

UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR

FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL



“APROVECHAMIENTO DE LA LEMNA GIBBA DE PANTANOS DE VILLA – CHORILLOS –LIMA, MEDIANTE LA ALIMENTACIÓN DE AVES DE CORRAL (Pollos)”

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR EL BACHILLER

JAICO HUAMANI, ATHINA CORINNE

Villa El Salvador

2017

DEDICATORIA

Está dedicado a mi familia, pero sobre todo a mi madre que es la persona más importante en mi vida y por la cual sigo adelante día a día.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre y hermanas que siempre me han empujado a seguir adelante, a mis amigos y a mis compañeros de trabajo que indirectamente con su apoyo han contribuido. A Dios por darme paciencia y fortaleza cada día para alcanzar mis metas.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Descripción de la realidad problemática	3
1.2 Justificación del Problema	7
1.2.1 Justificación práctica.....	7
1.2.2 Justificación social.....	7
1.3 Delimitación de la Investigación.....	8
1.3.1 Delimitación teórica.....	8
1.3.2 Delimitación espacial.....	8
1.3.3 Delimitación temporal.....	9
1.4 Formulación del problema	10
1.4.1 Problema general.....	10
1.4.2 Problemas específicos.....	10
1.5 Objetivos	10
1.5.1 Objetivo general.....	10
1.5.2 Objetivos específicos.....	11
CAPITULO II.....	12
MARCO TEÓRICO	12
2.1 Antecedentes	12
2.1.1 Desde cuando se conoce el problema.....	12
2.1.2 Investigaciones anteriores relacionadas.....	13
2.2 Bases teóricas	18
2.2.1 Convenio Ramsar sobre los humedales.....	18
2.3 Marco conceptual	20
2.3.1 Contaminación del agua.....	20

2.3.2	La eutrofización.....	23
2.3.3	Planta acuática: Lemna gibba	26
CAPITULO III.....		29
DESARROLLO DE LA METODOLOGIA.....		29
3.1	Diseño experimental.....	29
3.1.1	Recolección de la Lemna gibba.....	29
3.1.2	Propagación y Procesamiento de la Lemna gibba.....	30
3.1.3	Muestra del diseño experimental.....	30
3.1.4	Desarrollo del diseño experimental.....	31
3.1.5	Peso de animales.....	34
3.2	Análisis del diseño experimental	35
3.3	Resultados del diseño experimental.....	37
3.3.1	Grupo control:.....	37
3.3.2	GRUPO EXPERIMENTAL 1:	39
3.3.3	Grupo experimental 2:	40
3.3.4	Resultados generales de la investigación (11-05 al 09-06).....	42
CONCLUSIONES		44
RECOMENDACIONES.....		46
BIBLIOGRAFÍA		47
ANEXOS		50

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. <i>Lista de humedales peruanos Ramsar (Ramsar, 2013).</i>	4
Tabla 2. <i>Ubicación geográfica del área de estudio. (PANTANOS DE VILLA)</i>	8
Tabla 3. <i>Composición química de la Lemna gibba.</i>	27
Tabla 4. <i>Prueba de Tukey</i>	35

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de pantanos de villa Fuente: Extraído de Google Maps	9
Figura 2. Esquema con las principales consecuencias del proceso de eutrofización en los sistemas acuáticos y sus usos. Fuente: artículo sobre la “eutrofización causas, consecuencias y manejo”	24
Figura 3. Dietas en la primera y segunda semana. Fuente: Elaboración propia	32
Figura 4. Dietas en la tercera semana Fuente: Elaboración Propia.	32
Figura 5. Dietas en la cuarta semana. Fuente: Elaboración propia.....	33
Figura 6. Dietas en la quinta, sexta y séptima semana. Fuente: Elaboración propia.....	33
Figura 7. Variación de pesos diarios de las aves de corral (pollos) Fuente: elaboración propia.	34
Figura 8. Diferencias de promedios de los pesos Fuente: elaboración propia.....	36
Figura 9. Crecimiento del grupo control con respecto a sus pesos. Fuente: Elaboración propia.	37
Figura 10. Enfermedad de New Castle Fuente: elaboración propia.	38
Figura 11. Crecimiento del grupo experimental 1 Fuente: Elaboración propia	39
Figura 12. Crecimiento del grupo experimental 2. Fuente: Elaboración propia.	40
Figura 13. Promedio de los pesos en gr. Fuente: Elaboración propia.	42

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación lleva por título “Aprovechamiento de la *Lemna gibba* de Pantanos de Villa – Chorillos –lima, mediante la alimentación de aves de corral (pollos)”, para optar el título de Ingeniero Ambiental, presentado por el alumno Jaico Huamani, Athina Corinne.

Es una propuesta para dar un uso sostenible a esta planta invasora del humedal pantanos de villa y así poder disminuir su contenido, evitando la eutrofización causada por parte de esta planta y de los contaminantes que alberga el humedal.

Esta investigación tiene el propósito de dar a conocer los beneficios de la *Lemna gibba*, mediante el aprovechamiento de la *Lemna gibba* del humedal Pantanos de Villa- Lima, para la alimentación de las aves de corral (pollos). De este modo, todo el planteamiento y desarrollo de este proyecto de investigación se fundamentara en una interrogante fundamental que da sentido y forma a todos nuestros planteamientos. La interrogante es la siguiente ¿De qué manera se podrá aprovechar de forma eficiente a la especie agotadora de oxígeno *Lemna gibba* para la alimentación de aves de corral (pollos) y para la reducción del impacto que tiene la eutrofización en pantanos de villa-Chorrillos-Lima?

Es importante profundizar los estudios de la lenteja de agua ya que es una planta con alto contenido proteico por ende beneficioso. Por ello se planteó determinar la eficiencia del aprovechamiento de la *Lemna gibba* para la alimentación de aves de corral (pollos) y para la reducción del impacto que tiene la eutrofización en pantanos de villa, dándole un aporte a la población para el consumo de esta y disminuyendo la *Lemna gibba* causante de los malos olores, gracias a que ella trae consigo el proceso de eutrofización y disminuye la población de especies acuáticas del lago.

La estructura que hemos seguido en este proyecto se compone de 3 capítulos. El primer capítulo comprende el planteamiento del problema, el segundo capítulo el desarrollo del marco teórico y el tercer capítulo corresponde al desarrollo del proyecto de investigación.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El mal manejo de las aguas residuales y su vertido trae consigo la suma de materia orgánica, con detergentes que contiene azufre y fosforo, además de otros fertilizantes inorgánicos. Esta combinación resulta como medio de cultivo para algas pequeñas y constituyen la base de la cadena trófica. Empiezan a presentarse la proliferación de la materia vegetal generada por las aguas negras, y como consecuencia la concentración de oxígeno disminuye y hay un aumento de olores desagradables. La explicación es simple hay demasiada comida disponible y pocos comensales. El equilibrio ecológico se ha roto y se da la llamada eutrofización. La eutrofización deteriora la calidad de las aguas y hace desaparecer especies de flora y fauna que requieren aguas frías, limpias y bien oxigenadas.

Los Pantanos de Villa son reconocidos desde el 20 de febrero de 1997 como humedal de importancia internacional o sitio Ramsar.

Tabla 1.
Lista de humedales peruanos Ramsar (Ramsar, 2013).

SITIO DE RAMSAR	FECHA DE DESIGNACIÓN	ÁREA (ha)
1-Reserva Nacional de Paracas (Ica)	30-03-1992	335,000
2--Reserva Nacional Pacaya Samiria (Loreto)	30-03-1992	2'080,000
3-Santuario Nacional Lagunas de Mejía (Arequipa)	30-03-1991	690.6
4-Reserva Nacional de Junín (Junín y Pasco)	20-01-1997	53,000
5-Lago Titicaca (sector peruano), Puno	20-01-1997	460,000
6-Santuario Nacional Los manglares de Tumbes (Tumbes)	20-01-1997	2,972
7-Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (Lima)	20-01-1997	263,27
8-Bofedales y Lagunas de Salinas (Arequipa)	28-10-2003	17,657
9-Laguna del Indio – Dique de los Españoles (Arequipa)	28-10-2003	502
10-Lagunas Las Arreviatadas (Cajamarca)	15-07-2007	1,250
11-Complejo de humedales del Abanico del Río Pastaza (Loreto)	05-06-2002	3827,329
12-El Humedal Lucre - Huacarpay (Cusco)	23-09-2006	1978,5
13- Los manglares de San Pedro de Vice (Piura)	12-06-2008	3,339

Nota. Información recuperada de la lista de humedales del MINAN, Lima-Perú, 2013.y de sitios de Ramsar https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Sitios_Ramsar_en_el_Per%C3%BA,2012.

“En setiembre de 2006 mediante decreto supremo N° 055-2006-AG se recategorizó a los Pantanos de Villa como Refugio de Vida Silvestre.” (Ramirez and Cano, 2010).

En el año 1943 los pantanos de villa presentaban una extensión de 1530 ha, como consecuencia del crecimiento urbano de Lima presentaron problemas de contaminación y desecación, esto ha traído consigo una reducción de las hectáreas (ha), presentando actualmente un área no mayor a 396 ha (Torres, Quinteros and Takano, 2006, p.119).

Según la **Resolución Ministerial N° 0909-2001** pantanos de villa Comprende una superficie de 263.27 hectáreas.

Pantanos de Villa es un ecosistema de humedal conformado por varios cuerpos de agua, tanto permanentes como estacionales. En este humedal se encuentra una gran diversidad de flora y fauna, la cual es amenazada por el establecimiento de fábricas, urbanizaciones, áreas de recreo y asentamientos humanos. La reducción de los cuerpos de agua por el vertimiento de desmonte, la contaminación por desechos orgánicos y otros factores antropogénicos que influye en el proceso de eutrofización. (Guillén, Morales y Severino, 2013, p.176).

Entre los cambios ambientales que se vienen dando y la constate contaminación por causas antropogénicas ocasiona la eutrofización dando paso una acelerada proliferación de la Lemna gibba en los Pantanos de Villa, “es así como afecta el ambiente acuático, y trayendo como consecuencia la desaparición de algunos protozoarios sensibles a estos cambios y la aparición de nuevas especies que habitan estos tipos de ambientes acuáticos.” (Guillén Aguirre, 2002, p. 137).

La Lemna Gibba es una planta acuática denominada también macrofita, cumplen un papel muy importante en los ecosistemas acuáticos. Brindan alimento altamente

potencial por su gran contenido de fósforo y nitrógeno, los pantanos de villa tienen un gran número de hábitats para muchos organismos de estos ecosistemas.

Las macrofitas ocupan variedad de zonas de los ecosistemas acuáticos y dentro del grupo de plantas flotantes es frecuente observar a la *Lemna gibba* en lagunas o en las áreas de flujo lento en ríos y quebradas.

Las plantas acuáticas en muchos casos son útiles para el ser humano, puesto que sirven de alimento, son materia prima para la industria y se usan en procesos de biorremediación, ya que pueden absorber algunas sustancias disueltas y brindar oxígeno mediante fotosíntesis. Algunos cuerpos de aguas artificiales podrían crear problemas, porque pueden interferir con el uso que le da el hombre a esa agua al obstruir su flujo o la navegación y al crear ambientes propicios para plagas, enfermedades y vectores que afectan la salud humana. (Aroyave, 2004, p.34).

Esta planta puede desarrollarse en un rango amplio de temperaturas, que varía entre 5° y 30° C, con un crecimiento óptimo entre los 15° y 18° C. Se adapta bien a cualquier condición de iluminación. Crece rápidamente en partes calmadas y ricas en nutrientes, con altos niveles de nitrógeno y fosfatos. Con frecuencia el hierro es un elemento limitante para su adecuado desarrollo (Arroyave, 2004, p.35). Pueden además tolerar un rango de pH amplio, siendo el óptimo entre 4,5 y 7,5 (Rook, 2002).

El ing. Wolfgang Oldenburg afirma que “la *Lemna gibba* tiene un concentrado proteico de muy alto valor, mayor incluso que la soya, en la alimentación animal”. Se sabe que este organismo al parecer crece en condiciones difíciles (además de altos niveles de N, P y metales pesados), por lo que su manejo puede ser una alternativa para disminuir el proceso de eutrofización.

Es por ello que al ver la importancia de esta planta se propone el aprovechamiento para su utilización basado en la alimentación de aves de corral. Enmarcadas dentro de un plano social, económico y ambiental, lo que permite su sostenibilidad en beneficio de la población del ecosistema de pantanos de villa.

1.2 Justificación del Problema

1.2.1 Justificación práctica.

La investigación realizada permite saber la eficacia del aprovechar de la Lemna gibba como alimento. Este aprovechamiento propuesto mitigara los efectos de la eutrofización del humedal Pantanos de Villa y sus alrededores.

1.2.2 Justificación social.

La investigación propone una forma sostenible de aprovechamiento de la Lemna gibba debido a que esta planta se presenta en abundancia en los ecosistemas acuáticos continentales como consecuencia de la contaminación.

Este recurso resultara beneficioso mediante su aprovechamiento, servirá de alimento para las aves de corral, ya que tiene alto contenido proteico así se verá beneficiada la población de Chorrillos y toda aquella que cría aves de corral, es por ello que se dice que el beneficio esta tanto en el ámbito social y ambiental al eliminar una serie de problemas que trae consigo la eutrofización que son los malos olores, la proliferación de la Lemna gibba, la muerte de animales, así como también en lo económico se ve beneficiado ya que al aprovechar la Lemna gibba generamos un alimento rico en proteínas y de bajo costo.

1.3 Delimitación de la Investigación

1.3.1 Delimitación teórica.

De acuerdo a las investigaciones realizadas, basadas en la evidencia de “Lemna ofrece proteínas de bajo costo para las aves de corral, dietas para cerdos. (2016). *Feed International*” y otros autores como Gonzales salas, Romero cruz, Ponce- Palafox y Aldivie Navarro propone la “utilización de harina de lenteja de agua en dietas para tilapia. Revista Industria Acuícola (2009)” sabemos que hay diferentes propuestas de avance para la utilización de esta planta. Con los antecedentes investigados hemos podido ver que tiene alto contenido proteico beneficioso para los animales, es por ello que de ahí parte el tema de darle un aprovechamiento al recurso Lemna gibba, mediante la alimentación de aves de corral. Esto tiene como finalidad un beneficio socio-ambiental ya que al utilizar la Lemna gibba que es una especie extensiva y causante de eutrofización podremos disminuir mediante su aprovechamiento de la contaminación y oxigenar el habitat.

1.3.2 Delimitación espacial.

Se obtiene la Lemna gibba de los Pantanos de Villa que se encuentra ubicado en el distrito de Chorrillos, provincia de Lima, al sur del departamento de Lima.

Tabla 2.

Ubicación geográfica del área de estudio. (PANTANOS DE VILLA)

Coordenadas	
S	12° 11´ 42" - 12° 13´ 18" LS
W	76° 58´ 42" - 76° 59´ 42" LW

Nota. Extraído de Diversidad protozoológica de los Pantanos de Villa, Chorrillos-Lima-Perú, 2002).

“Los Pantanos de Villa se ubican en una depresión circundada de colinas que alcanzan entre 100 y 300 m de altitud y frente al Océano Pacífico, adquiriendo características micro climáticas propias”(INRENA, 1998). Su extensión es de 263.27 hectáreas y es considerado como un humedal de importancia internacional Ramsar. (Según Resolución Ministerial N° 0909-2001), encontrándose rodeada por un área de influencia conformada por asentamientos humanos, urbanizaciones, fábricas, clubes privados, establos, un camal y una avícola. **Diversidad protozoológica de los Pantanos de Villa, Chorrillos-Lima-Perú, (2002).**



Figura 1. Ubicación de pantanos de villa

Fuente: Extraído de Google Maps

Se ha estandarizado la ubicación de la prueba experimental en un área adecuada de villa el salvador, donde los nueve individuos del estudio tienen condiciones iguales para minimizar factores externos.

1.3.3 Delimitación temporal.

La presente investigación se realizara en el período de tiempo de 46 días, comprendido desde el 05-05-2017 al 19-06-2017.

Se monitoreo el peso en kg de las aves de corral (*pollos*) todos los días a las 05: 00 pm., para los datos estadísticos desde la primera semana de vida los individuos.

1.4 Formulación del problema

1.4.1 Problema general.

¿De qué manera se podrá aprovechar de forma eficiente a la especie agotadora de oxígeno *Lemna gibba* para la alimentación de aves de corral (pollos) y para la reducción del impacto que tiene la eutrofización en pantanos de villa-Chorrillos-Lima?

1.4.2 Problemas específicos.

- ✓ ¿Se podrá dar un crecimiento óptimo de las aves de corral (pollos) mediante la alimentación la especie agotadora de oxígeno *Lemna gibba* de pantanos de villa-chorrillos?
- ✓ ¿Podría el rendimiento de la especie agotadora de oxígeno *Lemna gibba* ser competitiva con los alimentos balanceados del mercado?
- ✓ ¿Será competitiva la valorización de la especie agotadora de oxígeno *Lemna gibba* como producto sustitutorio de alimentación?

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general.

Determinar la eficiencia del aprovechamiento de la especie agotadora de oxígeno *Lemna gibba* para la alimentación de aves de corral (pollos) y para la reducción del impacto que tiene la eutrofización en pantanos de villa-Chorrillos-Lima.

1.5.2 Objetivos específicos.

- ✓ Determinar la variación del crecimiento de las aves de corral mediante las tres diferentes dietas de alimentación y así determinar si el crecimiento con la alimentación de Lemna gibba es el óptimo.
- ✓ Determinar la competitividad del rendimiento de la especie agotadora de oxígeno Lemna gibba como alimento balanceado para ganar peso y volumen.
- ✓ Comparar la valorización de la especie agotadora de oxígeno Lemna gibba como como producto sustituto de alimentación.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Desde cuando se conoce el problema.

El agua se contamina por culpa de la actividad humana, a medida que va creciendo la población cada año se va contaminando más, crecen las industrias y la necesidad del uso del agua va siendo mayor, así como también el uso de más recursos naturales. Es por ello que se produce la emisión de gases tóxicos, la contaminación por desechos, pesticidas, descargas de desechos químicos, entre otros que contribuyen a la contaminación del agua. Esta contaminación origina la pérdida de la biodiversidad en el ecosistema acuático, afectando a la calidad de vida de los individuos allí residentes, e inclusive precipitando la muerte masiva de los mismos, en casos de intoxicaciones agudas.

Esta dinámica también se puede ver en Pantanos de Villa que es un ecosistema de humedal conformado por varios cuerpos de agua, tanto permanente como estacional, en el cual encontramos una gran diversidad de flora y fauna la cual es

amenazada por el establecimiento de fábricas, urbanizaciones, áreas de recreo y asentamientos humanos. Es así como la reducción de los cuerpos de agua por el vertimiento de desmonte, la contaminación por desechos orgánicos y otros factores antropogénicos influyen en el proceso de eutrofización de estos pantanos. (Guillén, Morales y Severino, 2003).

La contaminación y los cambios ambientales por causas antropogénicas está ocasionando una aceleración de la eutrofización en los Pantanos de Villa, lo que estaría afectando el ambiente acuático, y trayendo como consecuencia la desaparición de algunos protozoarios sensibles a estos cambios y la aparición de nuevas especies que habitan estos tipos de ambientes acuáticos. (**Guillén Aguirre, 2002, p.137**).

Una de estas nuevas especies es la Lemna gibba que es una planta indicadora de contaminación, cuya abundancia se origina el agotamiento de oxígeno proceso originando la eutrofización de los cuerpos de agua estacionaria.

2.1.2 Investigaciones anteriores relacionadas.

2.1.2.1 Investigaciones internacionales.

Según el estudio realizado por la revista **Feed International** (2016), **titulado: Lemna ofrece proteínas de bajo costo para las aves de corral, dietas para cerdos.** La Lemna es una planta acuática que crece rápidamente con alto contenido en proteínas (35 a 45 por ciento). Se ha comido y se utiliza como un alimento animal en muchas partes del mundo. Comercialmente, se cultiva en sistemas de crecimiento grandes: cosechado, se seca y se procesa adicionalmente para asegurar un producto consistente y ser una fuente de proteína útil para cerdos y aves de corral. En cultivos de esta especie se

hallado que puede duplicar su volumen en sólo dos días y en condiciones óptimas, esta planta acuática puede producir de 10 a 30 toneladas por hectárea de la lenteja de agua seca cada año. Existe un producto de Lemna concentrado de proteína (LPC) que es producido a partir de la transformación subsiguiente de Lemna con una concentración de aminoácido esencial que es más alta que otras proteínas vegetales y su perfil de aminoácidos es comparable a las proteínas animales, incluyendo harina de pescado. Este producto también es naturalmente alto en minerales, oligoelementos, vitaminas y fotoquímicos, incluyendo carotenoides.

Investigadores como **Gonzales salas, R., Romero cruz, O., Ponce- Palafox, J., & Aldivie navarro, M. (2009)** han evaluado la **Utilización de harina de lenteja de agua en dietas para tilapia** en el cual describen que las plantas macrofitas acuáticas contienen una serie de características nutricionales, de producción y procesamiento factible para escalar a nivel comercial en sistemas de cultivo de especies acuáticas.

El objetivo fue determinar el comportamiento productivo de alevines de tilapia roja alimentados con diferentes niveles de harina de Lemna (5,10 y 15) en la ración. Se formularon las dietas utilizando una dieta control y situación de 5%, 10% y 15% de harina Lemna por harina de pescado.

Para la especie de la Tilapia se desarrolló la prueba de alimentación durante un periodo de 50 días fueron seleccionados 300 alevines de tilapia roja en los estanques con una edad de 16 días y un peso de 1.3 a 1.g. los mismos fueron trasladados hacia las piscinas experimentales conformándose cuatro grupos para los niveles de inclusión de 0, 5, 10, 15 % de harina de Lemna. Para cada

uno de los tratamientos se utilizaron tres piscinas con un número de 25 alevines por cada una, resultando un total de 12 piscinas.

Los resultados fueron los siguientes: El análisis de la biomasa cosechada de Lemna muestra que la concentración de materia seca resulta bajo (7,69%). Debido al bajo porcentaje de materia seca de la Lemna el estudio recomienda la utilización de este alimento alternativo en la alimentación acuícola con un tratamiento de secado previo para disminuir los volúmenes de inclusión.

El estudio concluye que la situación de la harina de pescado por harina de Lemna deshidratada en niveles de 15% no produce diferencias con las dietas convencionales. Lo que también ha sido encontrado en México (15 al 20%) en la inclusión de Lemna y Azolla fresca en cultivos de tilapia en estanques rústicos (**Ponce- Palafox et al., 1990; Ponce- Palafox et al., 2004**). Por lo cual la Lemna cosechada tiene un alto contenido de proteínas bruta, y muy bajos de valores de fibra bruta, lo que justifica su utilización en la alimentación de tilapia y otros peces de agua dulce.

Otras investigaciones como de la tesista **Gutiérrez Gomez, K.** sobre el **potencial de la planta acuática Lemna Gibba en la alimentación de cerdos** da a conocer la evolución de la planta acuática Lemna gibba en cerdos de engorda, para lo cual se realizó una prueba de comportamiento productivo y una digestibilidad aparente total. Ambas consideraron dos tratamientos (0 y 10% Lemna); la primera utilizó 20 animales macho castrados de raza híbrida de los 23 a los 66kg de peso vivo, donde se consideró 2 animales con 10 repeticiones para la engorda y la segunda se realizó con 8 animales de iguales características, donde se consideró 2 animales con 4 repeticiones para la prueba de digestibilidad.

En ambas pruebas se empleó un diseño estadístico T de Student completamente al azar con nivel de significancia de 0.005. La dieta testigo se elaboró a partir de una mezcla de sorgo, pasta de soya y una pre-mezcla de vitaminas y minerales, mientras que a la experimental se incluyó Lemna (10%) cosechada en la región de Xochimilco.

En la engorda no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la ganancia diaria de pesos, el consumo, la conversión y la eficiencia alimenticia sin embargo, la Lemna fue responsable de una disminución significativa en la digestibilidad de la materia seca y la proteína pero no así en la energía (91.40%). De lo anterior, se puede concluir que, el uso de la planta acuática Lemna gibba, es una opción viable de usarse en un 10% en las dietas de cerdos en engorda.

2.1.2.2 Investigaciones nacionales.

En el Perú las investigaciones realizadas por Canales-Gutiérrez, Á. (2010). Sobre la evaluación de la biomasa y manejo de Lemna gibba (lenteja de agua) en la bahía interior del lago Titicaca, Puno abordan los problemas que enfrenta la ciudad de Puno por la presencia de Lemna gibba en la bahía interior del Lago Titicaca, ya que esto ocasiona un proceso de eutrofización a causa del mal tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Puno. Esta investigación nos indica que muchas de las estrategias planteadas hasta ahora no han dado resultados positivos en la reducción de la biomasa de Lemna gibba, debido a que estos planes están direccionados a la exterminación de este organismo.

Es por eso que los objetivos de la investigación fueron:

- ✓ Estimar la biomasa (kg/m^2) de lenteja de agua de la bahía interior del lago Titicaca y,
- ✓ Plantear una estrategia de manejo de la lenteja de agua de la bahía interior del lago Titicaca.

La investigación realizó la evaluación de la biomasa, en forma mensual durante 12 meses. Para determinar la biomasa (kg/m^2), se utilizó el método de cuadrantes aleatorios de $0.25 \times 0.25 \text{ m}^2$, luego estos datos fueron extrapolados al m^2 . Posteriormente, se pesó la cantidad de lenteja de agua, para ello se utilizó una balanza de precisión con la finalidad de determinar la biomasa en materia verde de lenteja de agua. Luego, se efectuó un análisis de datos a través de un Software INFOSTAT 2007, con la finalidad de determinar diferencias de la biomasa (kg/m^2) entre los meses de evaluación. Así mismo, se realizó un análisis de correlación de la biomasa con respecto a la temperatura del agua, pH del agua, con la finalidad de determinar cuál de las variables tuvo una mayor afinidad con la biomasa de la lenteja de agua. En base a los resultados obtenidos se planteó una estrategia de manejo sostenible de la lenteja de agua. El método propuesto para dicho análisis fue de Enfoque de Sistemas, para plantear este enfoque se ha considerado tres dimensiones importantes que intervienen en un sistema de manejo de la lenteja de agua. Estas fueron: Social, Económica y Ambiental. En cada una de estas dimensiones los subsistemas y elementos para cada caso, esto con la finalidad de que exista una conexión lógica entre subsistemas y elementos. Los resultados de las muestras de biomasa (kg/m^2) de lenteja de agua, indican que existe un promedio de $7.0 \text{ kg}/\text{m}^2$, sin embargo la biomasa puede presentar rangos de variación de acuerdo a los meses o épocas. Se ha registrado valores

de 2.8 y 15 kg/m² y estas variaciones pueden estar influenciadas por la presencia de precipitaciones pluviales y los vientos que pueden trasladar a la lenteja de agua. En base a los muestreos de biomasa, en la bahía de la ciudad de Puno, se encuentra entre 5 a 9 kg/m², con esta información se calcula que en la bahía existe entre 6 000 t a 10 800 t de biomasa de lenteja de agua en un área de 200 ha. Con respecto al pH, se ha encontrado un rango que va desde 4.8 a 8.81. El grado de correlación entre biomasa y pH del agua, es de un 28% de afinidad entre estas dos variables. Entonces, el pH no influye mucho en la biomasa de la lenteja, pudiendo existir otros factores de mayor importancia. Con respecto a plantear una estrategia de manejo de la lenteja de agua:

- ✓ El modelo social se plantea tres subsistemas: La Capacitación, La Concertación, Como Producto. En el sistema económico la producción también se plantea tres subsistemas: transformación, comercialización, turismo Sostenible.
- ✓ En el sistema ambiental podemos observar 4 subsistemas: Manejo de Agua, Manejo de Flora y Fauna Silvestre, Educación Ambiental.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Convenio Ramsar sobre los humedales.

La convención sobre los humedales (Ramsar, Iran, 1971) es un tratado intergubernamental, el cual tiene como objetivo “la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales, regionales y nacionales (Convención de Ramsar, 2006). Nace gracias al nacimiento del concepto nuevo que todo el mundo adopta que es la del desarrollo sostenible, el cual consiste en hacer un aprovechamiento responsable de los recursos con los que contamos en la actualidad

y sin perjudicar los mismos beneficios que puedan tener nuestras futuras generaciones.

Es una convención internacional, resaltando más que nada que es un hábitat de aves acuáticas, el nombre se da por la ciudad de Irán donde se realizó el dos de febrero de 1971, siendo uno de los primeros tratados modernos que se da con carácter intergubernamental sobre conservación y uso racional de los recursos naturales, el nombre oficial del tratado es “convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas”

Una de las causas por la cual nace esta convención es la disminución de la población de aves acuáticas en la década de los sesenta, es por ello el título de la convención con referencia resaltante al hábitat de aves acuáticas, ya con el tiempo, se amplió más de modo que las aves acuáticas han pasado de ser una preocupación, y se considera todo el hábitat en general, de seres bióticos.

Dicha convención entra en vigencia en 1975 y noviembre de 1996 cuenta con 96 partes contratantes a nivel mundial, ya en el 2006 el total de naciones afiliados a esta convención es de 153 naciones, contando con 1600 humedales en todo el mundo, con una superficie de 145 millones de hectáreas, estos listos para su inclusión en la lista de humedales de importancia Ramsar. (Ramsar, Irán, 2006)

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), sirve como Depositaria de la Convención, pero su administración está a cargo de la Oficina de Ramsar, administrada por la Unión Mundial de la Naturaleza, pero bajo la autoridad del Comité Permanente de la Convención.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Contaminación del agua.

La contaminación consiste en una modificación, generalmente, provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural (Carta del Agua, Consejo de Europa, 1968, p.1).

Se dice que el agua está contaminada cuando se altera su composición, directa o indirectamente, a consecuencia de la actividad humana, de tal modo que queda menos apta para los usos a la que está destinada, así como también para los que sería apta en su calidad natural (C.E.E. de las Naciones Unidas, 1961).

El agua se contamina naturalmente por algunas sustancias o por elementos libres como el sodio, el potasio, el cobre, el hierro, el calcio y el selenio. Las sustancias introducidas por las actividades humanas incluyen sales, residuos de hidrocarburos derivados del petróleo, solventes provenientes de la industria y la agricultura, así como lixiviados de depósitos de basura, letrinas y pozos negros del agua. Algunas actividades agrícolas dependientes de altos insumos pueden contribuir de forma significativa a la contaminación del agua potable, debido a las cantidades de fertilizantes y plaguicidas aplicados anualmente. También, los lixiviados de estiércol de ganado contribuyen a la contaminación de las aguas subterráneas por medio de los nitratos. (Abarca y Mora, 2017, p.137)

2.3.1.1 Principales fuentes de contaminación del agua.

- ✓ Las industrias
- ✓ La agricultura
- ✓ Los desechos domésticos

2.3.1.2 *Efectos de la contaminación del agua.*

- ✓ Efectos directos sobre la salud de la población.
- ✓ Pobreza.
- ✓ Deterioro y/o pérdida de la calidad del agua.
- ✓ Mayores costos para el tratamiento de agua potable.
- ✓ Restricción de uso de aguas para consumo y riego.
- ✓ Desarrollo insostenible.
- ✓ Deterioro de los ecosistemas acuáticos.
- ✓ Pérdida de flora y fauna acuática.

2.3.1.3 *Alteraciones físicas, químicas y biológicas del agua.*

Entre las alteraciones físicas, químicas y biológicas del agua podemos resaltar a las más importantes descritas por Echarri, (1998).

-El aumento de **temperatura** disminuye la solubilidad de gases (oxígeno) y aumenta, en general, la de las sales. Aumenta la velocidad de las reacciones del metabolismo, acelerando la putrefacción. La temperatura óptima del agua para beber está entre 10 y 14°C. Las centrales nucleares, térmicas y otras industrias contribuyen a la contaminación térmica de las aguas, a veces de forma importante. (p.2)

-Las aguas naturales pueden tener **pH** ácidos por el CO₂ disuelto desde la atmósfera o proveniente de los seres vivos; por ácido sulfúrico procedente de algunos minerales, por ácidos húmicos disueltos del mantillo del suelo. La principal sustancia básica en el agua natural es el carbonato cálcico que puede reaccionar con el CO₂ formando un sistema tampón carbonato/bicarbonato. Las aguas contaminadas con vertidos mineros o industriales pueden tener pH muy ácido. El pH tiene una gran influencia

en los procesos químicos que tienen lugar en el agua, actuación de los floculantes, tratamientos de depuración, etc. (p.3)

-Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) es la cantidad de oxígeno disuelto requerido por los microorganismos para la oxidación aerobia de la materia orgánica biodegradable presente en el agua. Se mide a los cinco días. Su valor da idea de la calidad del agua desde el punto de vista de la materia orgánica presente y permite prever cuanto oxígeno será necesario para la depuración de esas aguas e ir comprobando cual está siendo la eficacia del tratamiento depurador en una planta. (p.3)

-Demanda Química de Oxígeno (DQO) es la cantidad de oxígeno que se necesita para oxidar los materiales contenidos en el agua con un oxidante químico (normalmente dicromato potásico en medio ácido). Se determina en tres horas y, en la mayoría de los casos, guarda una buena relación con la DBO por lo que es de gran utilidad al no necesitar los cinco días de la DBO. Sin embargo la DQO no diferencia entre materia biodegradable y el resto y no suministra información sobre la velocidad de degradación en condiciones naturales. (p.3)

-Nitrógeno total: Varios compuestos de nitrógeno son nutrientes esenciales. Su presencia en las aguas en exceso es causa de eutrofización. El nitrógeno se presenta en muy diferentes formas químicas en las aguas naturales y contaminadas. En los análisis habituales se suele determinar el NTK (nitrógeno total Kendahl) que incluye el nitrógeno orgánico y el amoniacal. (p.3)

-El fósforo, como el nitrógeno, es nutriente esencial para la vida. Su exceso en el agua provoca eutrofización. El fósforo total incluye distintos

compuestos como diversos ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico. La determinación se hace convirtiendo todos ellos en ortofosfatos que son los que se determinan por análisis químico. (p.3)

2.3.1.4 *Sustancias contaminantes del agua.*

- ✓ Químicos inorgánicos contaminantes del agua.
- ✓ Químicos orgánicos contaminantes del agua.
- ✓ Microorganismos contaminantes del agua.
- ✓ Contaminantes, procesos y fuentes que afectan la calidad del agua.

2.3.2 **La eutrofización.**

Se define a la eutrofización según Ryding & Rast, (1992):

“Al proceso que presentan algunos sistemas acuáticos dado por el aumento de aporte de fosforo y nitrógeno desde la cuenca de drenaje, que se manifiesta en una intensa proliferación y acumulación excesiva de micro algas y plantas superiores.”

Goitía salcedo & Romero López, (2011) afirman que la eutrofización es un proceso natural y/o antropogénico que consiste en el enriquecimiento de las aguas con nutrientes, a un ritmo tal que no puede ser compensado por la mineralización total, esto produce un crecimiento excesivo de algas y otras plantas acuáticas, las cuales al morir se depositan en el fondo de los ríos, embalses o lagos, generando residuos orgánicos que, al descomponerse consumen gran parte del oxígeno disuelto y de esta manera pueden afectar a la vida acuática y producir la muerte por asfixia de la fauna y flora.(p.40)

2.3.2.1 *Proceso de eutrofización.*

Produce un crecimiento excesivo de algas, las cuales al morir se depositan en el fondo de los ríos o lagos, generando residuos orgánicos que , al descomponerse, consumen gran parte del oxígeno disuelto y de esta manera

pueden afectar a la vida acuática y producir la muerte por asfixia de la fauna y flora, hasta el punto de matar el río o lago por completo. Las algas se desarrollan cuando encuentran condiciones favorables: temperatura, sol y nutrientes. Los nutrientes que más influyen en este proceso son los fosfatos y los nitratos. (Romero, 2010, p.67)

En resumen, las fuentes de la eutrofización son de dos tipos:

- a) Natural
- b) De origen humano.

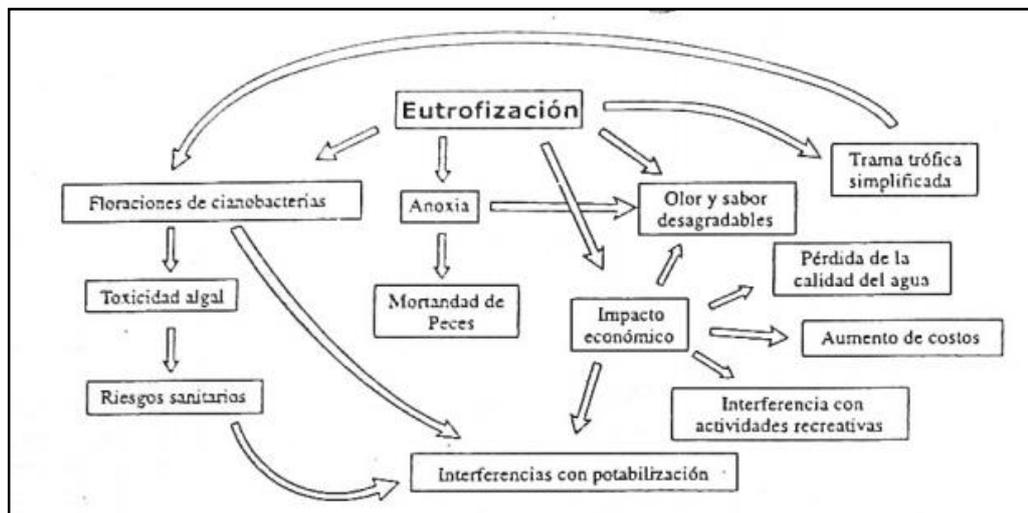


Figura 2. Esquema con las principales consecuencias del proceso de eutrofización en los sistemas acuáticos y sus usos.

Fuente: artículo sobre la “eutrofización causas, consecuencias y manejo”

2.3.2.2 Causas de eutrofización.

RAPAL Uruguay (2010) afirma que las principales causas de la eutrofización se deben a los siguientes aspectos:

- ✓ La descarga de aguas servidas, las cuales son ricas en nutrientes, contribuyendo al cambio trófico del cuerpo de agua receptor.(p.15)

- ✓ El uso excesivo de fertilizantes, que genera una contaminación del agua fundamentalmente mediante el aporte de nitrógeno (en forma de sales de nitrato y amonio) y fósforo (como fosfato).(p.15)
- ✓ La deforestación y la erosión en suelos agrícolas influyen en la carga de nutrientes, ya que los escurrimientos al pasar por una tierra que no tiene protección, “lavan” la capa fértil, llevándose consigo los nutrientes de la misma.(p.15)

2.3.2.3 *Variables que determinan el estado de eutrofización.*

a) variables abióticas

- ✓ Temperatura
- ✓ Oxígeno disuelto
- ✓ Fósforo total
- ✓ Nitrógeno total
- ✓ Turbiedad
- ✓ Color de agua
- ✓ Transparencia
- ✓ Sólidos disueltos o residuo filtrable
- ✓ Alcalinidad
- ✓ Conductividad
- ✓ PH

b) variables bióticas

- ✓ Productividad primaria
- ✓ Biomasa planctónica
- ✓ Diversidad de peces

2.3.2.4 *Eutrofización en lagos y lagunas.*

Un lago sufre eutrofización cuando sus aguas se enriquecen en nutrientes. Podría parecer a primera vista que es bueno que las aguas estén repletas de nutrientes, porque así podrían vivir más cómodos los seres vivos que en el habitan. Pero la situación no es tan sencilla. El problema está en que si hay exceso de nutrientes crecen en abundancia las plantas y otros organismos. Más tarde, cuando mueren, se pudren y llenan el agua de malos olores y le dan un aspecto nauseabundo, disminuyendo drásticamente su calidad. (Moreta, Pozo, 2008, p. 10).

“El proceso de putrefacción consume una gran cantidad del oxígeno disuelto y las aguas dejan de ser aptas para la mayor parte de los seres vivos. El resultado final es un ecosistema casi destruido.” (Echarri, 1998, p. 10)

2.3.3 **Planta acuática: *Lemna gibba***

2.3.3.1 *Taxonomía y reproducción*

La familia Lemnaceae comprende un grupo de pequeñas plantas acuáticas vasculares monocotiledóneas. Se han identificado 5 géneros: *Landoltia*, *Lemna*, *Spirodela*, *Wolffia*, *Wolffiella* y 38 especies.

El género *Lemna* produce una raíz. La familia Lemnaceae tiene la capacidad de reproducción sexual y asexual, sin embargo, la primera es rara debido a la baja frecuencia de la floración. (Zetina Córdoba, 2010, p.134)

2.3.3.2 *Condiciones de crecimiento y productividad*

Reportan que la temperatura mínima es de 6,2°C, óptima de 25,7°C y máxima de 36,8°C, y fue letal a los 38°C. Otros autores mencionan que son capaces de crecer en temperatura del agua tan baja como 5 - 7°C y atmosférica de 1- 3°C, sin embargo, la ideal en el agua es de 17°C, inhibiendo el crecimiento cuando se

acerca a los 35°C. Las variaciones en las temperaturas óptimas reportadas pueden ser atribuidas a las diferentes condiciones de crecimiento, géneros, regiones, entre otras. El rango típico de pH para estas plantas es de 4,5 - 7,5; Lemna el pH mínimo es de 4,0 respectivamente y máximo de 10, el crecimiento es completamente inhibido con un pH mayor a este. Producción anual, con dos o tres cosechas por semana, de alrededor de 55 toneladas de metros por hectárea. (Zetina Córdoba, 2010, p.137)

2.3.3.3 *Valor nutricional*

La Lemna gibba L. (Lemnaceae) se distribuye ampliamente en el Perú y el mundo. Posee un alto contenido de proteínas, pigmentos y minerales. La lenteja de agua ha sido evaluada con resultados satisfactorios como alimento de diversos animales de granja y peces. Su cultivo permitiría disponer de un suministro sostenible de ella, sin embargo, una inadecuada fertilización afectaría su crecimiento y calidad nutricional incluso deficiencias de bioacumulación. (Clostre and Suni, 2013, p. 231)

2.3.3.4 *Usos de la Lemna gibba*

Para abono orgánico y alimentos para animales menores

Tabla 3.
Composición química de la Lemna gibba.

COMPONENTES DE LEMNA GIBBA	LEMNA GIBBA
PROTEINA CRUDA%	30,28
CA %	1,94
P%	0,51
PH	4,5 -7,5

Nota. Información extraída del potencial de la planta acuática Lemna Gibba en la alimentación de cerdos (TECONAN, Colina (2000))

2.3.3.5 *Aportes de la Lemna gibba*

La Lemna Gibba tiene un contenido de proteína que se reporta oscila entre 13-41%, y dependiendo del contenido de nitrógeno en el medio en el cual se desarrolla. Tiene preferencia por el consumo de amonio sobre el nitrato, y asimila una variedad de metales, razón por la cual se ha utilizado para el tratamiento de aguas negras con excelentes resultados. Son consumidas por una gran variedad de animales de interés zootécnico, como aves, rumiantes, no rumiantes, crustáceos y peces. Los mejores índices productivos, corresponden a la utilización como parte integral de la dieta, con inclusión de 5- 30%, sustituyendo parcial o totalmente a la torta de soja, principalmente y resultados similares cuando se sustituye fuentes de proteína animal. (Zetina Córdoba, 2010, p.133)

“Cuando se utiliza para el tratamiento de aguas negras, genera biomasa de excelente calidad, debido a que convierte directamente el amonio en proteína, que puede utilizarse posteriormente para alimentación animal o como fertilizante agrícola” (Oron, 1994, p.27-40).

CAPITULO III

DESARROLLO DE LA METODOLOGIA

3.1 Diseño experimental

Este proyecto consiste en la alimentación de las aves de corral con tres tipos diferentes dietas, para lo cual usaremos la Lemna gibba como medio de alimentación, podremos observar la variación de peso entre grupos y podremos ver los beneficios que trae consigo esta planta indicadora de contaminación existente en pantanos de villa.

3.1.1 Recolección de la Lemna gibba.

La colecta de la planta se realizó en los Pantanos de villa, localizado en Chorrillos al sur de Lima entre los $12^{\circ} 11' 42'' - 12^{\circ} 13' 18''$ LS y $76^{\circ} 58' 42'' - 76^{\circ} 59' 42''$ LW, con una altitud de 0 a 15 m.s.n.m.

Para la recolección de la Lemna gibba se contó con la ayuda del guarda parques de pantanos de villa durante los meses de mayo y junio, el cual indico los lugares donde

se encontraba mayormente propagada esta planta acuática, uno de ellos fue la laguna Maravilla y la acequias de alimentación de la laguna ya mencionada. Cabe acotar que los lugares de recolección fueron varios puntos donde se encontraba agua estancada o puquios.

La Lemna gibba fue cosechada manualmente puestos en depósitos de plástico, usando guantes quirúrgicos para evitar algún tipo de contaminación o daño personal, la Lemna fue trasladada con la misma agua de pantanos de villa hacia el distrito de villa el salvador para su propagación.

3.1.2 Propagación y Procesamiento de la Lemna gibba.

Para su propagación se procedió a poner las plantas acuáticas obtenidas de pantanos de villa con su propia agua en una bandeja de plástico amplia de 10lt. Aproximadamente, de acuerdo a la colecta se fue aumentando la cantidad de agua y de especie Lemna gibba. Una vez propagada la Lemna Gibba se procedió al secado natural (luz solar), posteriormente se lleva a la estufa a una temperatura de 105°C luego de ello se procede a su molienda y para obtener mejores resultados se tamiza para eliminar algún residuo ajeno.

Posterior al tratamiento dado a la Lemna gibba, se combina con el crecimiento para los pollitos que tienen 3 semanas para su alimentación, en el caso del grupo experimental 2.

3.1.3 Muestra del diseño experimental.

Para la muestra del diseño experimental se adquirió nueve pollos de doble pechuga o pollos de engorde, los cuales fueron distribuidos aleatoriamente en tres grupos utilizando un diseño completamente al azar. Cada grupo fue formado por tres pollos de doble pechuga, para establecer sus diferencias se procedió a ponerles

marcas de colores por grupo en tres partes de su cuerpo (cabeza, pie y ala) el experimento duro entre 5 y 6 semanas, los pollos en su primera y segunda semana permanecían juntos para darse calor y estar a una temperatura establecida entre 28°C y 32°C.

Para comprobar la temperatura se estableció a los pollitos en un lugar cerrado y con luz, haciendo semejanza a una incubadora, se fijó un termómetro en el lugar y se verifico durante las dos semanas que la variación de la temperatura sea la adecuada.

En la tercera semana se procedió a su separación por grupos ya establecidos.

La temperatura según el Manual de manejo de pollo de carne (2010). “los niveles óptimos de temperaturas (20°C a 22°C en pollos de seis semanas) es esencial para la salud y para el desarrollo del apetito.”(p. 16).

3.1.4 Desarrollo del diseño experimental.

Se establecieron tres diferentes dietas, utilizadas en el experimento diseñado para investigar los efectos de la Lemna gibba en cuanto al crecimiento de aves de corral (pollos) y así poder aprovechar esta planta acuática que crece en pantanos de villa. En la primera semana de vida los pollos fueron alimentados con inicio y para reforzar su crecimiento los 3 grupos, ya en la primera y segunda semana fueron alimentados con complejo B (hepatoprotector) para reforzar su sistema inmunológico. Antes de comenzar a alimentar a los animales se debe tener en cuenta su peso inicial.

En la tercera semana se procedió a la alimentación por separado con las 3 dietas establecidas. Los regímenes de alimentación fueron establecidos de la siguiente manera:

Primera y segunda semana			
Grupo control	Inicio + complejo B	Inicio + complejo B	Inicio + complejo B
Grupo Experimental #1	Inicio + complejo B	Inicio + complejo B	Inicio + complejo B
Grupo Experimental #2	Inicio + complejo B	Inicio + complejo B	Inicio + complejo B

Figura 3. Dietas en la primera y segunda semana.
Fuente: Elaboración propia

Tercera semana			
Grupo control	100% Maíz partido + agua	100% Maíz partido + agua	100% Maíz partido + agua
Grupo Experimental #1	70% Maíz + 30% crecimiento (el papeadito) + agua	70% Maíz + 30% Crecimiento (el papeadito) + agua	70% Maíz + 30% Crecimiento (el papedito)
Grupo Experimental #2	70% Maíz + 30% Lemna gibba	70% Maíz + 30% Lemna gibba	70% Maíz + 30% Lemna gibba

Figura 4. Dietas en la tercera semana
Fuente: Elaboración Propia.

Cuarta semana			
Grupo control	100% Maíz partido + agua	100% Maíz partido + agua	100% Maíz partido + agua
Grupo Experimental #1	50% Maíz + 50% crecimiento (el papeadito) + agua	50% Maíz + 50% Crecimiento (el papeadito) + agua	50% Maíz + 50% Crecimiento (el papeadito)
Grupo Experimental #2	50% Maíz + 50% Lemna gibba	50% Maíz + 50% Lemna gibba	50% Maíz + 50% Lemna gibba

Figura 5. Dietas en la cuarta semana.
Fuente: Elaboración propia.

Quinta, Sexta semana y séptima			
Grupo control	100% Maíz partido + agua	100% Maíz partido + agua	100% Maíz partido + agua
Grupo Experimental #1	50% Maíz + % 50% engorde (puricarne) + agua	50% Maíz + % 50% engorde (puricarne) + agua	50% Maíz + % 50% engorde (puricarne) + agua
Grupo Experimental #2	50% Maíz + 50% Lemna gibba	50% Maíz + 50% Lemna gibba	50% Maíz + 50% Lemna gibba

Figura 6. Dietas en la quinta, sexta y séptima semana.
Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Peso de animales

PESOS DE AVES DE CORRAL POLLOS Y CONSUMO DIARIO												
GRUPOS	fecha por dia	GRUPO CONTROL			GRUPO EXPERIMENTAL 1			GRUPO EXPERIMENTAL 2			CONSUMO DIARIO	UNIDADES
SEMANA		PESO gr.			PESO gr.			PESO gr.				
	A	B	C	A	B	C	A	B	C			
1 SEMANA	11/05/2017	120	120	120	120	120	120	120	120	120	250	gr
2 SEMANA	12/05/2017	130	130	125	130	130	130	130	130	130	250	gr
	13/05/2017	140	136	135	140	135	145	135	135	135	250	gr
	14/05/2017	164	165	160	164	164	164	164	164	164	250	gr
	15/05/2017	175	174	175	176	175	175	176	175	195	250	gr
	16/05/2017	180	180	180	200	180	200	200	220	220	250	gr
	17/05/2017	190	190	190	245	200	245	255	250	265	250	gr
	18/05/2017	200	200	195	250	245	250	260	260	270	250	gr
3 SEMANA	19/05/2017	200	245	200	250	250	250	265	260	270	300	gr
	20/05/2017	250	250	230	265	260	250	270	260	275	300	gr
	21/05/2017	250	250	230	270	270	270	275	275	275	300	gr
	22/05/2017	265	250	250	280	280	280	280	280	280	300	gr
	23/05/2017	270	250	250	295	295	275	290	290	280	300	gr
	24/05/2017	275	265	250	300	300	280	295	320	300	300	gr
	25/05/2017	290	275	275	350	350	295	320	330	320	300	gr
4ta SEMANA	26/05/2017	300	275	280	350	380	300	370	370	350	500	gr
	27/05/2017	300	280	260	380	390	350	400	400	350	500	gr
	28/05/2017	320	300	270	380	400	400	450	450	400	500	gr
	29/05/2017	350	320	280	390	410	420	460	450	420	500	gr
	30/05/2017	375	350	300	400	420	420	480	460	430	500	gr
	31/05/2017	380	375	320	410	420	430	485	470	450	500	gr
	01/06/2017	380	380	350	420	420	430	500	480	480	500	gr
5 SEMANA	02/06/2017	380	380	350	430	450	450	520	500	500	500	gr
	03/06/2017	375	380	380	450	450	450	545	520	530	500	gr
	04/06/2017	370	390	395	450	450	455	560	560	570	500	gr
	05/06/2017	360	400	420	450	460	460	580	565	580	500	gr
	06/06/2017	370	400	480	455	470	465	580	580	580	500	gr
	07/06/2017	360	410	500	480	485	480	580	580	600	500	gr
	08/06/2017	350	410	550	520	500	500	600	600	600	500	gr
6 SEMANA	09/06/2017	330	420	580	560	540	530	630	620	605	700	gr
	10/06/2017	murio	430	600	590	550	550	650	650	620	700	gr
	11/06/2017	murio	450	600	635	560	600	650	650	645	700	gr
	12/06/2017	murio	450	620	660	600	620	680	660	660	700	gr
	13/06/2017	murio	480	650	720	640	680	700	660	660	700	gr
	14/06/2017	murio	480	650	720	650	680	750	700	680	700	gr
	15/06/2017	murio	500	650	740	650	710	770	750	680	700	gr
7 SEMANA	16/06/2017	murio	500	660	770	680	750	800	750	710	1000	gr
	17/06/2017	murio	murio	660	770	700	780	800	780	750	1000	gr
	18/06/2017	murio	murio	660	770	750	790	900	820	800	1000	gr
	19/06/2017	murio	murio	670	790	750	800	1000	860	850	1000	gr

Figura 7. Variación de pesos diarios de las aves de corral (pollos)

Fuente: elaboración propia.

3.2 Análisis del diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar, para la prueba de crecimiento utilizándose nueve pollos, donde se consideraron 3 tratamientos de 3 c/u donde uno de ellos es el grupo control y los otros dos grupos son experimentales; para establecer los resultados se tomaron medidas de pesos diarias durante 7 semanas aproximadamente.

Para el diseño experimental al azar con fines estadísticos se utilizó el ANOVA de cual se obtuvo la siguiente pregunta y dos hipótesis:

¿Existe una diferencia estadísticamente significativa en el promedio de los pesos entre los 3 grupos por las diferentes dietas?

Hipótesis nula: El promedio de los pesos en los nueve grupos es igual ya que las dietas son diferentes, 95% de confiabilidad.

✓ **Hipótesis alternativa:** En al menos un grupo el promedio de los pesos tiene diferencias significativas ya que dietas son diferentes, con 95% de confiabilidad.

Para lo cual se procedió al análisis estadístico por medio el análisis de varianza y la prueba de tukey, de promedio de pesos del día 11/05 al día 09/06 hasta donde hay un balance de individuos en las tres muestras donde se observó lo siguiente resultados:

Tabla 4.
Prueba de Tukey

PRUEBA DE TUKEY	
HSD=	78,9
Multiplicador	3,36
MSD	16562,39532
n	30

Fuente: elaboración propia

Para hallar los resultados se realiza las diferencias de los promedios de los datos y se evalúa con el resultado de la prueba de Tukey.

	GC	GE1	GE2
GC		-47	-84
GE1			-37
GE2			

Figura 8. Diferencias de promedios de los pesos
Fuente: elaboración propia.

3.2.1 Interpretación de la prueba de tukey:

Se rechazó la hipótesis nula por que el valor de probabilidad (0,045116) es menor que el nivel de significancia. Y se aceptó la hipótesis alterna la cual menciona que en al menos un grupo el promedio de los pesos tiene diferencias significativas ya que las dietas son diferentes. Para comprar la hipótesis alterna se usó la Prueba de TUKEY. La cual dio como resultado que si hay diferencias significativas en los pesos de los grupos GC Y GE2 , así como también se observó que hay que una diferencia de 37 de promedio no tan significativa entre el GE1 y GE2. Se observó que el grupo que mayor peso obtuvo fue GE2 el cual se alimentaba con la dieta a base de Lemna gibba.

3.3 Resultados del diseño experimental

3.3.1 Grupo control:

Para los individuos del grupo control se observa la variación de pesos en el gráfico 1. Las curvas presentadas son C_a , C_b y C_c de las aves de corral (pollos).

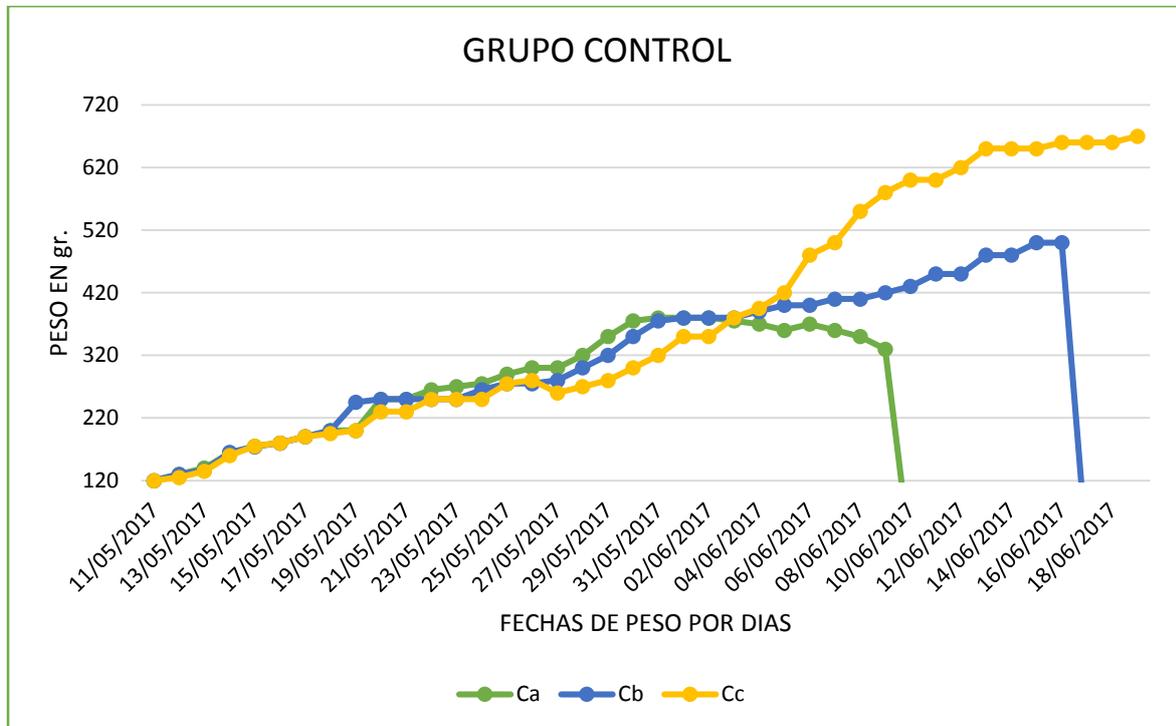


Figura 9. Crecimiento del grupo control con respecto a sus pesos.

Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.1 Discusión de resultados:

Se puede observar que los valores de ganancia de peso diario en los tres individuos del grupo control no es el óptimo, donde el máximo valor alcanzado es de 670 gr en el individuo “ C_c ” y el mínimo es de 0 con la muerte del individuo “ C_a y C_b ”.

Según las investigaciones basadas en la guía de manejo el pollo de engorde, 2013 afirma que “los componentes nutricionales básicos requeridos por las aves son agua, aminoácidos, energía, vitaminas y minerales. Estos componentes deben estar en armonía para asegurar un correcto desarrollo del esqueleto y formación del tejido muscular”. (p. 48). A partir de la premisa anterior se puede deducir que por factores de alimentación de los

individuos “C_a, C_b” han podido influir en su desarrollo, se infiere que para el desarrollo del otro individuo “C_c” sucede lo mismo, ya que ninguna de los 3 individuos del grupo control se alimentaban de alguna vitamina y/o proteína que proteja su sistema inmunológico.

En el caso del individuo “C_b” se nota su deterioro a partir de la mitad de la 6ta semana en la cual contrae un virus causándole la enfermedad de New Castle, matándolo en la 7ma semana. New Castle es una enfermedad causada por un virus donde los primeros síntomas son problemas respiratorios con tos, jadeo, siguiendo luego síntomas nerviosos característicos de esta enfermedad; en que las aves colocan su cabeza entre las patas o hacia atrás entre los hombros, moviendo la cabeza y cuello en círculos y caminando hacia atrás.



Figura 10. Enfermedad de New Castle

Fuente: elaboración propia.

3.3.2 GRUPO EXPERIMENTAL 1:

Para los individuos del grupo experimental 1 que son alimentados con alimento balanceado (crecimiento y engorde) se observa una diferencia de variación de pesos significativa entre los 3 a partir de la 6ta semana y nivelándose en la 7ma semana.

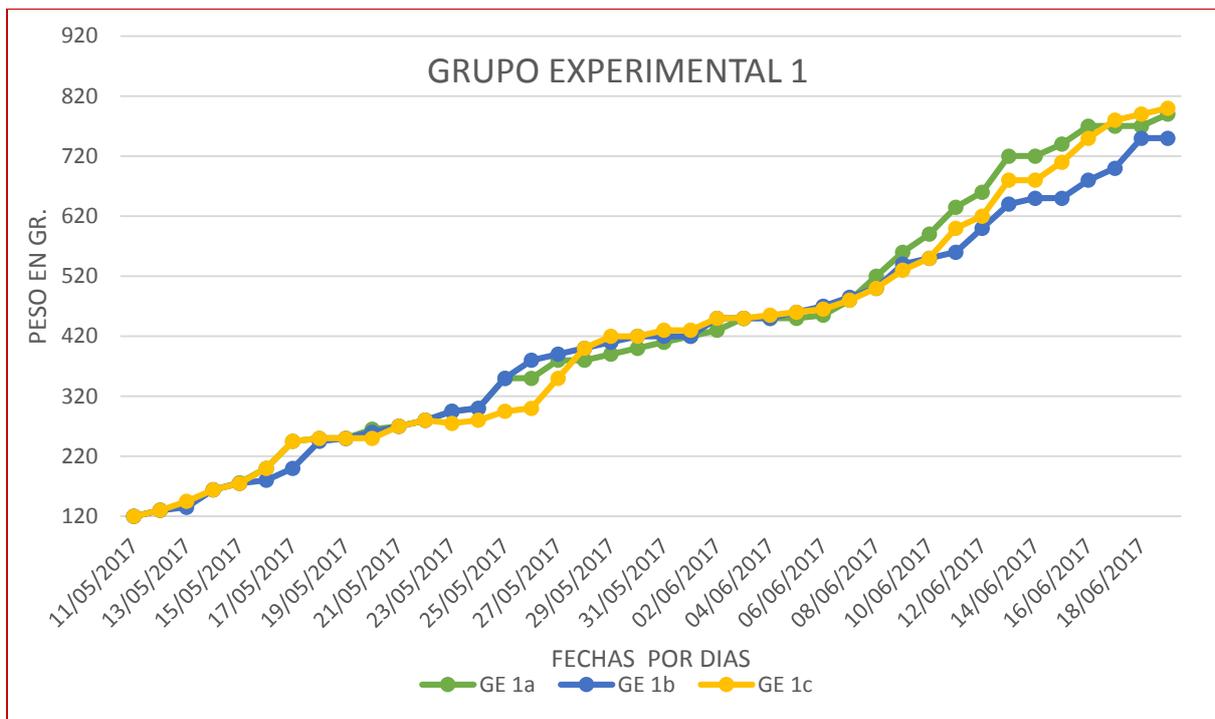


Figura 11. Crecimiento del grupo experimental 1

Fuente: Elaboración propia

3.3.2.1 *Discusión de resultados:*

Como se puede observar en las curvas representadas por la figura hay una variación de pesos entre GE 1a, GE 1b y GE 1c de 1%, 4% y 3% respectivamente, con respecto al promedio de los pesos de los tres individuos los cuales fueron alimentados con maíz más crecimiento y engorde que contenían proteínas y vitaminas.

Las proteínas y vitaminas son importantes en las dietas de las aves de corral (pollos). Según las investigaciones basadas por el diario EL TIEMPO (2000). “Los pollos a la 6ta semana ya están listos para ser sacrificados y durante este tiempo el alimento debe cubrir las necesidades nutricionales del ave”. (p.1)

El alimento concentrado de los pollos es fabricado con maíz (60% de la formulación y mayor fuente de energía), sorgo y soya y otros elementos en menor dosis que proporcionan al animal las proteínas, aminoácidos, energía y minerales necesarios para la producción de carne (EL TIEMPO, 2000, p. 1).

3.3.3 Grupo experimental 2:

Para los individuos del grupo experimental 2 podemos observar según las curvas en la figura, que van ganando mayor peso, teniendo índices de peso más elevados a comparación del grupo control y el grupo experimental 1, con una variación en las últimas semanas significativa del individuo GE 2^a quien al parecer asimiló mejor los nutrientes de la Lemna gibba.

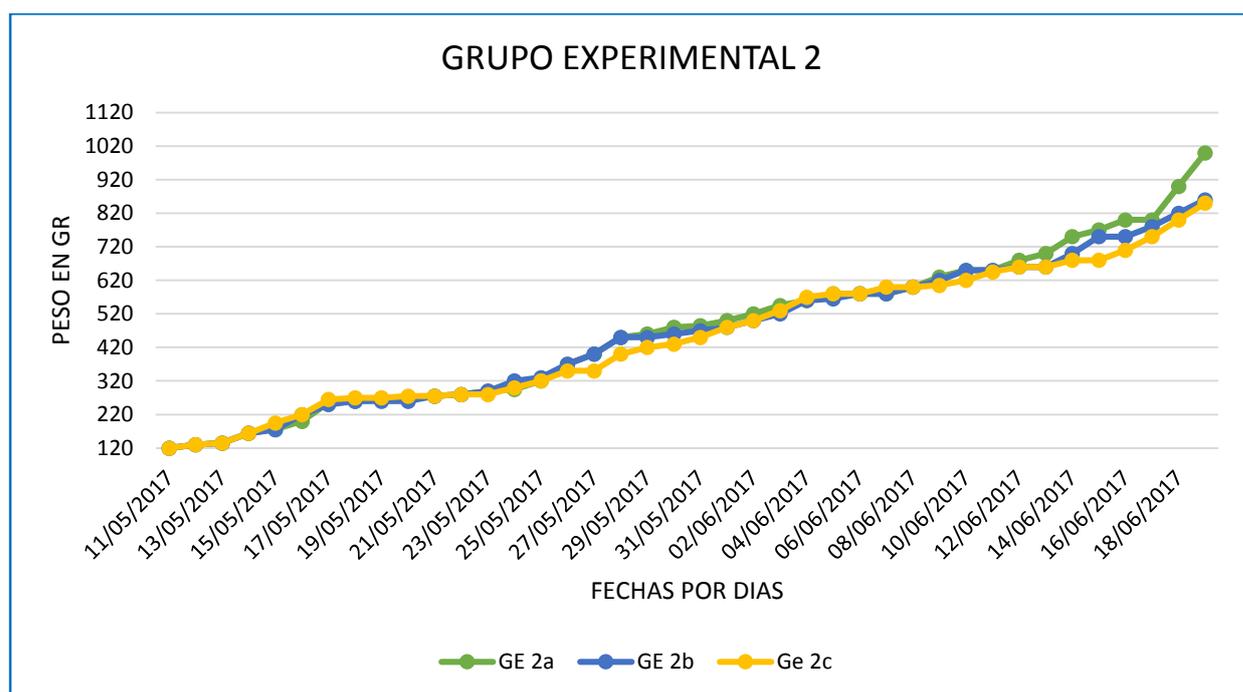


Figura 12. Crecimiento del grupo experimental 2.
Fuente: Elaboración propia.

3.3.3.1 *Discusión de resultados:*

Como podemos observar en las curvas estadísticas para el grupo experimental 2 el cual se alimenta con Lemna gibba y maíz tenemos una variación de los individuos GE 2a, GE 2b y GE 2c de 11%, 5% y 6 % respectivamente, con respecto al promedio de los pesos de los 3 individuos. Esta variación puede darse por los grandes niveles de fosforo y nitrógeno que contiene la planta, pudiendo hacer que sus sistema digestivo no lo asimile adecuadamente de igual forma para los 3 individuos o también pueda ser por textos señalados anteriormente que su crecimiento no sea el óptimo por que no se le esté suministrando alguna vitamina o proteína que normalmente le suministren a nivel de mercado, así como también puede ser por que no fueron adecuadamente alimentados con las debidos nutrientes en la primera semana de su crecimiento. Pero a diferencia del grupo experimental 1 su mayor índice de peso es de 1000 gr, teniendo un resultado favorable para los objetivos de la investigación.

3.3.4 Resultados generales de la investigación (11-05 al 09-06).

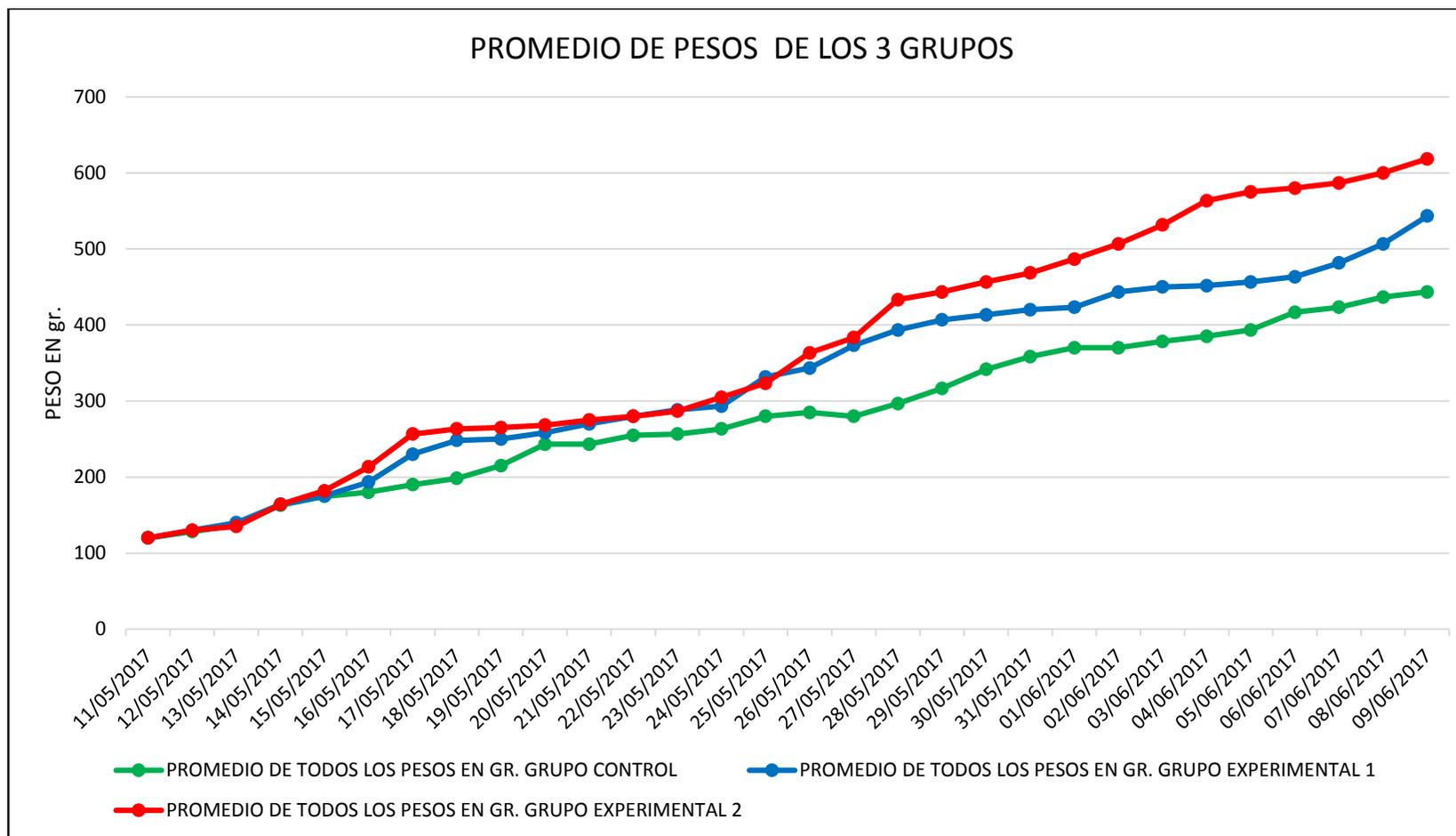


Figura 13. Promedio de los pesos en gr.

Fuente: Elaboración propia.

(*) No se considera a partir del 09 de junio en adelante para los promedios, ya que habido muerte de individuos en el grupo control

3.3.4.1 *Discusión de resultados generales:*

- ✓ Según la curva estadística podemos ver que la variación de pesos entre los grupos tanto de control y experimental son significativos, observando que el rendimiento de los pollos se ha visto influenciada por alimentación significativamente afectando a su desarrollo, ya que los animales alimentados con Lemna gibba obtuvieron una mejor ganancia de peso y por ende mayor crecimiento, probablemente por la cantidad de proteínas que contiene la planta acuática a diferencia del alimento que se le suministro al grupo experimental 1.
- ✓ Se observa que la ganancia de peso del grupo control es menor que los grupos experimentales.
- ✓ Dos 2 pollos del grupo control fallece a la 6ta y 7ta semana de haber comenzado el diseño experimental, se puede inferir que es por la cantidad de proteínas y vitaminas que no se le suministra ya que se alimentaban con 100% de maíz.
- ✓ El virus de New Castle aparece como se ha explicado con anterioridad provocando la muerte de una de uno de los individuos del grupo control, en este caso el individuo “C_b” es la que se ve afectada. Esto se puede deber a la alimentación o el hecho de que al momento de su nacimiento se haya visto relacionado con un ave ya contaminada con el virus. (Es.wikipedia.org, 2017).
- ✓ Las proteínas que se le han suministrado al grupo experimental 1 y grupo experimental 2 ya sea por medio de alimento procesado o por Lemna gibba han influenciados significativamente en su desarrollo.

CONCLUSIONES

Se concluye que la planta acuática *Lemna gibba* es viable para usarse como fuente de proteína en dietas para aves de corral (pollos), posee excelentes proteínas que ayudan a su crecimiento. El aprovechamiento de esta planta acuática contribuir a la descontaminación de pantanos de villa y a la oxigenación de los animales acuáticos que habitan el humedal, así como también contribuye socialmente ya que las personas que crían aves de corral pueden verse beneficiadas.

Se logró comprobar el óptimo crecimiento de las aves de corral alimentadas a base de la *Lemna gibba* mediante la realización de los pesos diariamente a los 3 grupos, tanto el grupo control como experimental. Se sacó una relación de promedio por día de peso hasta la semana 6ta semana. Se realizó un análisis de variación y se trabajó con la prueba de hipótesis alterna la cual se comprobó con la prueba de Tukey donde se pudo ver las diferencias significativas del GC hacia las del GE2, pudimos observar también que hay una diferencia de 37 de promedio no tan significativa entre el GE1 y GE2. Por ende se concluye que el GE 2 tiene un óptimo crecimiento, esto se debe a que se alimentaba a base de *Lemna gibba* y maíz.

Se logró determinar la competitividad del alimento *Lemna gibba* con respecto a los alimentos balanceados del mercado, mediante los cuadros estadístico hemos observado que existe una diferencia significativa entre los tres grupos tanto control como experimental, el grupo que ha consumido *Lemna gibba* es el que ha mantenido una variación significativa de pesos diarios como se observa en los resultados estadísticos. La

Lemna gibba ha permitido una excelente ganancia de peso a hacia el grupo experimental 2 el cual se ha visto favorecido no solo en peso sino también en cuanto al volumen.

Para ser competitiva la valoración debemos tener 3 cosas presentes antes de comenzar la cría de aves de corral: la genética, el ambiente donde será criado y el alimento a suministrar el cual dará producción más eficiente a menor costo. Dependiendo del grado de consumo ya que se necesita de tiempo para ir a la zona sacar la muestra y luego procesarla, a diferencia del alimento que venden en los puestos de mercado.

Hemos comprobado que la Lemna Gibba es una planta beneficosa así como también podemos deducir que esta especie agotadora de oxigeno como beneficia, altera al ecosistema de pantanos de villa causando la eutrofización y por ende muerte de animales acuáticos, malos olores entre otros impactos. Por ello es importante su estudio y tratamiento en los diferentes lagos, y lagunas en las que esta planta acuática este afectando.

RECOMENDACIONES

Estudiar la influencia de la Lemna gibba en diferentes animales de cría doméstica que sean comestibles a mayor profundidad que se encuentren cerca de la zona afectada pantanos de villa para poder aprovechar esta planta acuática rica en fósforo, nitrógeno y proteínas, y así contribuir en la descontaminación de las aguas de pantanos de villa.

Realizar estudios a las aguas de pantanos de villa antes de aprovechar la planta acuática Lemna gibba y después de ello para ver el grado de contaminación y descontaminación luego de su aprovechamiento.

Repetir la prueba experimental en diferentes épocas del año.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, S. and Mora, B. (2017). Contaminación del agua. Revista Biocenosis, [online] Vol. 20(1-2), p.137. Available at:
http://www.ficad.org/lecturas/adicional_uno_quinta_unidad_edga.pdf
- Arroyave, M. (2004). La lenteja de agua (*Lemna minor* L.): Una planta acuática promisoría. EIA, 1, pp.33-38.
- Carta del Agua, Consejo de Europa, 1968, p.1.
- Canales-Gutiérrez, Á. (2010). Evaluación de la biomasa y manejo de *Lemna gibba* (lenteja de agua) en la bahía interior del lago Titicaca, Puno. Ecología Aplicada, 9(1-2), pp.91-99.
- Clostre, G. and Suni, M. (2013). Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio del medio de cultivo en el rendimiento y valor nutritivo de *Lemna gibba* L. (*Lemnaceae*). Revista Peruana de Biología, 13(3), p.231.
- Contaminación y eutrofización del agua. (2010). 1st ed. montevideo: RAPAL Uruguay, p.15.
- Echarri, L. (1998). CIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE. [ebook] Universidad de Navarra., p.10. Available at:
<https://didactalia.net/comunidad/materialeducativo/recurso/ciencias-de-la-tierra-y-del-medio-ambiente-luis/3972a401-f117-41ed-b1dd-4fdab5794872>
- EL TIEMPO (2017). Dieta para engordar pollos. [online] p.1. Available at:
<http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1291680>

- Es.wikipedia.org. (2017). Enfermedad de Newcastle. [online] Available at:
https://es.wikipedia.org/wiki/Enfermedad_de_Newcastle [Accessed 22 Jun. 2017].
- Goitía Salcedo,, Y. and Romero López, T. (2011). Análisis preliminar de la metodología para obtener el perfil vertical de parámetros del nivel eutrófico de un embalse. INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL, VOL. XXXII, No. 3, Sep-Dic 2011, IXXXII(3), pp.39-46.
- Gonzales Salas, R., Ponce- Palafox, j., Aldivie navarro, M. and Romero Cruz, O. (2009). Utilización de harina de lenteja de agua en dietas para tilapia. Revista Industria Acuícola, 5(4), pp.16-20.
- Guía de manejos de Pollos de engorde (2013, p. 48)
- Guillén Aguirre, G. (2002). Diversidad protozoológica de los Pantanos de Villa, Chorrillos-Lima-Perú. Tesis de pre grado. Universidad nacional mayor de san marcos.
- Guillén, G., Morales, E. and Severino, R. (2003). Adiciones a la fauna de protozoarios de los Pantanos de Villa, Lima, Perú. Revista Peruana de Biología, [online] 10(2), p.única pagina. Available at:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332003000200008
- Guitierrez Gomez, k. (2000). Potencial de la planta acuática Lemna Gibba en la alimentación de cerdos. Tesis de pre grado. Universidad de Colima.

- Lemna ofrece proteínas de bajo costo para las aves de corral, dietas para cerdos.
- (2016). Feed International, [online] 37(3), pp.14-19. Available at: <http://www.feedinternational.com/201606/index.php?pageSet=0&contentItem=0#/34>.
- Manual de manejo de pollo de carne (2010, P. 16).
- Moreta Pozo, J. (2008). La eutrofización de los lagos y sus consecuencias Ibarra. Tesis pre-grado. Universidad Técnica del Norte.
- Oron, G. 1994. Cultivo de la lenteja de agua para la renovación y producción de biomasa. Agric. Agua Manage., 26: 27-40
- Ramírez, D. and Cano, A. (2010). Estado de la diversidad de la flora vascular de los Pantanos de Villa (Lima - Perú). Revista Peruana de Biología, 17(1), p.111.
- Ramírez, D. and Cano, A. (2011). Estado de la diversidad de la flora vascular de los Pantanos de Villa (Lima - Perú). Revista Peruana de Biología, 17(1), pp.111-114.
- Romero, M. (2010). Proceso de eutrofización de afluentes y su prevención por medio de tratamiento de efluentes. Ingeniería Primero, 17, p.67.
- Rook (2002). Lesser Duckweed, Lemna minor. [Online] Rook.org. Available at: <http://www.rook.org/earl/bwca/nature/aquatics/lemna.html>.
- Torres, M., Quinteros, Z. and Takano, F. (2006). Variación temporal de la abundancia y diversidad de aves limícolas en el refugio de vida silvestre Pantanos de Villa, Lima- Perú. Ecología Aplicada, 5(1-2), p.119.
- Zetina Córdoba, E. (2010). UTILIZACIÓN DE LA LENTEJA AGUA (LEMNACEAE) EN LA PRODUCCIÓN DE TILAPIA (OREOCHROMIS SPP.). Archivos de zootecnia, 59, pp.133-155.

Anexos

Anexos

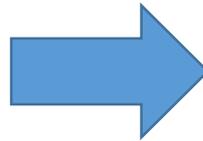
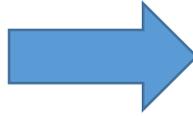
A. Pantanos de villa. (*Lemna gibba* muerta) deterioro del ecosistema.



B. Recolección de la *Lemna Gibba*



C. Procesamiento de la Lemna gibba en el laboratorio.



D. Separación de las muestras.



E. Dietas para las 3 muestras.



F. Peso de las aves de corral (pollos) y alimentación.

