solubles no volátiles que resultan del catabolismo nitrogenado. Es de color amarillo, más o menos claro; su componente principal es el agua (95%) que lleva disuelta varias sales (cloruro de sodio,

sulfatos, fosfatos, urea, ácido úrico, amoníaco, etc.) y algunas sustancias colorantes como urocromo y urobilina (Sopena, 2012).

La composición química de la orina humana depende de varios factores como son: hábitos alimenticios, la cantidad de agua que se ingiere, actividad física, talla, factores del ambiente, etc (Pradhan, Heinonen, & Tanski, 2009). La composición química de la orina de una persona adulta contiene alta concentración de nutrimentos, los cuales se diluyen casi al 100% cuando son desechados al alcantarillado. Del consumo diario de los alimentos, se observa que los nutrimentos predominantes son el N, P, S, K, Mg, del cual una fracción sustancial está contenida en la orina. Por lo tanto, las aguas residuales domésticas son la fuente dominante de nutrimentos, y el control de las mismas (recolección de orina y heces) daría lugar a una composición de agua residual completamente diferente y, por lo tanto, los requerimientos para el tratamiento de las aguas residuales en las plantas serían otros (Larsen & Gujer, 1996).

**Tabla 3** Concentración de nutrientes de orina

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Promedio</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Promedio</b>
Flujo	l día-1	1.25	Azufre total	g S día-1	1.3
Nitrógeno	-	6.2	SO4 2-	g S día-1	1.2
N-Urea	g N día-1	11.5	Ca2+	mg Ca día-1	210
Fósforo	g N día-1	9.6	Mg2+	mg Mg día-1	120
Fósforo total	g N día-1	1.2	Na+	g Na día-1	5.2
H2PO4	g N día-1	1.1	K +	g K día-1	2.7
HCO3	g N día-1	0	Cl	g CL día-1	4.8

**Fuente:** Larsen y Gujer, 1996

### 8.2.2. La orina como fuente de nutrimento

Las determinaciones realizadas a la orina y heces indican que una persona produce anualmente entre 2.5 a 4.3 kg de nitrógeno, 0.7 a 1.0 kg de fósforo y 0.9 a 1.0 kg de potasio;

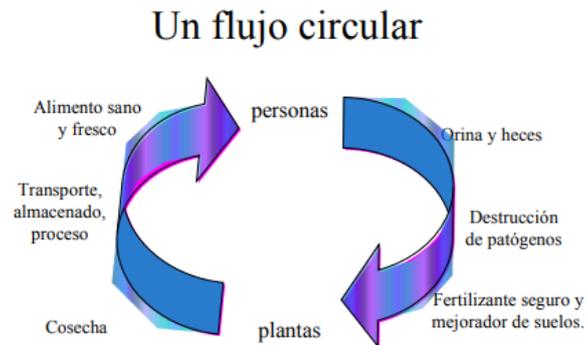
mientras que en el caso de las heces se generan de 0.5 a 0.7 kg de nitrógeno, 0.3 a 0.5 kg de fósforo y 0.1 a 0.2 kg de potasio (Kirchmann, H; Petterson, S, 1995).

La desviación de orina se recomienda generalmente por razones prácticas, incluso si la orina y/o las heces no serán usadas. Usar la orina, concentrada o diluida con agua, es la mejor forma de utilizar los nutrientes para las plantas. Si esto no puede ser realizado por razones prácticas o culturales, existen opciones alternativas. El añadir la orina al compostaje (de desperdicios de alimentos y/o heces) usualmente tiene un impacto benéfico en el proceso. Un estudio en Tailandia mostró que la orina facilitó el proceso de compostaje (incluía sólo residuos de alimentos) (Pinsem & Vinneras, 2003).

El cultivo de plantas en conexión directa con el inodoro es una mejor alternativa que infiltrar la orina en la tierra. Un inodoro de este tipo fue construido en India, por ejemplo, con infiltración superficial en combinación con las aguas de la limpieza anal (Calvert, 2012). En los sistemas de plantas de absorción superficial, la fracción de orina puede ser combinada con el uso de las aguas grises.

La siembra de árboles en pozos poco profundos con heces podría utilizar en parte los nutrientes. Esto ha sido practicado en Zimbabwe (Arbor Loo), por ejemplo. La orina puede ser también movidas a un hoyo excavado especialmente para este propósito, lo que, sin embargo, añadiría riesgos de manipulación. La necesidad de almacenamiento previo este tipo de uso es reducida, cuando no existe riesgo de filtración a las aguas subterráneas o desbordamiento y si las heces son adecuadamente manipuladas y cubiertas con otro material (Morgan, 1999).

El nitrógeno contenido en la orina es un excelente fertilizante que se encuentra disponible para las plantas, lo cual se ha confirmado en estudios agronómicos. El P, K y S en la orina se excreta en forma de iones, la misma forma en la que se encuentran presentes en los fertilizantes químicos. Los iones quedan directamente disponibles para las plantas y el valor de P, K y S en la orina es el mismo que el proporcionado por los fertilizantes químicos (Kirchmann, H; Petterson, S, 1995).

**Figura 2** Flujo circular

**Fuente:** Francisco J. Arroyo

Como se citó, la orina se hidroliza debido a la presencia de la ureasa y el pH de ésta se eleva a 9.0 – 9.3 y a este pH los iones como amonio, calcio, magnesio y fosfato precipitan como estruvita  $[(\text{NH}_4)\text{Mg}(\text{PO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}]$  y apatita  $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6 (\text{OH})_2]$  (Jönsson, Stintzing, Vinnerås, & Salomon, 2004).

Por lo que se ha estudiado la posibilidad de recuperar nutrientes en forma sólida de la orina humana, como es el caso de la estruvita, que se forma por reacción de magnesio con fosfato en presencia de amonio en una relación molar 1:1:1, en este proceso el 88% del precipitado presente es estruvita, pero también existen otros minerales que pueden formarse, tales como, epsomita ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ), brucita ( $\text{Mg}(\text{OH})_2$ ), y ontgomerita ( $\text{Ca}_4\text{MgAl}_4(\text{PO}_4)(\text{OH})_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ), que pueden formarse dependiendo de las cantidades de cationes divalentes o trivalentes disponibles en la (Karak & Bhattacharyya, Human urine as a source of alternative natural fertilizer in agriculture, 2011).

Otros procesos que se han investigado para la recuperación de nutrientes sólidos incluyen la congelación y la adsorción en zeolitas y carbón activo. Lo anterior puede dar lugar a la producción futura de fertilizantes comerciales procesados de la recuperación de nutrientes sólidos de la orina humana (Niwigaba, 2007).

En los países desarrollados se invierten recursos desde hace más de quince años para minimizar el consumo de agua mediante el desarrollo tecnológico de los sanitarios ecológicos (sanitarios secos), en el tratamiento de corrientes domésticas separadas y el reciclado de nutrientes en la agricultura (Kirchmann, H; Petterson, S, 1995). Con ese

enfoque es claro que se avanzará en el aprovechamiento sustentable de los recursos, y que los países en desarrollo deberán seguir el ejemplo para evitar el rezago y la dependencia tecnológica. Es inminente que la demanda de nutrimentos se seguirá incrementando y deben aprovecharse aquellos recursos naturales como la orina que los contienen. La orina contiene la mayor parte de los nutrimentos que caracterizan el agua residual, y constituye el 1% del volumen de ésta (Höglund, C; Ashbolt, N; Stenström, T; Svensson, L, 2002.), y corresponde al 80% de nitrógeno contenido en el agua residual (Karak & Bhattacharyya , 2011). (Vinneras, B; Niwagaba, C; Nyberg, K, 2008) indica que, si todos los desechos de los baños se reciclaran en la agricultura, entre el 75% y 85% del nitrógeno, fósforo y potasio generado en los hogares se utilizaría como un recurso, en vez de ser un contaminante potencial para el ambiente.

Los suecos utilizan la orina humana como abono en sus cultivos debido al contenido de nutrimentos que ésta tiene, y consideran que podría reemplazar al 19, 20 y 29% del N, P y K, respectivamente, de los fertilizantes minerales aplicados. Se estima que si se reciclara mundialmente la orina y las heces humanas, se ahorrarían la tercera parte del nitrógeno y la cuarta parte del fósforo que se usan en la agricultura (Rosemarin, 2010).

Al separar la orina de las heces y del agua residual se obtiene un fertilizante nutritivo y de esa forma se protegen los cuerpos de agua (ríos, lagos y mares) de una sobre fertilización. Es decir, que cuando un cuerpo de agua recibe exceso de nutrimentos, como puede ser la presencia de nitrógeno y fósforo, se generan cambios desastrosos para el ecosistema. Mientras que los nutrimentos de la orina dispuestos en ecosistemas acuáticos pueden ser dañinos, estos mismos nutrimentos están perfectamente balanceados como un fertilizante y listo para aplicarse en las plantas y enriquecerlas con elementos esenciales para su crecimiento (Castillo, 2012).

Por lo anterior, es importante regresar al suelo parte de los nutrimentos que de él se extrajeron, y de esta manera cerrar el ciclo biológico; además, con esta alternativa se disminuye la contaminación a cuerpos receptores de agua residual, se reduce el consumo de agua potable, así como el consumo de fertilizantes minerales, aunque se debe tener cuidado en el aprovechamiento de la orina porque es posible ocasionar una fuente de contaminación por patógenos y otros constituyentes que deben tomarse en consideración. De esa forma se ayuda a eficientar el sistema por el almacenamiento, transporte e higiene en la manipulación del residuo (Ganrot, 2005).

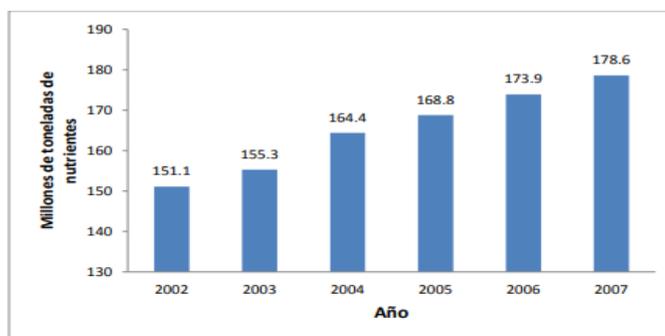
### 8.3 Fertilizante

Los fertilizantes contienen nutrimentos esenciales para las plantas, los cuales se incorporan para aumentar su fertilidad natural. Cuando se aplican los fertilizantes adecuados suele presentarse una considerable mejora, tanto en la calidad como en la cantidad de las cosechas (Thompson & Troeh, 1998).

Se ignora en qué época comenzó el hombre a utilizar los fertilizantes. Hace siglos, en Europa se utilizaron los esqueletos de animales, la sangre, las cenizas de madera y el estiércol comúnmente como fertilizantes. Los huesos de los animales se empleaban como fertilizantes de fósforo, y las cenizas de madera como fuente de potasio (Dickson, 1980).

Mercado internacional de fertilizantes La producción de los fertilizantes mantiene una tendencia creciente. De acuerdo con información de la Asociación Internacional de la industria de los Fertilizantes (IFA), entre 2002 y 2007 la oferta global creció a una tasa media anual del 3.4%. En dicho periodo, la producción fue en promedio de 165.3 millones de toneladas de nutrimentos: nitrógeno, fósforo y potasio

**Figura 3** Producción mundial de fertilizantes 2002 – 2007



**Fuente:** FIRA, 2008

Relación planta-suelo Las plantas obtienen la mayor parte de sus nutrimentos esenciales del suelo. El suelo es el medio natural para el desarrollo de las plantas y es la fuente de 15 de los 18 nutrimentos esenciales. El aire y el agua proveen los otros 3 nutrimentos esenciales (carbono, hidrógeno y oxígeno). Además del C, H y O se conocen otros 12 elementos esenciales para el crecimiento de la planta (UNAM, 2015).

### **8.3.1. Fertilizantes naturales (orgánicos)**

Son aquellos provenientes de fuentes naturales, tales como el estiércol (por ejemplo: de borrego, caballo, vaca o pollo), y compuestos de materiales vegetales, etc. Estos son materiales seguros para las plantas, pero tienen el inconveniente de ser menos balanceados en su mezcla nutrimental que los fertilizantes químicos, además de su característico mal olor. Estos fertilizantes no sólo aportan nutrientes para las plantas, también mejoran el suelo (Ecosanres, 2016).

### **8.3.2. Fertilizantes nitrogenados**

La presencia del Nitrógeno es indispensable para promover el crecimiento de tallos y hojas en pastos, árboles, arbustos y plantas en general; corrige el "amarillamiento" (cuando este fenómeno se da por falta de Nitrógeno, pues también se puede dar por falta de Hierro (Fe)) (Feria de la ciencia , 2018).

El N supone el mayor gasto dentro de la fertilización de los cultivos y son la fuente principal de contaminación de las aguas debido a su gran solubilidad en agua, los nitratos bajan hacia las capas inferiores del suelo cuando existe exceso de agua y ascienden a la superficie por efecto de capilaridad cuando hay escasez de agua, lo que supone una doble contaminación a nivel superficial y subterráneo.

### **8.3.3. Aplicación de la orina en la agricultura**

La agricultura sustentable implica que se requiere un flujo balanceado de nutrimentos e independencia de los fertilizantes producto de los recursos no renovables. Experimentos hechos en campo y en el laboratorio demuestran que se pueden lograr cosechas semejantes si se aplica orina en lugar de fertilizante mineral. Kirchmann y Petterson, reportaron en 1995 que no existía información disponible acerca del uso de orina humana como fertilizante, solamente la mezcla en agua residual con las heces y Rodhe et al., en el 2004, reportó que había pocos estudios de la orina humana como fertilizante en la agricultura, además de un conocimiento limitado de cómo la orina humana trabaja y cómo debe ser manejada.

Existen, sin embargo, fertilizantes comparables como la orina de animales, que son aplicadas en Suecia para propósitos agrícolas en cantidades Antecedentes 17 aproximadas

de 2.3 millones de toneladas por año. La orina humana contiene más nitrógeno y fósforo, pero menor cantidad de potasio en comparación con la orina de cerdos y bovinos.

#### **8.3.4. Adición de urea**

La urea es un aditivo elevador de pH que ha sido considerado para el tratamiento de orina a gran escala a nivel municipal. La urea añade un valor adicional al fertilizante e inactiva patógenos mediante una combinación de pH elevado y una alta concentración de amoníaco.

La adición del 3% de urea-nitrógeno a las heces resulta en un pH similar a 9,3, que a 20°C corresponde a 8.000 mg/l de amoníaco libre. Durante estas condiciones no se detectó E-coli o Salmonella después de 5 días, los enterococos se redujeron 2 log<sub>10</sub> y la viabilidad de los huevos 30 Lineamientos para el Uso Seguro de la Orina y de las Heces en Sistemas de Saneamiento Ecológico de Ascaris fue del 90% (Vinneras, B; Niwagaba, C; Nyberg, K, 2008).

Después de 50 días no se registraron patógenos viables o indicadores, excepto por los formadores de esporas de clostridios. Puesto que el amoníaco se quedará en el material si este es adecuadamente almacenado, el riesgo de rebrote de bacteria patogénica en la materia tratada será mínimo (Vinneras & Jonsson, 2003).

El amoníaco generado a pHs altos puede actuar como un agente inactivado de los virus, y se ha demostrado también que afecta a los ooquistes del *Cryptosporidium* (Jenkins, Bowman, & Ghiorse, 1998). La viabilidad de estos sistemas de Ascaris fue reducida en los lodos residuales tratados con amoníaco (Ghiglietti, Genchi, Di Matteo, & Calcaterra, 1997).

#### **8.3.5. Compostaje**

El compostaje es un proceso natural que ha sido considerado una opción viable para el tratamiento del material fecal recolectado por separado. Sin embargo, es difícil lograr a pequeña escala un compostaje térmico con una degradación efectiva del material orgánico y temperaturas termofílicas. El contenido de humedad, la aireación y la relación C:N tienen que ser los apropiados para que el proceso siga su curso con suficiente aislamiento y/o abultamiento para permitir el incremento de temperatura. En los lineamientos de la OMS, se describe el compostaje en pilas de 10-50 m de longitud por 1,5-2 m de altura y 2-4 m de

ancho (OMS, 1989). Para compostar la orina es necesario añadir material voluminoso, como madera/astillas de la corteza, para permitir la aireación. Si se ha agregado cenizas o cal en la recolección primaria, es necesario añadir materiales ricos en energía como los desperdicios de la cocina y materiales ácidos para una buena composta. El secado o alcalinización del material no debe ser considerado como proceso de compostaje. Se conoce que el pH óptimo para el crecimiento de las bacterias y otros organismos de compostaje está en el rango de 6,0 a 8,0. Con los sistemas de alcalinización el pH alcanza valores de 9 o más, esto obstruye el proceso de compostaje, mientras que logra la meta de reducir los patógenos. Una mayor degradación de la materia orgánica ocurrirá cuando este sea aplicado al suelo (Ecosanres, 2016).

El compostaje a menor escala de la mezcla de heces y residuos de alimentos (incluyendo paja como un aditivo) puede funcionar como un proceso eficiente. En experimentos controlados de pequeños reactores de compostaje bien aislados la temperatura superó los 65°C, con márgenes de seguridad satisfactorios para la destrucción de patógenos (Vinneras, B; Niwagaba, C; Nyberg, K, 2008) El compostaje, en pruebas de laboratorios, solamente de heces y paja también dio como resultado temperaturas elevadas (50-55°C durante algunos días).

En la práctica, a nivel doméstico el compostaje de heces de los inodoros desviadores de orina puede ser cuestionable. En algunos experimentos se registró un aumento menor de temperatura, probablemente debido a un aislamiento insuficiente y a la adición de cenizas lo que resultó en una reducción de la degradación biológica y pérdidas de calor (Karlsson & Larsson, 2000).

Durante el compostaje los cambios del pH y una actividad biológica elevada afectarán la inactivación de los patógenos que es mucho más importante bajo condiciones mesofílicas. En un estudio realizado por, los desperdicios orgánicos de la vivienda mezclados con paja fueron compostados y produjeron una temperatura de 29-30°C y un pH entre 4,5 a 8,6. Los indicadores fecales *Escherichia coli* y *Enterococcus faecalis* se redujeron rápidamente con una reducción respectiva de 6 y 5 log<sub>10</sub> durante los primeros tres días (Holmqvist & Stenstrom, 2001).

#### **8.4. Sanitarios secos**

Un baño seco es aquel que utiliza un mínimo de agua o no para diluir y/o transportar los residuos de la evacuación (orina y/o heces) a compartimentos separados para el aprovechamiento de los residuos humanos y de esta manera favorecer la economía doméstica, ahorrando dinero, energía y agua. El sistema del baño seco se ha desarrollado mucho durante los últimos años y ha sido utilizado en países como Vietnam, China, Etiopía, Guatemala, El Salvador, México, Zimbabwe, Suiza, entre otros (Mnkeni, Cisneros, Phasha, & Austin, 2006).

Los equipos modernos se distinguen de los antiguos porque las heces no van directamente al suelo, lo que producía malos olores y riesgo de contaminación del subsuelo. En Suiza ya se lleva a cabo la separación y recolección de orina por medio de Antecedentes 23 sanitarios secos y se plantea que si toda la orina recolectada se aplicara al cultivo podría sustituir el 37% de N, 20% de P y 15% de K de los fertilizantes comerciales (Lienert, Haller, Berner, Staffaucher, & Larsen, 2003).

Existen variedad de modelos y marcas comerciales, con formas y diseños diferentes. Pueden ser, por ejemplo, baños secos para composteo parcial o completo, eléctricos o con separador de orina, pero también pueden ser contruidos por uno mismo (Guía de los baños secos, 2014)

Se ha demostrado que los sanitarios ecológicos son factibles económicamente y ambientalmente sustentables; sin embargo, los factores culturales dificultan su selección porque no se han estudiado con el detalle que el caso requiere (Nawab, Nyborg, Esser, & Jenssen, 2006).

## 8.5. Marco legal

**Tabla 4** Marco legal

Instrumento	Descripción	Documento
<b>Constitución Política de la República del Ecuador</b>	El Estado debe proteger el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable.	Decreto Legislativo 0 Registro Oficial 449 de 20-oct-2008 Última modificación: 13-jul-2011
<b>Código orgánico ambiental</b>	Constituye las normas más importantes del país en materia ambiental, en los cuales se regulan aquellos temas necesarios para una gestión ambiental adecuada.	Registro Oficial No. 983 Fecha publicación: 12/Abril/2017 LIBRO PRELIMINAR TITULO TITULO II Art: 4, 5, 7. CAPITULO II Art: 15 CAPITULO II DE LAS FACULTADES AMBIENTALES DE LOS GOBIERNOS AUTONOMOS DESCENTRALIZADOS Art 26, 27 y 28 inciso 3
<b>Texto Unificado de Legislación Secundaria, Medio Ambiente (TULAS)</b>	Establece políticas básicas ambientales del Ecuador	Decreto Ejecutivo N° 3516 Registro Oficial Edición Especial No. 2 Fecha publicación: 31/Marzo/2003 Última modificación: 29-mar.-2017
<b>Acuerdo ministerial 061</b>	Reforma del libro vi del texto unificado de legislación secundaria	Edición Especial N° 316 - Registro Oficial - Lunes 4 de mayo de 2015
<b>Acuerdo 97 – A</b>	Proteger la calidad del recurso agua para salvaguardar y preservar los usos asignados, la integridad de las personas, de los ecosistemas y sus interrelaciones.	Edición Especial N° 387 - Registro Oficial - 2015

<b>NTE INEN 2266</b>	Esta norma establece los requisitos y precauciones que se deben tener en cuenta para el transporte, almacenamiento y manejo de productos químicos peligrosos.	Para el propósito de esta norma se consideran las definiciones establecidas en las NTE INEN 439, 1838, 1898, 1913, 1927, 1972, 2078, 2168
<b>DESECHOS INEN</b>	Esta norma tiene por objetivo establecer los métodos y procedimientos para la determinación de las características de los desechos peligrosos y especiales y los lineamientos para su adecuada gestión en la jurisdicción del DMQ.	NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2266:2013 Segunda revisión

**Elaborado por:** Sisa. M

## **8.6. Descripción de línea base ambiental.**

La línea base ambiental contiene la descripción de los aspectos físicos, biológicos y socioeconómicos correspondientes al área de influencia del sitio en donde se desarrollarán las actividades complementarias del casco urbano de la ciudad de Latacunga.

### **8.6.1. Medio físico**

**8.6.1.1. Clima.** - La caracterización del clima del canto Latacunga se estableció con datos de estaciones meteorológicas en el periodo 2000-2009, por lo que este cantón tiene una temperatura anual de 14,1°C, una precipitación anual media de 66<sup>a</sup>,5 mm y su humedad anual media de 74,4%. Estos datos fueron obtenidos de la estación meteorológica Rumipamba-Salcedo, según los datos obtenidos la temperatura media anual refleja un valor mínimo de 13,6°C en el año 2000 y un valor máximo de 14,4°C, su precipitación anual indica un valor mínimo de 55,8mm.

Por otro lado, la estación meteorológica ubicada en el Aeropuerto de Latacunga refleja un valor anual mínimo de temperatura de 14.1 °C en el año 2006, una precipitación anual mínima de 365.1 mm en el año 2004 y un valor máximo de 720mm. En cuanto a la humedad

relativa arroja valores mínimos del 71% en el 2005 y un valor máximo del 76% en el año 2000.

**8.6.1.2. Zona Nival.** - Esta pertenece a los glaciares del volcán Cotopaxi con un área de 15073,94 Ha, y el 9,8% del territorio del cantón Latacunga.

**8.6.1.3. Temperatura.** - En el análisis de temperatura se realizó mediante la información obtenida en la estación meteorológica de la Dirección General de Aviación civil,

La temperatura promedio registrada en el año 2001 y 2014 es de 14,3°C con su mínima de 12,9 °C-(Tabla 4).

**Tabla 5** Registro Histórico de Temperatura

**REGISTRO HISTÓRICO DE TEMPERATURA MEDIA EN °C AEROPUERTO  
DE COTOPAXI LATACUNGA**

<b>AÑO</b>	<b>Prom</b>	<b>Mx. Ab</b>	<b>Mn.Ab</b>
<b>2011</b>	14,3	15,2	13,2
<b>2012</b>	14	15,2	13,2
<b>2013</b>	13,2	15,2	11,8
<b>2014</b>	12,9	13,2	1,18

**Fuente:** Dirección general de Aviación Civil 2015

**8.6.1.4. Vegetación.** - El área que rodea a estas localidades no tiene una vegetación permanente debido a que se ha destruido la vegetación nativa para lograr zonas cultivables, esto ha llevado a una alteración del medio ambiente.

**8.6.1.5. Ecología.** - Se encuentra en la formación ecológica bosque seco Montano Bajo (bs MB). Los componentes climáticos corresponden a una altitud que varía entre 2.200 a

3.000 m.s.n.m., con temperatura media anual que oscila entre 12 y 20° C y esta baja a la madrugada a 2 ó 4° C bajo cero lo que es un factor limitante para la agricultura.

**8.6.1.6. Hidrografía.** - El predio se encuentra en la microcuenca del río Salache – Isinche, que está incluida el área de drenaje natural de la subcuenca del río Cutuchi, que a su vez forma parte de la cuenca alta del río Pastaza. Esta área es parte de la cuenca del río Amazonas, vertiente del Océano Atlántico. A través de la brecha del Agoyán recibe esta zona, la influencia de las corrientes aéreas que caracterizan el amazónico.

**8.6.1.7. Suelos.** - Los suelos de esta área están formados por un enorme depósito de lahares, procedente del volcán Cotopaxi, integrado especialmente por bosques dentro de una matriz. Se caracteriza por ser suelos profundos, medios y superficiales; las texturas van de franco–areno y hasta franco–arcilloso. El pH varía de neutro a ligeramente alcalino. El contenido de materia orgánica va de bajo a medio.

**8.6.1.8. Flora.** - En la zona de vida que se encuentra corresponde a la zona de “bosque seco Montano - Bajo”, ya que en el sentido geográfico esta zona corresponde a las llanuras y barrancos secos del Callejón Interandino y está en la cota de 2.200 – 3.000 m.s.n.m., la isoterma es de los 12 grados centígrados, en el cual podemos encontrar las siguientes especies silvestres que constituyen el factor paisajístico.

**8.6.1.9. Tipo de cobertura vegetal.** - La mayoría de las plantas son xerofíticas las cuales se han adaptado a soportar condiciones de sequía prolongada, en estos casos las raíces, tallos, hojas y el ciclo reproductivo se pueden adaptar en varias formas.

**8.6.1.10. Importancia de la cobertura vegetal.** - La cobertura vegetal del sector está representada en su mayor parte por especies herbáceas y arbustivas, no teniendo las especies arbóreas debido al suelo árido. La poca vegetación que se encuentra presente, muchas de ellas propias del lugar conllevan a un aporte importante en la biodiversidad.

### **8.6.2. Medio socioeconómico y cultural.**

El cantón Latacunga en el centro de la zona andina del Ecuador tiene un nivel importante de desarrollo poblacional ya que anualmente se identifica un importante crecimiento poblacional, desde el año 1990 al año 2010 se un crecimiento del 1,88% y para el año 2014 con las proyecciones que se tiene es de 1,9% es decir 183446 habitantes de la población total del cantón, entre los datos urbanos y rurales.

El crecimiento poblacional de las parroquias rurales del cantón Latacunga de los años 2001 y 2010 según cifras que nos muestra el INEC se ve un porcentaje de crecimiento alto en la parroquia de Guaytacama, Tanicuchí y Pastocalle.

## **9. VALIDACIÓN DE LA PREGUNTA CIENTÍFICA**

¿El dispositivo propuesto es eficiente para el control de la contaminación por micción humana, al aire libre en el mercado cerrado Latacunga?

¿Los sitios de contaminación por orina en el casco urbano de la ciudad de Latacunga están identificados y definidos por parámetros técnicos?

¿Las recuperaciones de nutrientes a partir de los desechos de la micción humana pueden ser aplicados en el desarrollo de especies vegetales para jardinería y agricultura?

## **10. METODOLOGÍA**

### **10.1. Método Inductivo**

#### **10.1.1 Determinación de los espacios urbanos afectados por la contaminación con orina.**

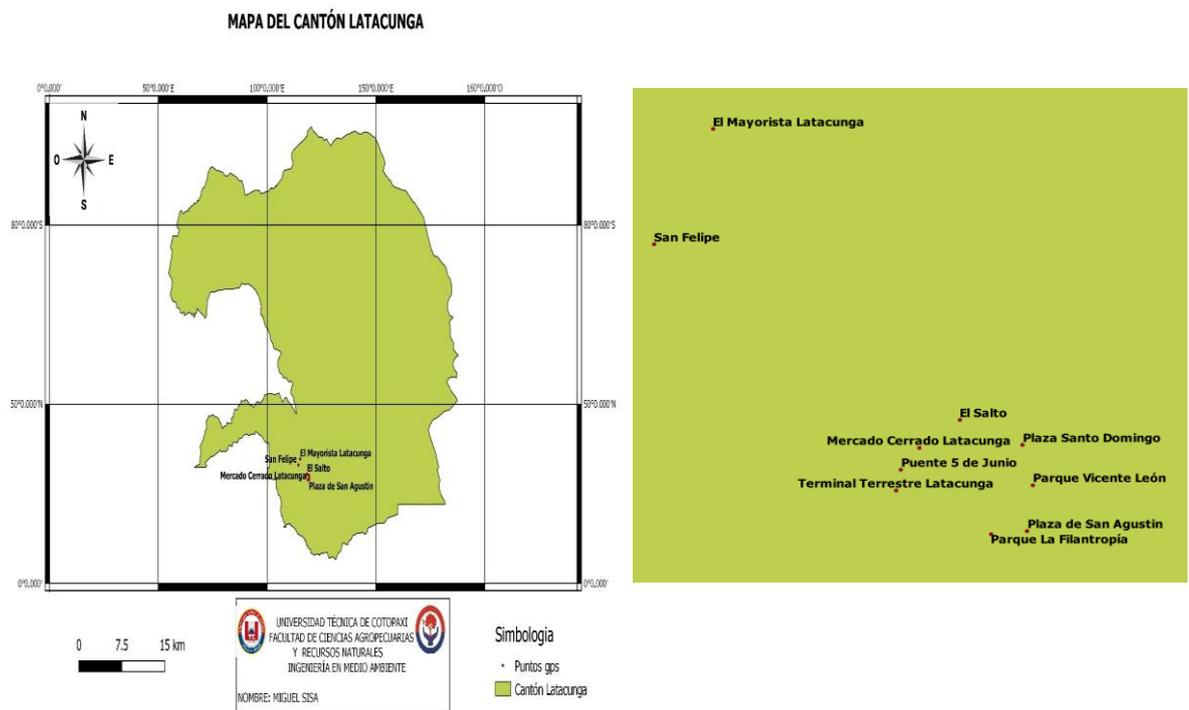
##### **a) Visita in situ de lugares de descarga de orina**

Para determinar los espacios con mayor afectación se recorrió las calles del casco urbano de la ciudad de Latacunga, identificando los puntos críticos en lo que se puedan aplicar un modelo de recuperación de nutrientes.

## b) Georreferenciación de puntos Gps

Con un Gps se tomó las coordenadas de las áreas identificadas para después georreferenciarlas, para esto se empleará el Datum, que mediante un conjunto de puntos de referencia en la superficie terrestre nos dará un modelo asociado de la forma del área de estudio como se muestra en la ilustración 1 (elipsoide de referencia).

**Ilustración 1.-** Mapa de puntos de afectación



**Elaborado por: Sisa. M**

## c) Análisis de datos.

Se proporcionó datos y parámetros para cada análisis, la herramienta utilizó las funciones macros estadísticas o técnicas correspondientes para realizar los cálculos y tabularlos. Algunas herramientas generan gráficos además de tablas de resultados.

Al calcular el número de entrevistas a realizarse se utilizó el método estadístico para determinar la muestra en universos grandes, se tomó en cuenta un error del 5% y una confiabilidad del 95%. En la tabulación de las entrevistas se las realizó en la hoja de cálculo Excel, reflejando los resultados en porcentajes con gráficos de los mismos.

Para la clasificación de lugares de mayor afectación se manejó una tabla de clasificación cuantitativa, evaluando la cantidad de personas que circulan por el área, si estos poseen un lugar para la disposición de orina y la cantidad de contaminante existente en el lugar.

## **10.2. Método empírico.**

### **10.2.1. Definición de un modelo de recuperación de nutrientes provenientes de la orina masculina.**

#### **a) Diseño de urinario recolector de la micción humana masculina**

Para diseñar el urinario se tomó en cuenta parámetros técnicos y modelos adecuados para su recolección y tratamiento, las cuales son adaptables a la realidad social del casco urbano de la ciudad de Latacunga.

El diseño examino parámetros técnicos como la cantidad de personas que podrían utilizar el baño recolector de orina, la edad de los mismos, estatura promedio, colores atractivos, carteles identificativos para su uso, capacidad de recolección, y el lugar de mayor afectación en el casco urbano.

El captador de orina tiene una capacidad de recolección de 70 L, el receptor de la micción cuenta con un ducto que transporta el líquido hacia el recipiente, en este se encuentra el sustrato de aserrín preparado para la captación, el sustrato funciona como una esponja que absorbe las propiedades de la orina y al ser un compuesto carbónico elimina el olor que este produce hasta en un 75%, el recipiente cuenta con una tapa selladora, además se cubre la tapa con una cinta aislante para evitar derrames. El recolector cuenta con varios afiches informativos sobre su uso. La colocación del mismo se realiza de una manera estratégica y de fácil acceso, al término del proceso (6 meses) se obtiene un total de 50kg de abono orgánico maduro que puede ser utilizado en especies vegetales por su alto contenido de Nitrógeno y fosforo.

**b) Elaboración de protocolo para la recolección y almacenamiento del abono de orina**

Se elaboró un protocolo de recolección y distribución del compost obtenido, se usó técnicas de asepsia para eliminar contaminaciones por microorganismos y evitar infecciones tanto por contacto, como por ingestión, o vías aéreas del personal encargado.

**c) Identificación de sustratos para la obtención de fertilizante**

Una vez planteado el modelo de recuperación de nutrientes de la micción se escogió los sustratos disponibles para la descomposición de la misma, promoviendo la proliferación de bacterias que descompongan la materia orgánica, esto se dio con ayuda de la especie de anélido, *Lumbricus terrestris* (Lombriz de tierra) para la obtención de coprolitos.

**10.3. Método de obtención de información****10.3.1. Identificación de los usos potenciales de los nutrientes recuperados.**

Examinando la elaboración del fertilizante, mediante criterios de expendedores de abonos y agroquímicos se analizará e identificará los potenciales usos de los mismos para emplearlos en el desarrollo de especies vegetales y la viabilidad del mismo.

## 11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 11.1. Espacios Urbanos afectados

#### 11.1.1 lugares de mayor afectación

Entre el puente 5 de junio y el mercado cerrado Latacunga específicamente en la parada de taxis, se identificó como el lugar de mayor afectación, debido al concentrado olor de orina que existe y los vestigios de la misma derramada por toda la acera del lugar (Ilustración 2).

**Ilustración 2** Mercado cerrado Latacunga



**Elaborado por:** Sisa. M

El parque la Filantropía cuenta con un servicio higiénico que funciona desde las 8:00 am hasta las 4:00 pm, aun así, en la parte trasera del mismo se observó contaminación por micción y eses humanas. La contaminación generada en este lugar se da por la noche donde no existe un lugar para la disposición de los residuos humanos (Ilustración 3).

### Ilustración 3 Parque la filantropía



Elaborado por: Sisa. M

#### 11.1.2. Toma de puntos GPS.

En el recorrido se identificó 10 puntos de afectación de contaminación de orina humana en el casco urbano de la ciudad de Latacunga, con ayuda del GPS se tomó las coordenadas geográficas, se procesó los datos establecidos y se realizó la tabla para la identificación de los mismos (Tabla 4).

**Tabla 6** Lugares de mayor afectación

PUNTO	LUGARES DE AFECTACIÓN	X	Y
1	Plaza de San Agustín	765410	9896457
2	Parque Vicente León	765437	9896710
3	Parque La Filantropía	765228	9896438
4	Plaza Santo Domingo	765387	9896930
5	Mercado Cerrado Latacunga	764874	9896915
6	El Salto	765075	9897067

7	El Mayorista Latacunga	763858	9898666
8	San Felipe	763568	9898032
9	Terminal Terrestre Latacunga	764761	9896680
10	Puente 5 de Junio	764787	9896794

**Elaborado por:** Sisa. M

## 11.2. Análisis de datos obtenidos

### 11.2.1. Datos poblacionales

La población parcial del casco urbano de la ciudad de Latacunga comprendidos entre los 19 a 58 año de edad es de 41,469 habitantes, dividido entre 20030 hombres y 21439 hombre (Tabla 5).

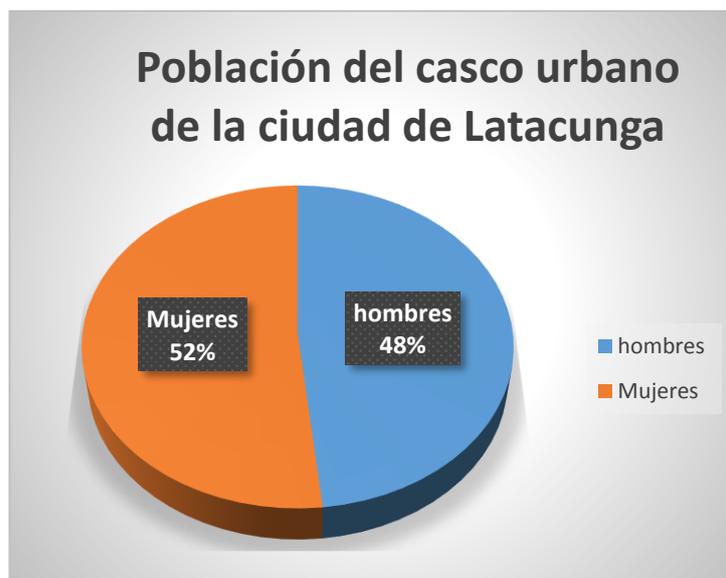
**Tabla 7** Población del casco urbano de Latacunga

Población en el casco URBANO	De 19 a 23 años	De 24 a 28 años	De 29 a 33 años	De 34 a 36 años	De 39 a 43 años	De 44 a 48 años	De 49 a 53 años	De 54 a 58 años	TOTAL	hombres	Mujeres
	5,977	6,276	6,210	5,715	4,961	4,652	4,074	3,604	<b>41,469</b>	20030	21439

**Fuente:** INEC

Según el censo realizado en el 2010 por el INEC en la actualidad el 52% de población del cantón Latacunga seria mujeres y un 48% serian hombres (Figura 4).

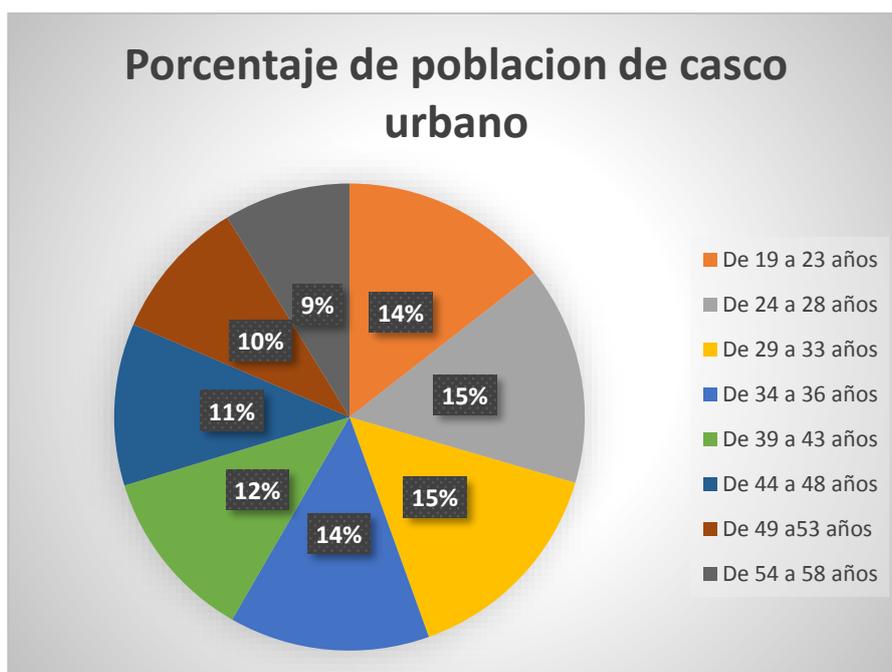
**Figura 4** Porcentaje de población en el cantón Latacunga



**Fuente:** INEC

Las personas de 24 a 33 años de edad son las que más residen en el casco urbano, por lo cual este cuenta con la mayoría de personas formadas y establecidas, mientras tanto con un 9% los individuos comprendidas entre los 54 y 58 años de edad son las que menos habitan (Figura 5).

**Figura 5** Porcentaje de población por edades en el cantón Latacunga

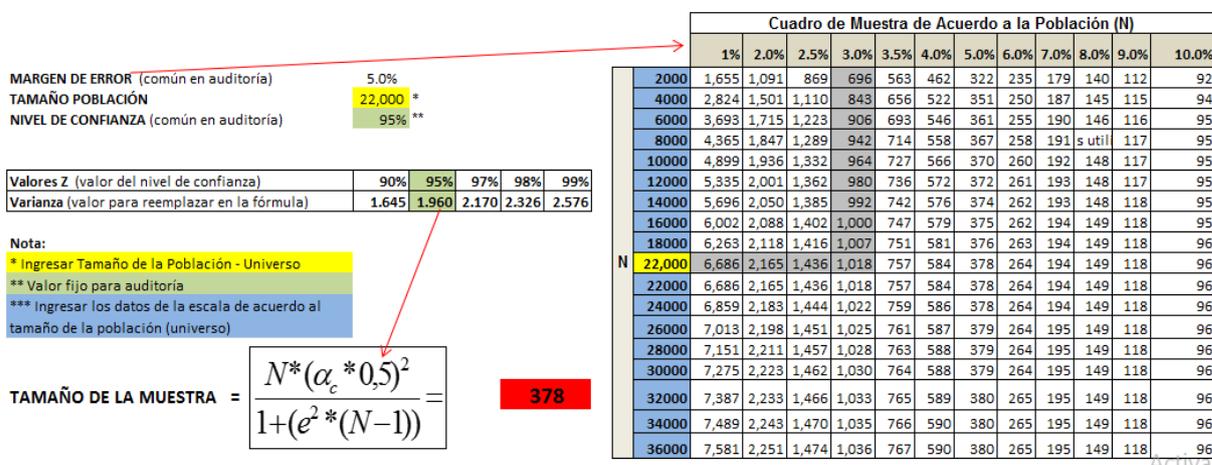


**Fuente:** INEC

### 11.2.2. Método estadístico

Mediante el método estadístico para la determinación de muestras en universos grandes, se estableció que el tamaño de la muestra es de 378 encuestados, con un 5% de margen de error y un nivel de confianza del 95%, esto se dio porque al realizar el cálculo la valoración utilizada fue recopilada en el censo del 2010 y se realizó una proyección a la actualidad sin contemplar el índice de mortalidad, la migración e inmigración de la ciudad.

**Figura 6** Método estadístico para determinar la muestra en universos grandes



**Fuente:** La contraloría de la república

### 11.2.3. Entrevista

En un total de 378 personas entrevistadas, el 62% reveló sentirse afectado por la contaminación de orina humana en el casco urbano de la ciudad de Latacunga, mientras tanto el 38% manifestó que no se ve afectado por este problema (Figura 7).

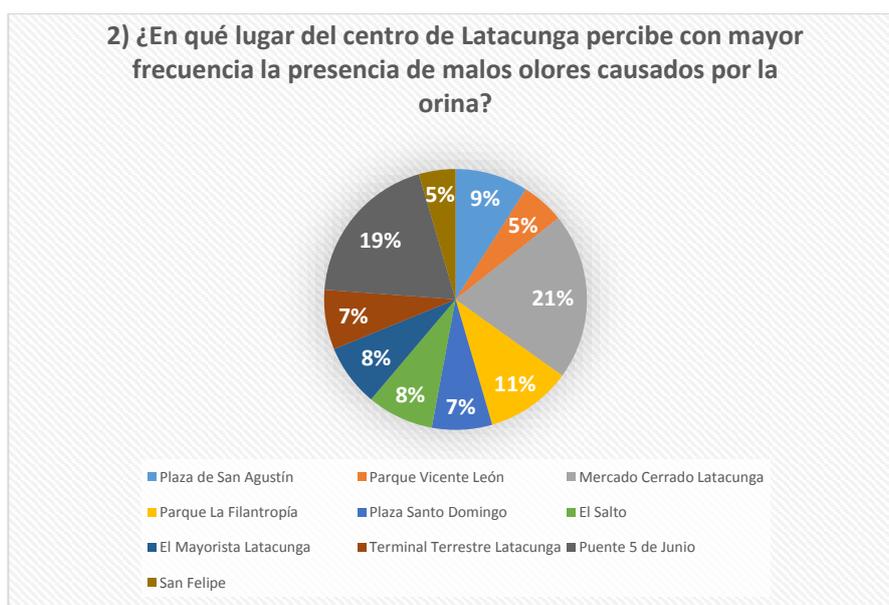
**Figura 7** Porcentaje de respuesta de la pregunta número 1 de la entrevista



**Elaborado por:** Sisa. M

El 21% de personas contestó que el lugar donde se percibe mayor frecuencia de malos olores es en los alrededores del mercado cerrado Latacunga, de igual manera un 19% de entrevistados afirmó que la misma molestia se presenta en el puente 5 de junio, siendo estos dos, los lugares con mayor afectación, mientras tanto el lugar de menor presencia de malos olores con un 5% es el parque Vicente León (Figura 8).

**Figura 8** Porcentaje de respuesta de la pregunta número 2 de la entrevista



**Elaborado por:** Sisa. M

De un total de 378 personas entrevistadas, el 47% afirmó que la causa del problema es la falta de baños en el casco urbano de la ciudad de Latacunga, el 33% asevero que la causa de la afección es los malos hábitos que existe en las personas que transitan por la ciudad y el 20% aseguro que molestia se debe a otros factores como la falta de interés y control de las autoridades (Figura 9).

**Figura 9** Porcentaje de respuesta de la pregunta número 3 de la entrevista



**Elaborado por:** Sisa. M

El 75% de los entrevistado indicó que nunca habían escuchado proyectos o temas referentes a saneamiento sostenible, por otro lado, el 25% contestó que habían escuchado términos o algo referente al saneamiento sostenible, la mayoría de personas que contestaron que si conocían este término eran personas que pertenecían al sector públicos (Figura 10).

**Figura 10** Porcentaje de respuesta de la pregunta número 4 de la entrevista



**Elaborado por:** Sisa. M

El 94% respondió que no conoce el termino baño ecológico o algún termino relacionado con las sostenibilidad o ecología, mientras tanto el 6% de entrevistado expreso conocer el termino baño ecológico (Figura 11).

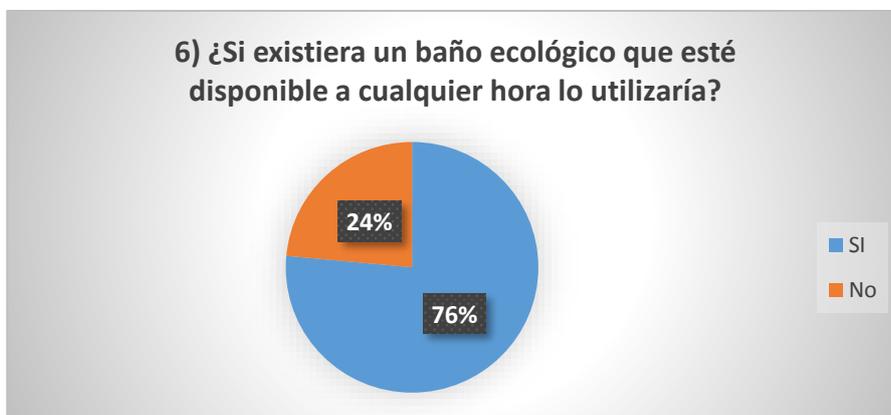
**Figura 11** Porcentaje de respuesta de la pregunta número 5 de la entrevista



**Elaborado por:** Sisa. M

El 76% de entrevistados indico que al existir un baño ecológico lo utilizarían ya que estos estarían disponibles a cualquier hora, además que aportarían a disminuir la contaminación por micción, el 24% de las personas manifestó que no utilizarían este tipo de artefacto ya que no conocen nada referente a sanidad sostenible o proyectos ecológicos (Figura 12).

**Figura 12** Porcentaje de respuesta de la pregunta número 6 de la entrevista



**Elaborado por:** Sisa M

Al ayudar al ambiente el 76% manifestó que su reacción al visualizar a personas utilizando este tipo de baños ecológicos reaccionaría de una manera positiva, mientras tanto el 28% de los mismo dijo que al no ver ese tipo de tecnologías con frecuencia tendrían una reacción negativa (Figura 13).

**Figura 13** Porcentaje de respuesta de la pregunta número 7 de la entrevista



**Elaborado por:** Sisa M

### 11.3. Clasificación de lugares según su afectación

Tomando en cuenta la cantidad de personas, la ubicación de servicios higiénicos y la importancia del lugar se clasificó cada uno de los lugares que presentaban este problema, donde 3 es afectación crítica, 2 es media y 1 leve (Tabla 7). El mercado cerrado Latacunga y el puente 5 de junio son los lugares con mayor deposición de micción Humana (Tabla 8).

**Tabla 8** Valor de afectación

Afectación	Valor	Sumatoria de afectación	Suma de valores
<b>LEVE</b>	1	Afectación leve	3
<b>MEDIA</b>	2	Afectación media	6
<b>CRITICA</b>	3	Afectación crítica	9

**Elaborado por:** Sisa M

**Tabla 9** Identificación de puntos de mayor afectación

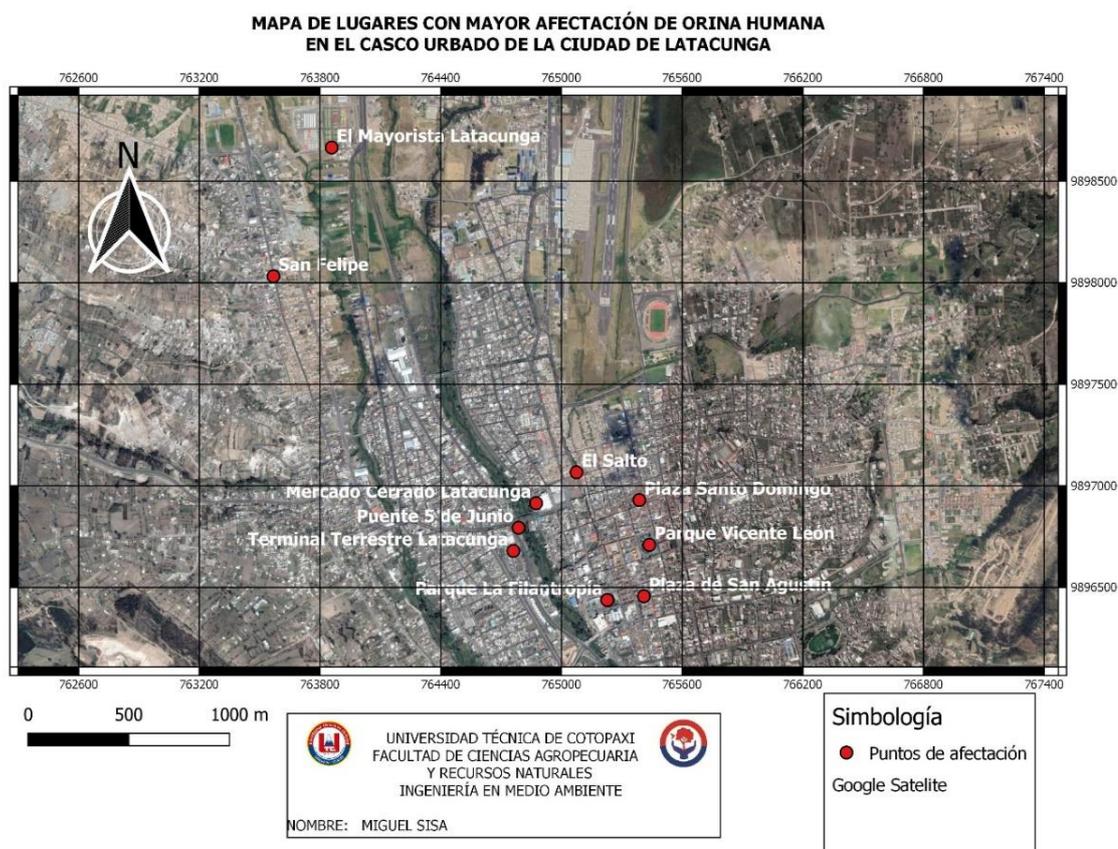
PUNTO	LUGARES DE AFECTACIÓN	UBICACIÓN	IMPORTANCIA	CANTIDAD DE CONTAMINACIÓN	TOTAL
<b>1</b>	Plaza de San Agustín	2	2	2	4
<b>2</b>	Parque Vicente León	2	3	1	6
<b>3</b>	Parque La Filantropía	2	2	3	7
<b>4</b>	Plaza Santo Domingo	2	3	2	7
<b>5</b>	Mercado Cerrado Latacunga	3	3	3	9
<b>6</b>	El Salto	2	2	2	6
<b>7</b>	El Mayorista Latacunga	2	2	2	6
<b>8</b>	San Felipe	2	3	2	7
<b>9</b>	Terminal Terrestre Latacunga	2	2	2	6
<b>10</b>	Puente 5 de Junio	3	3	3	9

**Elaborado por:** Sisa. M

#### 11.4. Mapa de puntos de afectación.

En la imagen satelital se puede apreciar la ubicación de los 10 puntos de mayor afección comprendidos en el casco urbano de la ciudad de Latacunga (Ilustración 4).

**Ilustración 4** Mapa de lugares de afectación de la orina humana en el casco urbano de la ciudad de Latacunga



**Elaborado por: Sisa M**

#### 11.5. Modelo de recuperación de nutrientes.

##### 11.5.1. Antropometría

La estatura promedio de los ecuatorianos es de 1,64 -1,67 metros de altura para los hombres y 1,52-1,54 metros en el caso de las mujeres, esto ayuda a definir especificaciones técnicas como alto y ancho del artefacto.

### 11.5.2. Armazón del baño ecológico para la recolección de orina

Para la fabricación del recolector de orina humana masculina se utilizó los materiales identificados en la tabla anterior (Tabla 10).

**Tabla 10** Materiales para la elaboración del baño ecológico portátil

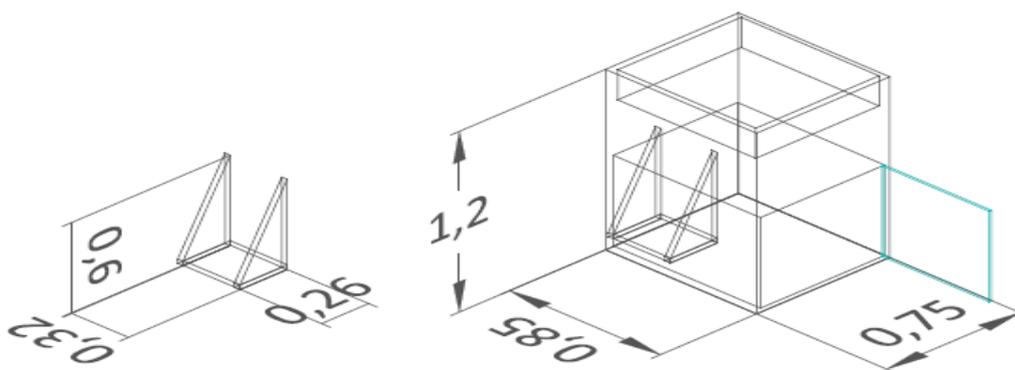
<b>MATERIALES</b>		
<b>ARTICULO</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>
Angulo de acero	Angulo 25*3-1*1/8	3
Tol de acero galvanizado	Tol negro 0,45 mm	1.5
Barrilla de suelda	Aporte 6011	1 libra
Tijera	Tijera para cortar tol	1
Taladro	Taladro percutor	1
Soldadora	Soldadora Normal	1
Remachadora	Insertado de Sujetadores	
Sujetadores	Caja de sujetadores de aluminio	1
Amoladora	Amoladora Angular	1
Masilla plástica	Reparador de superficies metálicas	1
Endurecedor	Endurecedor de masilla	1
Hss laminada	Broca para taladro	2
Cerradura	Cerradura simple	1
Compresor	Compresor de pintura	1
Tarro de pintura	Dos tarros de pintura de un litro roja y azul	2
Manguera	Manguera de desfogue	1

**Elaborado por: Sisa. M**

Mediante Angulo de acero y puntos de suelda se formó la estructura del baño ecológico portátil, para evitar la filtración de agua u orina se utilizó la masilla plástica y el endurecedor de masilla, el recolector tiene una altura de 1,2 m, un ancho de 0,85 m en la parte frontal y un ancho de 0,75 m en la parte lateral, en el segmento superior cuenta con

un masetero de 0,20 m de profundidad para la siembra de distintas plantas que aprovecharan el abono orgánico generado. El respaldo para la recepción de orina tiene una altura de 0,60 m de altura y está ubicado en el centro del artefacto (Ilustración 5).

**Ilustración 5** Armazón del Baño ecológico portátil

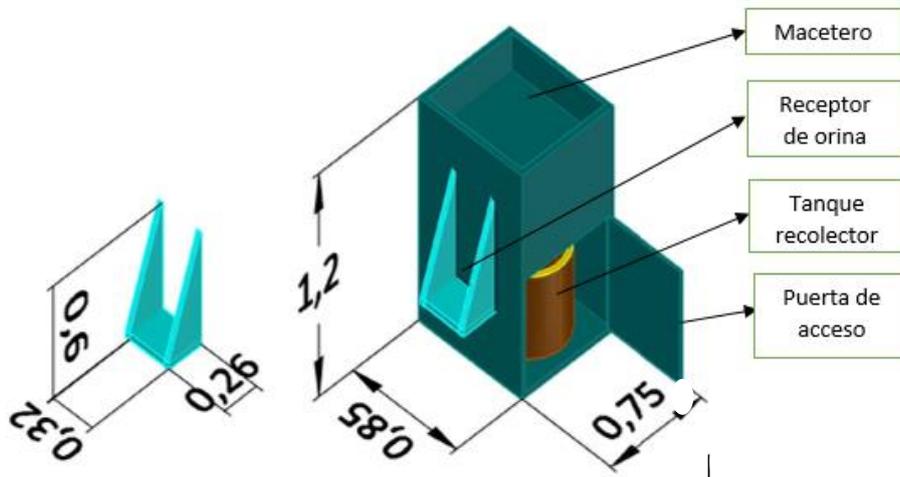


**Elaborado por:** Sisa. M

### 11.5.3. Revestimiento del Baño ecológico portátil

El revestido se realizó con un tol y medio de acero galvanizado, al costado derecho se dejó una puerta asegurada con una cerradura simple para el fácil acceso al sustrato, el tanque encargado de la recolección de orina y almacenaje del sustrato tiene una capacidad de 100 litros, el mismo que alberga 4,6 kilogramos de aserrín.

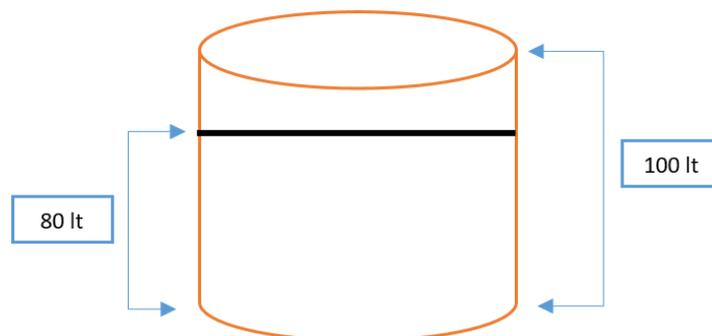
**Ilustración 6** Baño portátil revestido



**Elaborado por:** Sisa. M

El tanque de almacenamiento del sustrato aserrín orina humana tiene una capacidad de 100 litros como se indica en la ilustración 7, la orina debe alcanzar un 70%-80% de la capacidad total del tanque, es indispensable llenar el tanque con el aditivo escogido, la cascarilla de arroz es muy útil para este tipo de proyectos ya que absorbe la orina y elimina su olor en un 85%.

**Ilustración 7** Tanque de almacenamiento de orina y aserrín



**Elaborado por:** Sisa. M

#### 11.5.4. Recubrimiento con pintura del Baño ecológico portátil

Mediante un compresor y pintura de dos colores se recubrió la capa de tol para evitar la oxidación del mismo, en la parte interior se colocó una manera de desfogue para la conducción de la orina hacia el recipiente recolector.

**Ilustración 8** Recubrimiento del baño ecológico



**Elaborado por:** Sisa. M

### 11.6. Protocolo de recolección, transporte y almacenamiento

#### 11.6.1. Protocolo de recolección

El procedimiento para la recolección del sustrato de orina es el siguiente:

- Usar los EPP correspondientes para el manejo de desechos comunes.
- Abrir la puerta del urinario y verificar que la orina recolectada se encuentre en la marca señalada.
- Limpiar la tubería que conduce la orina con agua.
- Tapar el recipiente recolector del sustrato para su correcta transportación, verificando que esté completamente sellado.
- Limpiar el lugar de deposición de orina con desinfectantes.
- Al momento de sustraer el contenedor se debe poner un recipiente de igual volumen con el aditivo escogido, este puede ser aserrín o cascarilla de arroz.

### **11.6.2. Protocolo de Transporte y almacenamiento**

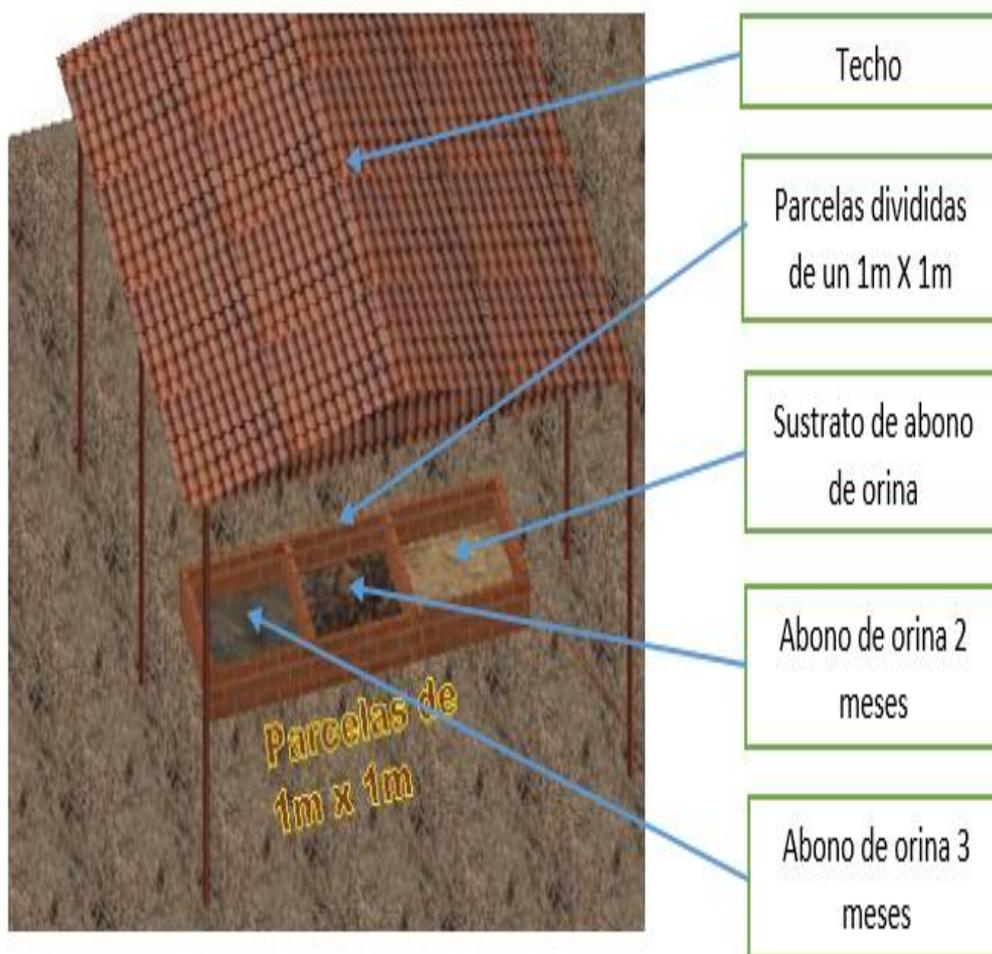
El procedimiento para el Transporte y almacenamiento del sustrato de orina es el siguiente:

- Verificar que el contenedor este completamente sellado y no existan fugas del contaminante.
- En el vehículo en el que se vaya transportar el recipiente lleno del sustrato, fijar la base del recipiente de manera correcta, evitar movimientos bruscos y derrames del líquido.
- Si en algún caso el sustrato llegara a derramarse, lavar con detergente el área del derrame, utilizar el EPP en todo momento, evitar el contacto directo con el contaminante.
- Si la persona se viera afectada por la orina, lavar la parte afectada con jabón y liquido desinfectante.
- Antes de depositar el sustrato, acondicionar el lugar, dividir el terreno en tres parcelas, poner una parte de tierra, mezclar el sustrato con la tierra hasta que estos se combinen.
- Mantener el lugar de almacenamiento del abono orgánico fresco, húmedo y fuera del alcance de personas vulnerables.

### **11.7. Descomposición des sustrato**

En un área de 3m de largo y 3m de ancho se divide tres parcelas para el almacenamiento y proceso de descomposición del abono orgánico, sobre esta debe estar un techo que cubra en totalidad el largo y ancho de las parcelas, con esto se facilitara la conservación de la humedad necesaria que agilizara el proceso de descomposición. Con la colocación del techo se evitará que el compuesto se seque y con ayuda del viento se tenga partículas volátiles que puedan afectar a las personas cercanas al lugar de almacenamiento (Ilustración 9).

**Ilustración 9** Lugar de almacenamiento del abono de orina



**Elaborado por:** Sisa. M

En el momento que llega los componentes aserrín-orina se compacta con una parte tierra (10kg) hasta que estos se mezclen en su totalidad, el lugar donde se convertirá en abono orgánico debe mantenerse húmedo y aislado. Para mantener la humedad del sustrato es necesario regar 2 litros de agua por semana (Ilustración 10).

**Ilustración 10** Combinación de sustratos

**Elaborado por:** Sisa. M

Al transcurso de 1 a 2 meses tenemos indicios de descomposición de la materia orgánica, una compactación total de la mezcla sustrato- tierra, tiene un color café claro, con una alta cantidad de humedad y no se percibe olor alguno de orina (Ilustración 11).

**Ilustración 11** Abono orgánico-1 mes

**Elaborado por:** Sisa. M

En 3 meses se obtiene un abono orgánico tierno en descomposición, para acelerar la podredumbre del compuesto se puede agregar *Lumbricus terrestris* (Lombriz de tierra), es necesario agregar las lombrices una vez transcurrida los 3 meses para que estas puedan desarrollarse normalmente (Ilustración 12).

**Ilustración 12** Abono orgánico tierno

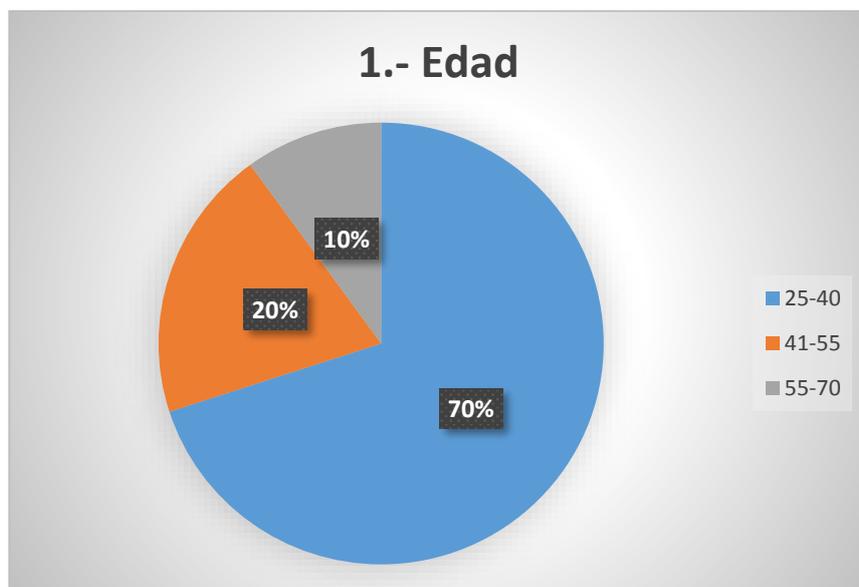


**Elaborado por:** Sisa. M

## **11.8. Usos potenciales de los nutrientes recuperados**

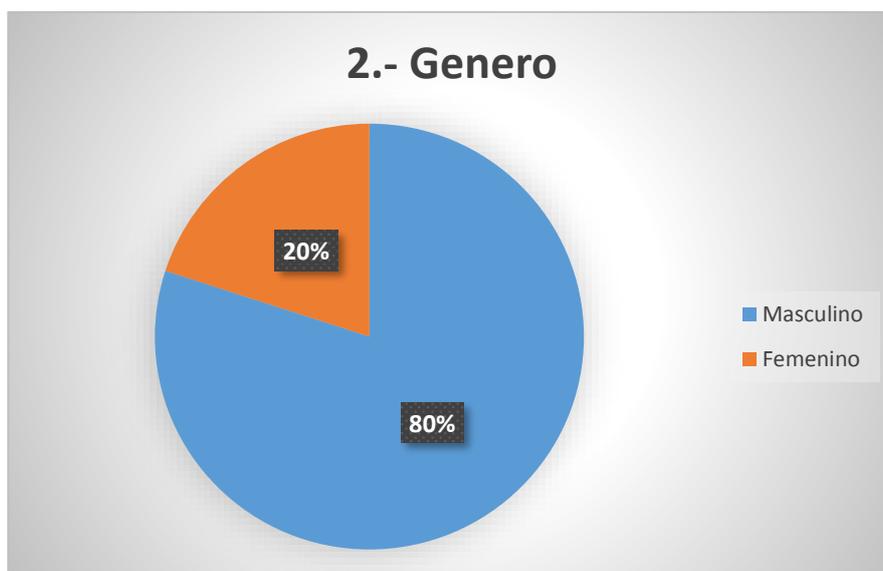
### **11.8.1. Entrevistas sobre usos potenciales del abono orgánico de orina**

El 70 % de entrevistados oscilaba entre los 25 y 40 años de edad, mientras que el 20% y 10% estaban entre los 41 a 70 años (Figura 14).

**Figura 14** Porcentaje de edad de entrevistados

Elaborado por: Sisa. M

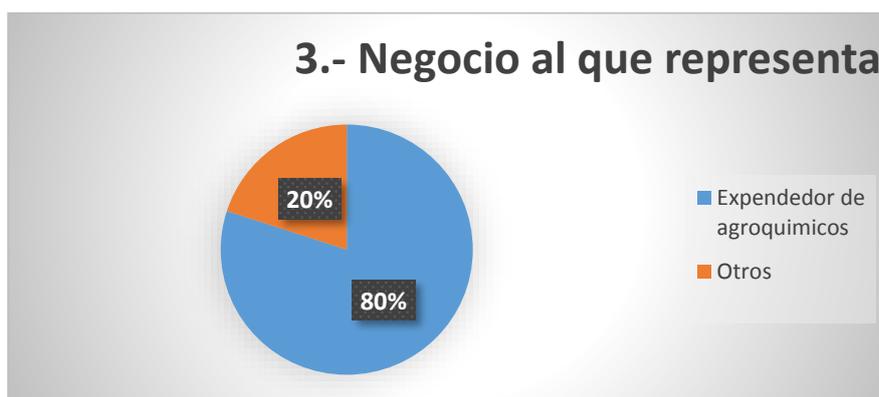
El 80% de consultados eran de género masculino, mientras tanto el 20% era de género femenino, es decir la mayoría de encargados de expender agroquímicos son hombres (Figura 15).

**Figura 15** Genero

Elaborado por: Sisa. M

La mayoría de encuestados son aquellas personas que expenden o están relacionados con la venta de productos agroquímicos, el 80% aseguraron tener una relación directa con productos químicos, el 20% son personas que usan productos químicos en sus cultivos (Figura 16).

**Figura 16** Negocio al que representan



**Elaborado por:** Sisa. M

El 50% de representantes de venta de agroquímicos manifestó que trabajan con abonos orgánicos certificados, los mismos que son vendidos y recomendados a los clientes con indicaciones para su uso (Figura 17).

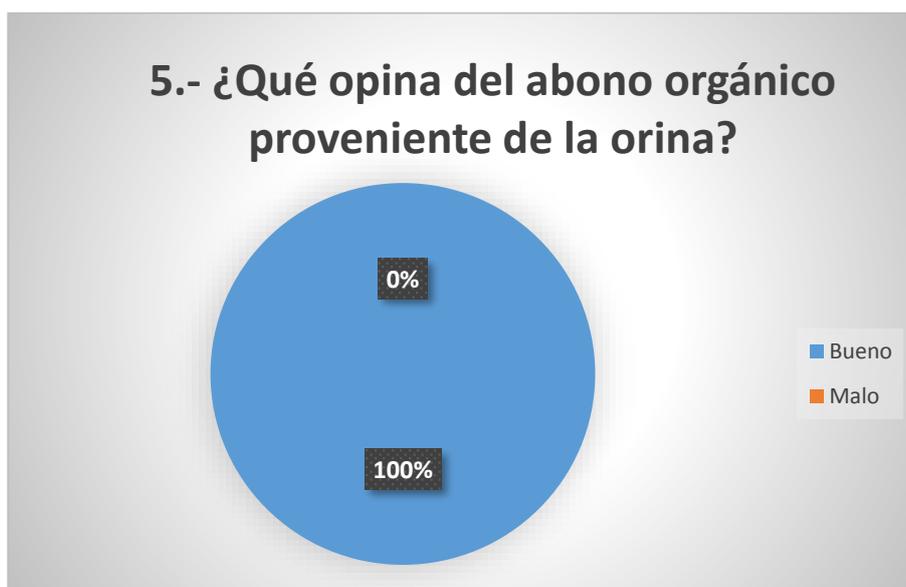
**Figura 17** Porcentaje de expendedores de abonos orgánicos



**Elaborado por:** Sisa. M

El 100% de entrevistados mostro interés y elogio este tipo de investigaciones, siendo un impacto positivo para la sociedad donde no solo se elimina la contaminación, también se obtiene un abono orgánico ecológico que ayude a la resiliencia de la naturaleza (Figura 18).

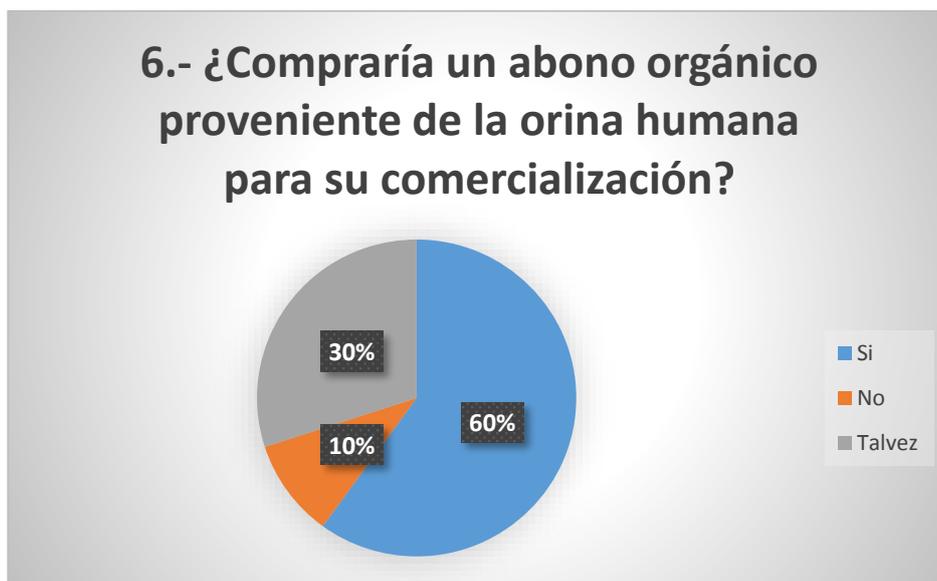
**Figura 18** Opinión sobre el abono orgánico proveniente de la orina



**Elaborado por:** Sisa. M

El 60% de personas entrevistada afirmo que compraría abono orgánico de orina para su distribución, mientras que el 30% manifestó que no compraría abono orgánico de ningún tipo debido a que trabajan por años con productos químicos y es su principal fuente de ingreso, mientras tanto el 10% expreso que es necesario certifica los nutrientes recuperados para considerarlos expenderlos en su actividad económica (Figura 19).

**Figura 19** Viabilidad del abono orgánico



**Elaborado por:** Sisa. M

### **11.8.2. Usos de fertilizante en plantas.**

### **11.9. Discusión**

El 95% de la micción humana es agua y el 5% restante son sales minerales y colorantes vegetales, estos están perfectamente balanceados y contemplados como un fertilizante barato, eficaz y abundante. Este tipo de fertilizantes orgánicos mejora los suelos y cultivos agrícolas (Salazar, 2011)

Por cada litro de orina recolectado se puede obtener de 3 a 7 g de nitrógeno (N), los otros nutrientes recuperados como el fósforo (P) viene en menor cantidad (Richert, 2011)

El tratamiento sugerido para la obtención de un fertilizante de alta calidad y de uso potencial en la jardinería y agricultura es el almacenamiento del mismo por varios meses y utilizar aditivos que ayuden a inactivar los agentes patógenos y la descomposición se de manera acelerada (Shrestha, 2013).

La comercialización de orina según un estudio realizado por la GTZ arrojó los siguientes resultados (Schroeder, 2010):

El sistema diseñado proyectará ganancias según su tamaño.

Los factores como el transporte, distancia, tiempo de vida útil, precios de combustible y nutrientes en el mercado.

El abono orgánico obtenido debe ser competitivo en termino de nutrientes en relación con los abonos químico.

El conocimiento de las personas sobre sistemas sostenibles ayudara a aumentar la aplicación de sistemas propuestos.

## 12. IMPACTOS.

**12.1. Ambientales.** – Dentro de los impactos generados en la colocación de recolector de micción humana en la presente investigación se encontró un impacto positivo, este se generó mediante la disminución de malos olores, reducción en la disposición de orina en el lugar De mayor afectación.

**12.2. Económicos.** – El dispositivo empleado para la recolección de micción humana tiene un costo accesible y con mayor tiempo de vida útil en comparación a los sistemas convencionales. El tratamiento para la obtención de un fertilizante es económico y rápido.

**12.3. Sociales.** – En el desarrollo del proyecto se observó un impacto visual generado por artefacto y sobre todo la falta de interés de las personas para cuidar los equipos de recolección.

## 13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

**Tabla 11 Listado de materiales**

<u>Recursos</u>	<u>Detalles</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Valor Unitario</u>	<u>total</u>
Humano	Personal	1	50.00	50.00

Oficina	Libreta	1	1.00	1.00
	Lápiz	2	0.50	1.00
	Esferos	2	0.75	1.50
	Hojas	100	0.05	0.50
	Impresiones	500	0.10	50.00
	Carpetas	2	0.75	1.50
Tecnológico	Cámara Fotográfica	1	119.00	119.00
	Gps	1	245.00	245.00
	Flash memory	1	15.00	15.00
	Alquiler de equipos eléctricos	5	50	250
materiales	Placas metálicas	5	60.00	300.00
	Sierra eléctrica	1	120.00	120.00
	Guantes de caucho	1 caja	4.00	4.00
	Botas de caucho	1 par	12.00	12.00
	Overol	1	26.00	52.00
	Mascarillas Protectoras	1 caja	8.00	8.00
Otros	Insumos	1	100.00	100.00
	Alimentación	40	3.00	120.00
	Transporte	30	0.30	9.00
			<b>SUB TOTAL</b>	1193.00
			<b>10%</b>	119.3
			<b>IMPUESTOS</b>	
			<b>TOTAL</b>	1636

Elaborado por: M. Sisa

## 14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 14.1 Conclusiones

- Se planteó una alternativa para la recuperación de nutrientes provenientes de la micción humana a partir de la implementación de baños ecológicos, en los cuales se puede recolectar la orina para utilizarla posteriormente en la elaboración de abono orgánico y de esa manera reducir la afectación por contaminación en espacios públicos y patrimoniales de la ciudad de Latacunga. El abono obtenido se podrá utilizar en parques y jardines de la ciudad, dándonos un sistema sostenible del uso y tratamiento de la orina humana.
- Se identificaron diez lugares donde potencialmente se registra el mayor grado de afectación a sitios patrimoniales de la ciudad, se priorizo los espacios públicos y las zonas de importancia histórica, la caracterización se realizó en función de entrevistas, mismas que se aplicaron contemplando el grado de inconformidad de los moradores del sector. Para seleccionar el lugar de mayor presencia de contamine se tomó en cuenta la cantidad de personas que transitan por el área de estudio, disponibilidad de servicios higiénicos e importancia de la utilización del lugar.
- El modelo de recolección de orina fue diseñado considerando la antropometría de las personas, la cantidad de individuos que lo puedan utilizar y considerando estrategias que disminuyan la contaminación visual que genera el artefacto. El captador de orina tiene una capacidad de recolección de 70 L, el receptor de la micción cuenta con un ducto que transporta el líquido hacia el recipiente, en este se encuentra el sustrato de aserrín preparado para la captación, el sustrato funciona como una esponja que absorbe las propiedades de la orina y al ser un compuesto carbónico elimina el olor que este produce hasta en un 75%, el recipiente cuenta con una tapa selladora, además se cubre la tapa con una cinta aislante para evitar derrames.
- Al transcurso de 3 meses se obtuvo un abono tierno, por lo tanto, para la identificación de usos potenciales del abono orgánico se consideró el estrato de comercializadores de abonos orgánico, dentro de este estrato que se ha tomado en cuenta la experiencia técnica, la experiencia de ventas, consumo directo y desde una visión estratifican se ha considerado que la confiabilidad del producto obtenido es del 70%.

## **14.2. Recomendaciones**

- En futuras investigaciones relacionadas a sanidad sostenible o baños ecológicos considerar realizar entrevistas ya que, al entablar una conversación con el entrevistado, este presentara mayor confianza y brindara respuestas veraces de la situación actual del lugar.
- Para obtener mayor cantidad de orina se debe realizar una campaña informativa del uso y beneficios del proyecto en el área de estudio.
- Considerar el apoyo de autoridades gubernamentales y establecer un compromiso de ayuda en la fijación y cuidado del artefacto, para evitar daños y perjuicios al mismo.
- Contemplar el tiempo necesario para la obtención de un abono maduro.
- Realizar análisis de nutrientes recuperado y certificar la calidad del abono de orina.

## 15. BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado Granados , A. R. (2012). *Experiencia en el Tratamiento de aguas residuales*. Mexico: Universidad Autónoma de Mexico.
- Ambiente, S. d. (2010). *Diagnóstico Ecosistémico en el lenguaje ciudadano*. Mexico.
- Boffil, S., & Otros. (2009). Desarrollo local Sostenible a partir del Manejo Integrado en el Parque Nacional Caguanes de Yaguajay. *Desarrollo Local Sostenible*, 04.
- Calvert, P. (2012). *Dry sanation in kerala*. Stockholm, Sweden: Abstracts from the 9th Stockholm Water Symposium.
- Castillo, L. (2012). *Sanitario ecológico seco. Manual de diseño, construcción, uso y*. Obtenido de <http://www.zoomzap.com/manual/SES/68-esp.php>.
- Dickson. (1980). *Química enfoque ecológico*. Limusa S.A.
- Ecosanres. (2016). Obtenido de [http://www.ecosanres.org/pdf\\_files/Uso\\_Orina\\_Heces\\_Ecosan\\_2004-1.pdf](http://www.ecosanres.org/pdf_files/Uso_Orina_Heces_Ecosan_2004-1.pdf)
- Esrey, S., Gough , J., Raport, D., & Sawyer, R. (1998). *Ecological Sanation*. Stockholm, Sweden: Swedish International Development Cooperation Agency.
- Feria de la ciencia* . (2018). Obtenido de [https://www.feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria18/CT\\_L\\_IE%20La\\_orina\\_como\\_fertilizante.pdf](https://www.feriadelasciencias.unam.mx/antiores/feria18/CT_L_IE%20La_orina_como_fertilizante.pdf)
- Ganrot, Z. (2005). *Urine procesing for efficient nutrient recovery and reuse in agriculture (PhD thesis)*. Sweden. Göteborg University. Faculty of Science. .
- Garcia, T., & Rodrigez, M. (2005). Diseño construcción y evaluación preliminar de un humedal de flujo subsuperficial. *Revista de ingenierias*, 11.
- Ghiglietti, R., Genchi, C., Di Matteo, L., & Calcaterra, E. a. (1997). *Survival of Ascaris summ eggs in ammonial*. Bioresource Technology.
- Guía de los baños secos*. (2014). Obtenido de [http://www.drytoilet.org/pdf/guide\\_esp.pdf](http://www.drytoilet.org/pdf/guide_esp.pdf).

- Gutierrez, C. G. ( 2015). Obtenido de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Havana/pdf/Cap3.pdf>
- Höglund, C; Ashbolt, N; Stenström, T; Svensson, L. (2002.). *Viral persistence in source-separated human urine* (Vol. 6). Advances in Environmental Research.
- Holmqvist, A., & Stenstrom, T. A. (2001). *'Survival of Ascaris suum ova, indicator bacteria and Salmonella typhimurium phage 28B in mesophilic composting of household waste*. Nanning, China.
- Jenkins, M., Bowman, D., & Ghiorse, W. (1998). *Inactivation of Cryptosporidium parvum oocysts by ammonia*. Applied and Environmental Microbiology.
- Jönsson, H., Stintzing, A., Vinnerås, B., & Salomon, E. (2004). *Lineamientos para el uso de la orina y heces en la producción de cultivos*. Stockholm Environment Institute: Serie de publicaciones de Ecosan.
- Karak , T., & Bhattacharyya , P. (2011). *Human urine as a source of alternative natural fertilizer in agriculture: A flight of fancy or an achievable reality*. Resources, conservation and Recycling.
- Karak, T., & Bhattacharyya, P. (2011). *Human urine as a source of alternative natural fertilizer in agriculture* (Vol. 55).
- Karlsson, J., & Larsson, M. (2000). *Composting of latrine products in Addis Ababa*. Lulea, Sweden: Ethiopia.
- Kirchmann, H; Petterson, S. (1995). *Human urine – chemical composition and fertilizer use* (Vol. 40).
- Larsen , T., & Gujer , W. (1996). *Separate management of anthropogenic nutrient solutions*. Water Science and Technology.
- Lienert, J., Haller, M., Berner, A., Staffaucher, M., & Larsen, T. ( 2003). *How farmers in Switzerland perceive fertilizers from recycled antropogenic nutrients (human urine)*.
- Llagas, W., & Gómez, E. (2006). Diseño de humedales artificiales par para el tratamiento de aguas residuales en la UNMSM. *Revista del Instituto de Investigación*, 17:12.

- Mnkeni, P., Cisneros, B., Phasha, M., & Austin, L. (2006). *Use of human excreta from urine – diversion toilets in food gardens*.
- Morgan, P. (1999). *Ecological sanitation in Zimbabwe*. Harere, Zimbabwe: A compilation of manuals and experiences.
- Muñoz, G. (2008). Obtenido de :<http://ecoportal.net>
- Nawab, B., Nyborg, Esser, K., & Jenssen, P. (2006). *Cultural preferences in designing ecological sanitation systems in North West Frontier Province*. Pakistan.
- Niwagaba , C. (2007). *Human excreta treatment technologies – prerequisites, constraints and performance*. Obtenido de [http://dissepilson.slu.se/archive/00001644/01/Niwagaba\\_Lic.pdf](http://dissepilson.slu.se/archive/00001644/01/Niwagaba_Lic.pdf)
- Pinsem, W., & Vinneras, B. (2003). *Composting with human urine*. Lubeck, Alemania: Proceedings from the 2 nd International Symposium on Ecological Sanitation.
- Pradhan S. (2009). *Sanidad sostenible* .
- Pradhan, S., Heinonen, & Tanski, H. (2009). *Stored human urine supplemented with wood ash as fertilizer in tomato (Solanum lycopersicum) cultivation and its impacts on fruit yield and quantity*. *J. Agric. Food. Chem* ( 7612 - 7617 ed.).
- Richert, A. G.-A. (2011). *Guía práctica de uso de la orina en producción Agrícola*. Stockholm , Sweden: EcoSanRes Programme.
- Rosemarin, A. (2010). *EcoSanRes – a Swedish international ecosan programme*.
- Salazar, G. (2011). *Manual de uso y mantenimiento del baño ecológico*. La Paz, Bolivia.
- Schroeder, E. (2010). *Marketing human excreta, a study of possible ways to dispose of urine and faeces from slum settlements in Kampala, Uganda*. GTZ. Eschoborn, Germany.
- Shrestha, D. S. (2013). *Use of compost supplemented human urine in sweet pepper (Capsicum annuum L.) Production*. Scientia Horticulturae.
- Sopena, R. (2012). *Diccionario ilustrado de la lengua*. Ramon Sopena S.A Tomo siete.
- Thompson, L., & Troeh, F. (1998). *Los suelos y su fertilidad* (Vol. 4). Reverté .

UNAM. ( 2015). Obtenido de

[https://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria18/CT\\_L\\_IE%20La\\_orina\\_como\\_fertilizante.pdf](https://www.feriadelasciencias.unam.mx/anteriores/feria18/CT_L_IE%20La_orina_como_fertilizante.pdf)

Vinneras, B., & Jonsson, H. (2003). *Thermal composting of fecal matter as treatment and possible disinfection method*. Bioresource: Laboratory-scale studies.

Vinneras, B; Niwagaba, C; Nyberg, K. (2008). *Inactivation of bacteria and viruses in human urine depending on temperature and dilution rate*.

Winbland U, S. –H. (2004). Ecological sanitation . En S. –H. Winbland U, *Ecological sanitation* . Estocolmo: revised and enlarge edition.

## 16. ANEXOS



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

## *AVAL DE TRADUCCIÓN*

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por el señor Egresado de la Carrera de **INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES MIGUEL ÁNGEL SISA PACA** cuyo título versa **“RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES PROVENIENTES DE LA MICCIÓN HUMANA PARA EL SANEAMIENTO SOSTENIBLE EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE LATACUNGA 2019-2020”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimare conveniente.

Latacunga, febrero del 2020

Atentamente,

---

Lic. Marcelo Pacheco Pruna  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS  
C.I. 0502617350



CENTRO  
DE IDIOMAS

### 6.1. Libreta de campo.

<b>Datos de campo de puntos de contaminación en el casco urbano de la ciudad de Latacunga.</b>					
<b>Punto</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Altitud</b>		
1	765410	9896457	2768		
2	765437	9896710	2770		
3	765228	9896438	2758		
4	765387	9896930	2773		
5	764874	9896915	2751		
6	765075	9897067	2774		
7	763858	9898666	2790		
8	763568	9898032	2782		
9	764761	9896680	2764		
10	764787	9896794	2761		
<b>Grados de afectacion por el metodo cualitativo y cuantitativo.</b>					
<b>Punto</b>	<b>Lugares de afectacion</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Importancia</b>	<b>Cantidad de contaminación</b>	<b>Total</b>
1	Plaza de San Agustín	2	2	2	4
2	Parque Vicente León	2	3	1	6
3	Parque La Filantropía	2	2	3	7
4	Plaza Santo Domingo	2	3	2	7
5	Mercado Cerrado Latacunga	3	3	3	9
6	El Salto	2	2	2	6
7	El Mayorista Latacunga	2	2	2	6
8	San Felipe	2	3	2	7
9	Terminal Terrestre Latacunga	2	2	2	6
10	Puente 5 de Junio	3	3	3	9

## 16.2. CURRICULUM VITAE.

12 de abril de 2019



### 1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres completos: CORDOVA YANCHAPANTA VICENTE DE LA DOLOROSA
Actividad(es): DOCENCIA E INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA
Dirección domiciliaria: San José de Pichul. Latacunga, Ecuador
Dirección del trabajo: Av. Simón Rodríguez s/n. San Felipe. Latacunga Ecuador
Teléfonos Celula 0999731878 . r:
Dirección electrónica: vicente.cordova@utc.edu.ec

### 2. FORMACIÓN ACADÉMICA

N	Títulos de grado	País de origen	Universidad	Fecha registro
1	Ingeniero Agrónomo	Ecuador	Técnica de Ambato	20-10-2008
2	Master of Science	USA	Ball State	
3	Doctor of Education in Science Education	USA	Ball State	

### 3. EXPERIENCIA

#### 3.1 Profesional

Nº	ORGANIZACIÓN	CA RG O	INICIO	F I N
1	Texas Tech University	Post Doctoral Research Associate	Enero 2006	Diciembre-2006
2	Indiana University	Post Doctoral Research Associate	Enero 2007	Septiembre 2008
3	GAD Municipal Santiago de Píllaro	Director Del Departamento De DesarrolloEconómico Local	Agosto 2009	Febrero 2011
4	SENESCYT	Director Técnico de Investigación Científica	Mayo 2011	Febrero 2012
5	Universidad Técnica de Cotopaxi	Docente Investigador	Abril 2012	Presente
6	Universidad Técnica de Ambato	Docente Maestria	Abril 2016	Julio 2016

## 4. PUBLICACIONES

## 4.1 Artículos

No.	T I T U L O	REVISTA	AÑO	ISSN
1	Rahman, A.F., Córdoba, V.D., Gamon, J.A., Schmid, H.P., Sims, D.A., 2004. Potential of MODIS ocean bands for estimating CO2 flux from terrestrial vegetation: A novel approach. L1050310.1029/2004GL019778	Geophysic Research Letters.	2004	1944-8007
2	Rahman, A. F., D. A. Sims, V. D. Córdoba, and B. Z. El-Masri (2005), Potential of MODIS EVI and surface temperature for directly estimating per-pixel ecosystem C fluxes	Geophysic Research Letters.	2005	1944-8007
3	Sims, D.A., Rahman, A.F., Córdoba, V.D., Baldocchi, DD, Flanagan, L.B., Goldstein, A.H., Hollinger, D.Y, Misson, L., Monson, R.K. Schmid, H.P., Wofsy, S.C., Xu, L. 2005. Midday values of gross CO2 flux and light use efficiency during satellite overpasses can be used to directly estimate eight-day mean flux.	Agricultural and Forest Meteorology	2005	0168-1923
4	Sims DA, AF Rahman, VD Córdoba, BZ El-Masri, DD Baldocchi, LB Flanagan, AH Goldstein, DY Hollinger, Misson L, RK Monson, WC Oechel, HP Schmid, SC Wofsy, L Xu (2006). On the use of MODIS EVI to assess gross primary productivity of North American ecosystems.	Journal of Geophysical Research	2006	0148-0227
5	Rahman A. F., and Córdoba, V. D., (2007), A continuous-field remote sensing method for estimating net primary production of a deciduous forest.	International Journal of GeoInformatics	2007	16866576

6	Sims, D. A., A. F. Rahman, V. D. Córdova, B. Z. El-Masri, D. D. Baldocchi, P. V. Bolstad, L. B. Flanagan, A. H. Goldstein, D. Y. Hollinger, L. Misson, R. K. Monson, W. C. Oechel, H. P. Schmid, S. C. Wofsy, and L. Xu (2008), A new model of gross primary productivity for North American ecosystems based solely on the enhanced vegetation index and land surface temperature from MODIS.	Remote Sensing of Environment.	2008	0034-4257
7	Marcelo Calvache-Ulloa, Vicente Córdova-Yanchapanta, Saúl Cruz-Tobar (2017). Deficiencia de agua en el suelo y fijación biológica de nitrógeno en el cultivo de fréjol <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	Journal of the Selva Andina Biosphere.	2017	2308-3867
8	Vicente Córdova, Daniel Guzmán (2017). Identificación de la base genética y caracterización física y bioquímica de agave, guadua y opuntia para producción e industrialización.	Memorias. IV Congreso Internacional de Ciencia Tecnología Innovación y Emprendimiento. CITE 2017	2017	ISBN: 978-9978-3 64-38-3

#### 5.- CURSOS Y SEMINARIOS REALIZADOS

N.º	DENOMINACION DEL CURSO	INSTITUCION	HORA S
	CAPACITACIÓN		
1	Capacitación sobre elaboración de publicaciones científicas. 2014.	Universidad Técnica de Cotopaxi.	40
2	Actualización de conocimientos CAREN 18-18	Universidad Técnica de Cotopaxi.	40
3	Modelos pedagógicos de las carreras de CAREN 2018.	Universidad Técnica de Cotopaxi.	40
4	Aprendamos a educar I y II. 2018.	Universidad Técnica de Cotopaxi.	40

5	Los recursos hídricos en la provincia de Cotopaxi. 2018.	Universidad Técnica de Cotopaxi.	40
6	Fundamentos de programación en R. 2018.	XII Congreso Latinoamericano de Botánica.	40
7	I Congreso Binacional Ecuador - Perú. 2019.	Universidad Técnica de Cotopaxi.	40
	PONENCIAS		
1	Cumbre del Buen Conocer y en la construcción de políticas públicas para diseñar una Sociedad del Conocimiento Común y Abierto: Agricultura Sostenible: De la Tecnología de Punta al Conocimiento Tradicional. 2014	FLOK Society	
2	I Jornadas Científicas UTC 2014. Ciencia, Tecnología y Propiedad Intelectual en la Sociedad del Conocimiento. 2014.	Universidad Técnica de Cotopaxi.	
3	ICCI - International Cryosphere Climate Initiative. Andes conference on open burning: National Realities, Existing Regulations and Incentives, and Perspectives on Policy Challenges. 2015	ICCI. ANA Perú	
4	INNOPOLIS “Conocimiento es Libertad”, Yachay, Urcuqui: Plataforma de Conocimiento Agroecológico para Sostenibilidad y Resiliencia, como Mecanismo para Mitigar los Efectos del Cambio Climático. 2015	Yachay, EP.	
5	IV Congreso Internacional de Ciencia Tecnología Innovación y Emprendimiento. CITE 2017. Identificación de la base genética y caracterización física y bioquímica de agave, guadua y opuntia para reducción e industrialización.	Universidad Estatal de Bolívar.	
6	Actualización de conocimientos CAREN 2018	Universidad Técnica de Cotopaxi.	

7	I Congreso Binacional Ecuador - Peru. 2019. Exploración de metodologías ópticas para la determinación de variables climáticas esenciales en el bosque húmedo.	Universidad Técnica de Cotopaxi.	
8	Formación de formadores: Desarrollo de competencias didácticas Modulo III. Mayo 2019	GIZ. MAE.	

## 5. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

Instituto Espacial Ecuatoriano-UTC	"Incidencia del cambio climático y nutrición en cultivos de arroz, maíz duro y papa, con modelos de predicción de cosechas mediante métodos espaciales y espectrales."	Autor	2013-2015
UTC	REGENERACIÓN SOCIOECOLÓGICA DEL CAMPUS SALACHE	Autor	2017-presente

### 16.3. CURRICULUM VITAE.



#### 1.- Datos personales

<b>Apellidos y Nombres completos</b>	Sisa Paca Miguel Ángel
<b>Fecha de nacimiento</b>	16-07-1993
<b>Edad</b>	26 años
<b>Actividad</b>	Estudiante universitario
<b>Dirección domiciliaria</b>	San Andrés, Píllaro, Tungurahua, Ecuador
<b>Teléfonos. Celular</b>	0993911411
<b>Dirección electrónica</b>	miguel.sisa7406@utc.edu.ec

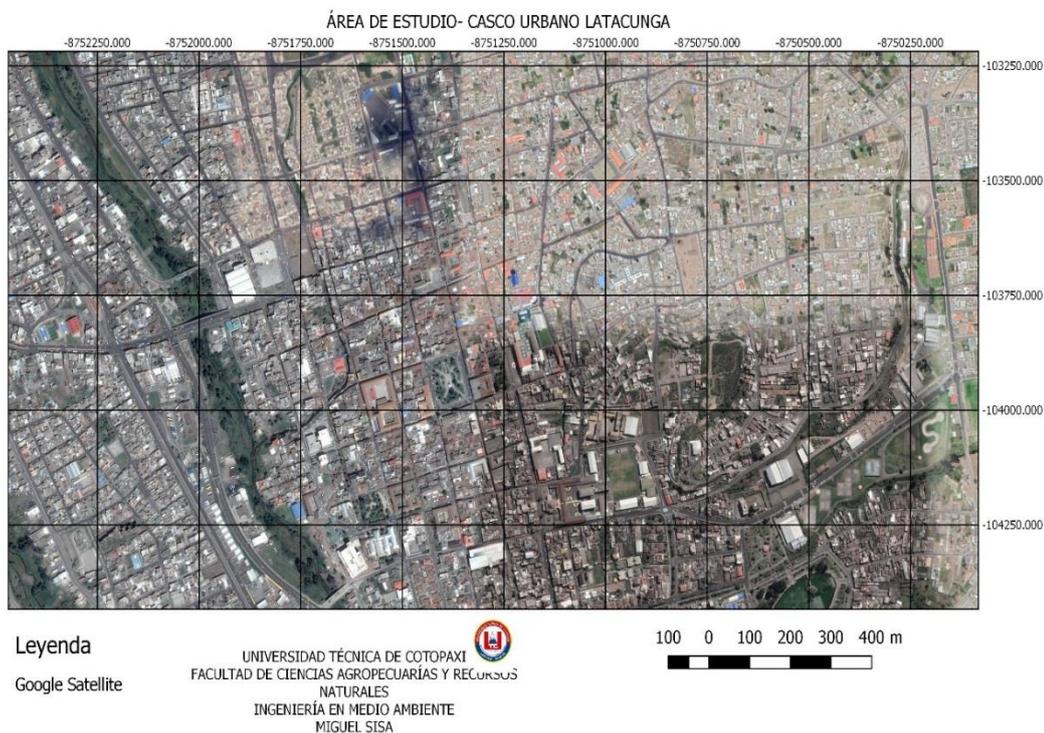
#### 2.- Formación académica

	<b>Nombre de la institución</b>	<b>Título obtenido</b>	<b>Año de registro</b>
<b>Escuela:</b>	Rufino Carrillo	Primaria	2005
<b>Colegio:</b>	Instituto Tecnológico Superior Los Andes	Bachiller en Físico matemático	2011

#### 3.- Cursos y seminarios

<b>Denominación de curso</b>	<b>Institución</b>	<b>Duración</b>
Capacitación		
Congreso bianual del medio ambiente	Universidad Técnica de Cotopaxi	40 horas
Taller el cóndor	MAE	20 horas
Cambio climático	ONU	40 horas

## 16.4. Casco urbano Latacunga



**Elaborado por: Sisa. M**

## 16.5. Cultivos regados con aguas residuales

Cultivos regados con aguas residuales	Área (ha)	Caudal Lt/s
<b>Forestales</b>	97	99
<b>Frutales</b>	47,772	40
<b>Industriales</b>	39,1418	1,473
<b>Forraje</b>	6,943	1,172
<b>Hortalizas</b>	48,691	1,511
<b>Otros</b>	806	696
<b>TOTAL</b>	494,727	4,991

**Fuente: Scielo Colombia**

### 16.6.. Puntos de afectación – Terminal Terrestre.



**Elaborado por: Sisa. M**

### 16.7. Puntos de afectación – San Felipe.



**Elaborado por: Sisa. M**

**16.8. Puntos de afectación – Plaza de Santo Domingo.**



**Elaborado por: Sisa. M**

**16.9. Puntos de afectación – Parque la Filantropía.**



**Elaborado por: Sisa. M**

**16.10. Uso de recolector de orina.**



**Elaborado por: Sisa. M**

**16.11. Ubicación de recolector de orina.**



**Elaborado por: Sisa. M**



## 16.12. ENCUESTA SOBRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

Nombre: .....

Edad: .....

Género: F  M

La presente encuesta tiene como objetivo la recopilación de datos que ayudaran a consolidar un proyecto de investigación, el mismo tomará en cuenta el grado de afectación a la que están expuestas las personas, por lo que se le pide de la manera más comedida sea honesto con sus respuestas. De antemano le agradecemos por su tiempo y colaboración.

**1) ¿Usted se ha visto afectado por la contaminación causada por la orina?**

SI

NO

**2) ¿En qué lugar del centro de Latacunga percibe con mayor frecuencia la presencia de malos olores causados por la orina?**

Parque Vicente León  Parque la Filantropía  San Sebastián  UTC La Matriz

Mercado Mayorista Latacunga  Terminar terrestre  Otros .....

**3) ¿Cuáles piensa que es la causa de este problema?**

Malos hábitos

Falta de baños públicos  Otros.....

**4) ¿Ha escuchado proyectos referentes a saneamiento sostenible?**

SI

NO

**5) ¿Conoce el termino baño ecológico?**

SI

NO

**6) ¿Si existiera un baño ecológico que esté disponible a cualquier hora lo utilizaría?**

SI

NO

**7) ¿Cuál sería su reacción al ver a personas utilizando un baño ecológico?**

Positiva

Negativa



### 16.13. ENCUESTA SOBRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

#### FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

#### INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE

**Lugar:**

**Fecha:**

- La presente entrevista tiene como objetivo la recopilación de datos que ayudaran a consolidar un proyecto de investigación, el mismo que tomará en cuenta la aceptación del producto obtenido en la investigación, por lo que se le pide de la manera más comedida sea honesto con sus respuestas. De antemano le agradecemos por su tiempo y colaboración.

<b>1.- Persona Entrevistada</b>	
<b>2.- Edad</b>	
<b>3.- Genero</b>	
<b>4.- Nombre del negocio al que representa</b>	
<b>5.- ¿Usted expende abonos orgánicos?</b>	
<b>6.- ¿Qué opina del abono orgánico proveniente de la orina?</b>	
<b>7.- ¿Compraría un abono orgánico proveniente de la orina humana para su comercialización?</b>	



Firma: \_\_\_\_\_

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE  
ENCUESTA SOBRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Fecha:

- La presente entrevista tiene como objetivo la recopilación de datos que ayudaran a consolidar un proyecto de investigación, el mismo que tomará en cuenta la aceptación del producto obtenido en la investigación, por lo que se le pide de la manera más comedida sea honesto con sus respuestas. De antemano le agradecemos por su tiempo y colaboración.

1.- Persona Entrevistada	DANILO GELLO
2.- Edad	52
3.- Genero	
4.- Nombre del negocio al que representa	AGROKILF HIGIEN.
5.- ¿Usted expende abonos orgánicos?	NO
6.- ¿Qué opina del abono orgánico proveniente de la orina?	BUENO
7.- ¿Compraría un abono orgánico proveniente de la orina humana para su comercialización?	SI

Firma: \_\_\_\_\_

PROPIETARIO



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE  
ENCUESTA SOBRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

Fecha:

- La presente entrevista tiene como objetivo la recopilación de datos que ayudaran a consolidar un proyecto de investigación, el mismo que tomará en cuenta la aceptación del producto obtenido en la investigación, por lo que se le pide de la manera más comedida sea honesto con sus respuestas. De antemano le agradecemos por su tiempo y colaboración.

1.- Persona Entrevistada	Mario Quito.
2.- Edad	26
3.- Genero	Masculino
4.- Nombre del negocio al que representa	
5.- ¿Usted expende abonos orgánicos?	Si
6.- ¿Qué opina del abono orgánico proveniente de la orina?	si es muy interesante, en donde tendria que hacer una prueba
7.- ¿Compraría un abono orgánico proveniente de la orina humana para su comercialización?	si compraria, pero primero viendo su proceso y su resultado.

Firma: \_\_\_\_\_



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE  
ENCUESTA SOBRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Fecha:

- La presente entrevista tiene como objetivo la recopilación de datos que ayudaran a consolidar un proyecto de investigación, el mismo que tomará en cuenta la aceptación del producto obtenido en la investigación, por lo que se le pide de la manera más comedida sea honesto con sus respuestas. De antemano le agradecemos por su tiempo y colaboración.

1.- Persona Entrevistada	Danielo Fonseca
2.- Edad	33
3.- Genero	Masculino
4.- Nombre del negocio al que representa	Agro Cultivos Pillaro
5.- ¿Usted expende abonos orgánicos?	No
6.- ¿Qué opina del abono orgánico proveniente de la orina?	Es muy bueno debido a que incorpora abono orgánico en el suelo.
7.- ¿Compraría un abono orgánico proveniente de la orina humana para su comercialización?	Si pero previamente tratado.

Firma: 



**AGROCULTIVOS**  
PILLARO  
RUC: 1804163094001  
TEL: 0999 712 197



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE  
ENCUESTA SOBRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Fecha:

- La presente entrevista tiene como objetivo la recopilación de datos que ayudaran a consolidar un proyecto de investigación, el mismo que tomará en cuenta la aceptación del producto obtenido en la investigación, por lo que se le pide de la manera más comedida sea honesto con sus respuestas. De antemano le agradecemos por su tiempo y colaboración.

1.- Persona Entrevistada	Héctor Guerra
2.- Edad	56 años
3.- Genero	Masculino
4.- Nombre del negocio al que representa	Dipag.
5.- ¿Usted expende abonos orgánicos?	Si.
6.- ¿Qué opina del abono orgánico proveniente de la orina?	Muy positivo es la materia orgánica para el desarrollo de la planta por su alto contenido en Nitrógeno
7.- ¿Compraría un abono orgánico proveniente de la orina humana para su comercialización?	- Pienso de poco de lo empresas, un poco para la comercialización

Firma: \_\_\_\_\_

**DIPAG**  
HECTOR GUERRA  
INGENIERO AGRÓNOMO  
TELF. 032 874940 - PILLARO



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE  
ENCUESTA SOBRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Fecha:

- La presente entrevista tiene como objetivo la recopilación de datos que ayudaran a consolidar un proyecto de investigación, el mismo que tomará en cuenta la aceptación del producto obtenido en la investigación, por lo que se le pide de la manera más comedida sea honesto con sus respuestas. De antemano le agradecemos por su tiempo y colaboración.

1.- Persona Entrevistada	Patricia Mayra
2.- Edad	29
3.- Genero	Femenino
4.- Nombre del negocio al que representa	Agrofuturo S
5.- ¿Usted expende abonos orgánicos?	No
6.- ¿Qué opina del abono orgánico proveniente de la orina?	Seita bueno pero lo recomendable sería hacer un analisis para conocer su composición
7.- ¿Compraría un abono orgánico proveniente de la orina humana para su comercialización?	Depende del contenido de nutrientes que realice.



**AGROFUTURO**  
RUC: 1804004776001

PÍLLARO

Firma: \_\_\_\_\_



FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE  
ENCUESTA SOBRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Fecha:

- La presente entrevista tiene como objetivo la recopilación de datos que ayudaran a consolidar un proyecto de investigación, el mismo que tomará en cuenta la aceptación del producto obtenido en la investigación, por lo que se le pide de la manera más comedida sea honesto con sus respuestas. De antemano le agradecemos por su tiempo y colaboración.

1.- Persona Entrevistada	Jos Gonzalo Reinoso
2.- Edad	37
3.- Genero	Masculino
4.- Nombre del negocio al que representa	Agromarket
5.- ¿Usted expende abonos orgánicos?	Si
6.- ¿Qué opina del abono orgánico proveniente de la orina?	Si es obtenido de una manera adecuada es exelente
7.- ¿Compraría un abono orgánico proveniente de la orina humana para su comercialización?	Depende de los beneficios aun no se que bondades pueda tener

Firma: \_\_\_\_\_

**Agromarket**  
RUC: 1803610912001



**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE  
ENCUESTA SOBRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

Fecha:

- La presente entrevista tiene como objetivo la recopilación de datos que ayudaran a consolidar un proyecto de investigación, el mismo que tomará en cuenta la aceptación del producto obtenido en la investigación, por lo que se le pide de la manera más comedida sea honesto con sus respuestas. De antemano le agradecemos por su tiempo y colaboración.

1.- Persona Entrevistada	Gr Jollie Torres
2.- Edad	47 años
3.- Genero	Masculino
4.- Nombre del negocio al que representa	INCA Agro
5.- ¿Usted expende abonos orgánicos?	NO
6.- ¿Qué opina del abono orgánico proveniente de la orina?	No he utilizado por esta razón no se sabe el resultado
7.- ¿Compraría un abono orgánico proveniente de la orina humana para su comercialización?	NO

Firma: \_\_\_\_\_





**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES  
INGENIERÍA EN MEDIO AMBIENTE  
ENCUESTA SOBRE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

Fecha:

- La presente entrevista tiene como objetivo la recopilación de datos que ayudaran a consolidar un proyecto de investigación, el mismo que tomará en cuenta la aceptación del producto obtenido en la investigación, por lo que se le pide de la manera más comedida sea honesto con sus respuestas. De antemano le agradecemos por su tiempo y colaboración.

1.- Persona Entrevistada	Isma Rodríguez
2.- Edad	24
3.- Genero	Femenino
4.- Nombre del negocio al que representa	Almacén de Agroquímicos "Oro Campo"
5.- ¿Usted expende abonos orgánicos?	Si
6.- ¿Qué opina del abono orgánico proveniente de la orina?	Interesante para incorporar de manera orgánica al suelo por ende menor uso de fertilizantes inorgánicos
7.- ¿Compraría un abono orgánico proveniente de la orina humana para su comercialización?	Si

Firma: \_\_\_\_\_

**AGROQUÍMICOS OROCAMPO  
ING. AGR. MAURICIO OROZCO  
TELE.: 0969 015309**