



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

**FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y
CIENCIAS DEL MAR**



**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA PESQUERA ACUÍCOLA**

TESIS DE PREGRADO

**Efecto de tres porcentajes de inóculo de
Lactobacillus casei y tres concentraciones de arroz
sobre la acidez del ensilado de residuos de pescado**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO PESQUERO**

PRESENTADO POR:

Br. Evelyn Nathaly Lecarnaque Dioses

TUMBES, PERÚ

2019

RESPONSABLES

Br. EVELYN LECARNAQUÉ DIOSES

EJECUTORA

Mg. JORGE HUMBERTO CARRASCO CASARIEGO

ASESOR

JURADO DICTAMINADOR

Mg. MAGNO EGO MENDOZA DIOSES

PRESIDENTE

Dr. LEOCADIO MALCA ACUÑA

SECRETARIO

Dr. TEODORO EMILIO SEMINARIO
CHIRINOS

VOCAL

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme salud, sabiduría y las fuerzas necesarias para cumplir con los objetivos propuestos en mi carrera profesional.

Al Sr. Cruz Benavides Tiravanti y Mg. Jorge Humberto Carrasco Casariago por la ayuda en la elaboración de mi proyecto de tesis.

A la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar por el permiso concedido para utilizar el laboratorio de Tecnología Pesquera.

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar hasta éste punto de mi carrera profesional, con buena salud y vida, con ganas de seguir luchando por cumplir mi meta.

A mi hijo, Usiel, quien es el pilar fundamental en mi vida y esas ganas de levantarme cada mañana y salir adelante.

CONTENIDO

RESPONSABLES	2
JURADO DICTAMINADOR	3
AGRADECIMIENTO	4
DEDICATORIA	5
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN.	11
II. ANTECEDENTES.....	14
1.1. Bases teóricas científicas.....	17
1.2. Definiciones básicas.....	19
III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	22
3.1. Lugar y periodo de ejecución.....	22
3.2. Tipo de investigación.....	22
3.3. Población y muestra.....	23
3.4. Método de investigación	23
3.4.1. Descripción y obtención de los residuos de pescado.....	23
3.4.2. Procedimiento de preparación del ensilado.....	23
3.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	26
3.4.4. Análisis estadístico.....	26
IV. RESULTADOS.....	28
4.1. Efecto del porcentaje de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i>	28
4.2. Efecto de la concentración de arroz cocido.....	30
4.3. Composición nutricional, color y olor del ensilado biológico.....	32
4.4. Análisis estadístico.....	33
V. DISCUSIÓN.....	34
VI. CONCLUSIONES.....	36
VII. RECOMENDACIONES.....	37
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
ANEXOS.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tratamientos o proporciones de arroz cocido e inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i> utilizados en la elaboración del ensilado de residuos de pescado.....	38
Tabla 2. Componentes nutricionales del ensilado biológico de residuos de pescado elaborado con 15% de inóculo de <i>Lactobacillus casei</i> var. <i>rhamnosus</i> y 15% de arroz cocido. La concentración de los componentes en fresco fueron realizados en Cerper S.A.....	39
Tabla 3. pH promedios del ensilado a los 0, 1, 2, 3, 7, 15, 30 y 60 días, por efecto de las tres proporciones (5, 10 y 15 %) de arroz cocido y de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i>	40
Tabla 4. Acidez (% de ácido láctico) promedios del ensilado a los 0, 1, 2, 3, 7, 15, 30 y 60 días, por efecto de las tres proporciones (5, 10 y 15 %) de arroz cocido y de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i>	41
Tabla 5. Análisis de varianza del pH y acidez promedios del ensilado a los 0, 1, 2, 3, 7, 15, 30 y 60 días, por efecto de las tres proporciones de arroz cocido (5, 10 y 15 %) y tres proporciones de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i> (5, 10 y 15 %), utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.	42
Tabla 6. Prueba de Tukey del pH promedio del ensilado a los 0, 1, 2, 3, 7, 15, 30 y 60 días, por efecto de las tres proporciones de arroz cocido (5, 10 y 15 %) y tres proporciones de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i> (5, 10 y 15 %), utilizando el programa SPSS Statistics, versión 22.	43
Tabla 7. Prueba de Tukey de la acidez promedio del ensilado a los 0, 1, 2, 3, 7, 15, 30 y 60 días, por efecto de las tres proporciones de arroz cocido (5, 10 y 15 %) y tres proporciones de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i> (5, 10 y 15 %), utilizando el programa SPSS Statistics, versión 22.	44

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Imagen satelital de la ubicación del laboratorio de Tecnología Pesquera donde se realizó la experimentación.....	18
Figura 2. Molido del arroz quebrado crudo (izquierda) y arroz molido cocido (derecha)	23
Figura 3. Producto comercial Vacilor® (izquierda) e inóculo de yogurt de <i>L. casei</i> variedad <i>rhamnosus</i> preparado.....	24
Figura 4. Incubación del ensilado luego del mezclado y homogenizado.....	25
Figura 5. Análisis de acidez (izquierda) y medida del pH (derecha)	26
Figura 6. Variación del pH (izquierda) y la acidez (derecha) en tres porcentajes de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i> al 5% de arroz cocido en el ensilado biológico de residuos de pescado	27
Figura 7. Variación del pH (izquierda) y la acidez (derecha) en tres porcentajes de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i> al 10 % de arroz cocido en el ensilado biológico de residuos de pescado	28
Figura 8. Variación del pH (izquierda) y la acidez (derecha) en tres porcentajes de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i> al 15 % de arroz cocido en el ensilado biológico de residuos de pescado	46
Figura 9. Variación del pH (izquierda) y la acidez (derecha) en tres concentraciones de arroz cocido al 5% de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i> en el ensilado biológico de residuos de pescado.....	46
Figura 10. Variación del pH (izquierda) y la acidez (derecha) en tres concentraciones de arroz cocido al 10% de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i> en el ensilado biológico de residuos de pescado.....	47
Figura 11. Variación del pH (izquierda) y la acidez (derecha) en tres concentraciones de arroz cocido al 15 % de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i> en el ensilado biológico de residuos de pescado.....	46
Figura 12. Ensilado biológico de residuos de pescado elaborado con 15% de arroz cocido y 15 % de inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i>	46
Figura 13. Informe de ensayo emitido por Cerper S.A. sobre el análisis de composición nutritiva del ensilado	47

Efecto de tres porcentajes de inóculo de *Lactobacillus casei* y tres concentraciones de arroz sobre la acidez del ensilado de residuos de pescado

Br. Evelyn Lecarnaqué Dioses¹

Mg. Jorge Humberto Carrasco Casariego²

RESUMEN

En este estudio se investiga la combinación de los porcentajes de inóculo de *Lactobacillus casei* var. *ramnosus* y de arroz cocido en la elaboración del ensilado de residuos de pescado. Para la preparación del inóculo de yogurt de *L. casei* var. *ramnosus* se disolvió un sobre de 1 g del producto comercial Vacilor[®], que contiene la cepa de bacteria probiótica antes mencionada, en un litro de leche evaporada y se incubó a 40°C durante 6 h. El arroz cocido fue preparado a partir de arroz quebrado (subproducto) previamente molido, disuelto en agua fría, luego hirviendo y revolviendo la masa formada hasta que se cueza. En la elaboración del ensilado se mezclaron tres concentraciones de arroz cocido (5 %, 10 % y 15 %) y tres porcentaje de inóculo de *L. casei* var. *ramnosus* (5 %, 10 % y 15 %) obteniéndose nueve tratamientos. El incubado fue a 37 °C por dos días luego fue almacenado al ambiente. La acidez del ensilado de residuos de pescado, en términos de ácido láctico, fue mayor en las mayores porcentajes de inóculo de *L. casei* var. *ramnosus* (15%) y arroz cocido (15%); siendo su valor máximo 2,8% a los 4 días; disminuyendo luego. El mejor valor de pH del ensilado fue de 4,1 a los 4 días; subiendo notablemente luego de los 30 días. Los menores porcentajes de inóculo de *L. casei* var. *ramnosus* y arroz cocido presentaron una rápida descomposición; en tanto que los mayores duraron entre los 30 a 60 días. El ensilado presentó 86,3% de humedad, 7,1% de proteínas, 4,1% de grasa, 1,9% de cenizas y 0,7% de carbohidratos; siendo el nivel de proteína muy similar al de otros ensilado de residuos de pescado en base seca.

Palabras clave: *Lactobacillus casei*, ensilaje, probiótico, arroz.

¹ Bachiller de la Escuela de Ingeniería Pesquera Acuícola de la Universidad Nacional de Tumbes.

² Profesor de la Escuela de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar Universidad Nacional de Tumbes.

Tesis presentada para obtener el título profesional de Ingeniero Pesquero
Universidad Nacional de Tumbes
Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar
Escuela Académica Profesional de Ingeniería Pesquera Acuícola
Calle Los Ceibos S/N Puerto Pizarro, Tumbes-Perú
E-mail: evelyn_geminis_1993@hotmail.com, carrascocasarijorge@gmail.com

Effect of three percentages of inoculum of *Lactobacillus casei* and three concentrations of rice on the silage acidity of fish waste

Br. Evelyn Lecarnaqué Dioses¹

Mg. Jorge Humberto Carrasco Casariego²

ABSTRACT

In this study the combination of inoculum percentages of *L. casei* var. *rhamnosus* and cooked rice in the preparation of fish waste silage. For the preparation of the inoculum of yogurt from *L. casei* var. *rhamnosus* was dissolved in 1 g of the commercial product Vacilor®, which contains the aforementioned strain of probiotic bacteria, in a liter of evaporated milk and incubated at 40 ° C for 6 h. The cooked rice was prepared from broken rice (by-product) previously ground, dissolved in cold water, then boiling and stirring the selected dough until it is cooked. In the preparation of the silage, three percentages of cooked rice (5%, 10% and 15%) and three percentages of inoculum of *L. casei* var. *rhamnosus* (5%, 10% and 15%) obtaining nine treatments. The incubation was at 37 ° C for two days then it was stored in the environment. The acidity of the fish waste silage, in terms of lactic acid, was higher in the highest inoculum percentages of *L. casei* var. *rhamnosus* (15%) and cooked rice (15%); its maximum value being 2.8% at 4 days; decreasing later. The best pH value of the silage was 4.1 at 4 days; going up noticeably after 30 days. The lowest inoculum percentages of *L. casei* var. *rhamnosus* and cooked rice a rapid decomposition; while the elders lasted between 30 to 60 days. The silage found 86.3% moisture, 7.1% protein, 4.1% fat, 1.9% ash and 0.7% carbohydrates; the protein level being very similar to that of other silage of dried fish residues.

Keywords: *Lactobacillus casei*, silage, probiotic, rice.

¹ Bachelor of the School of Aquaculture Fishing Engineering of the National University of Tumbes.

² Professor of the School of Fishing Engineering of the National University of Tumbes.

Thesis presented to obtain the professional title of Fisheries Engineer
National University of Tumbes
Faculty of Fisheries Engineering and Marine Sciences
Professional Academic School of Aquaculture Fisheries Engineering
Calle Los Ceibos S / N Puerto Pizarro, Tumbes-Peru
E-mail: evelyn_geminis_1993@hotmail.com, carrascocasariogorge@gmail.com

I. INTRODUCCIÓN.

Los residuos generados por la actividad pesquera representan alrededor del 50 % de la materia prima original. Se estima que alrededor del 35 % de la producción mundial de harina de pescado proviene de residuos de la industria pesquera (FAO 2014). Estos muchas veces no son aprovechados generando un aumento de la contaminación ambiental. Dentro de los procesos tecnológicos más sustentables para el aprovechamiento de estos desechos se encuentra la producción de ensilado biológico, que puede ser utilizado como ingrediente proteico para la elaboración de dietas balanceadas para aves, ganado, peces, crustáceos y otros animales (Green, Wiseman and Cole 1988).

En las últimas décadas se ha incrementado el interés por la preparación de ensilado biológico a partir de residuos orgánicos, utilizando cepas probióticas que ofrecen protección contra las bacterias patógenas y otros beneficios como el mejoramiento de la digestibilidad de los alimentos. Comúnmente se utilizan las bacterias del yogurt *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, así como también otras especies.

Una de las especies que aún no ha sido usada en la preparación de ensilado es *Lactobacillus casei*. Éste es un bacilo microaerófilo, gram positivo, catalasa negativo, forma ácido láctico como producto principal de la fermentación de los azúcares, por lo tanto se considera microorganismo homofermentador (Díaz 2004). Se ha demostrado su efecto probiótico y su supervivencia en el tracto gastrointestinal humano (Goldin et al. 1992); por lo que resultaría importante utilizarlo en la elaboración de ensilado.

Sin embargo, como todo lactobacilo, requiere de una fuente de energía (sustrato) para desarrollarse y convertir los azúcares en ácido láctico. Normalmente para la elaboración de ensilado se utiliza melaza como fuente de energía. Actualmente, debido a la creciente demanda de este producto, dentro de ellos la actividad acuícola como el cultivo de langostino, ha generado un incremento de su precio de hasta más de cuatro veces, en aproximadamente diez años. Esto nos lleva a buscar nuevos insumos como fuentes de energía.

Uno de ellos lo constituye el arroz quebrado, cuyo precio es hasta de una cuarta parte del precio actual de la melaza. El arroz, cuya composición es la misma que la del arroz quebrado, ha sido utilizado desde hace mucho tiempo en la preparación del koji, un alimento fermentado milenario originario de Japón, preparado a base de arroz precocido al vapor en el que se siembra una cepa de *Aspergillus oryzae* (Christen 1995). Otro producto que se obtiene de la fermentación del arroz es el masato de arroz, utilizando para este caso enzimas (Becerra 2014). Así también ha sido utilizado en la elaboración de ensilado de residuos de pota usando bacterias del yogurt (*S. thermophilus* y *L. bulgaricus*) (Carrasco 2016).

Sin embargo, debido a la importancia probiótica que tiene el *Lactobacillus casei* y lo económico que representa el arroz quebrado, es necesario determinar bajo qué concentración de estos componentes en la elaboración del ensilado biológico se puede obtener un producto conservable al medio ambiente. Un parámetro determinante de su conservación y calidad es la acidez, como resultado de la producción de ácido láctico y otros ácidos orgánicos generados durante la fermentación; subiendo a niveles que inhiben el desarrollo de microorganismos patógenos lo que resulta en un producto final microbiológicamente seguro (Rabia et al. 1993).

Por esta razón, la presente investigación, tiene como objetivo determinar con cuál de las tres concentraciones de arroz cocido (5 %, 10 % y 15 %) y porcentaje de inóculo de *Lactobacillus casei* var. (5 %, 10 % y 15 %) se logra una mayor acidez del ensilado de residuos de pescado.

Debido a la creciente demanda de insumos proteicos para la elaboración de alimento balanceado para animales acuáticos y terrestres, y, el cada vez más elevado precio de la harina de pescado, principal insumo, los investigadores están optando por descubrir nuevas alternativas para sustituir a éste insumo. El aprovechamiento de los residuos hidrobiológicos se está haciendo más interesante. Una de las tecnologías para el aprovechamiento de estos recursos es la elaboración de harina a partir de estos residuos; sin embargo, la elaboración de ensilado biológico de estos residuos constituye la mejor opción debido a las siguientes razones: permite el aprovechamiento integral del residuo, su tecnología de elaboración presenta el menor impacto ambiental, contiene bacterias probióticas que contribuyen a la defensa del

organismo y proporciona una mayor digestibilidad de los insumos del alimento balanceado.

II. ANTECEDENTES.

Spanopoulos-Hernandez et al. (2010), produjeron ensilados y determinaron los cambios en la composición química y microbiológica de desechos del ahumado de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis* sp.), fermentados con un inóculo comercial de *Lactobacillus casei*. Evaluaron el efecto de la proporción de melaza de caña de azúcar, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones, para los desechos del atún aleta amarilla *Thunnus albacares* y de tilapia *Oreochromis* sp., en ambos casos se empleó una proporción de melaza al 12, 15, 20 y 25 % (peso/peso) con un porcentaje fijo de inóculo comercial (3 % v/p) y se incubaron por 96 horas a 30 ± 1 °C. A los 6 días de fermentación ambos ensilados presentaron características físicas y químicas aceptables. La acidificación más alta en atún se obtuvo a las 96 horas en todos los niveles de melaza con 3,03 y 2,93 % de ATT para el 15 y 20 % de melaza respectivamente y la menor cantidad de ATT fue de 2,61 % con el 12 % de melaza. El pH a las 96 horas disminuyó de 6,60 a 4,51, 4,55, 4,53 y 4,58 con melaza al 12, 15, 20 y 25 % respectivamente, sin embargo, la acidez más baja se obtuvo en la proporción de melaza de 12 %. En el ensilado de Tilapia también se obtuvo la acidificación más alta a las 96 horas y esta fue de 1,10, 2,10, 2,12 y 2,16 % de ATT en el ensilado con la proporción de melaza de 12%, 15 %, 20 % y 25 % respectivamente. El valor inicial de pH fue de 6,94 y disminuyó hasta 4,53 a las 96 horas en las inclusiones de melaza de 20 y 25 % y de 4,63 y 5,00 en los niveles de 15 y 12 % respectivamente. Para los valores de pH y para el porcentaje de la acidez entre las cuatro proporciones de melaza no se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$).

Gama (2013) realizó un trabajo donde utilizó dos subproductos de la pesca calamar (*Dosidicus gigas*) y almeja (*Argopecten ventricus*) y aplicó un proceso de ensilado biológico, con la finalidad de obtener alimentos para la alimentación de organismos marinos (camarón). Se evaluaron diferentes marcas de yogur por su capacidad de funcionar como inóculo, el sustrato que se utilizó fue melaza. Después de probar varios productos comerciales, el producto Sofúl (10%) fue seleccionado como un cultivo de arranque, que contiene una mezcla de *Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus Shirota*. Los ensilados de desechos de

almeja y de calamar presentaron una excelente composición química, el ensilado de desechos de almeja contiene 40% de proteínas mientras que el ensilado de desechos de calamar contiene 32% por lo que pueden ser útiles como fuentes de proteína, y en el caso del ensilado de desechos de calamar -contiene 18,6% de extracto etéreo- una buena fuente de lípidos. Los ingredientes que contengan al menos 20% de proteína cruda se considera que pueden ser suplementos proteicos con el desarrollo de este trabajo se generará una alternativa de empleo en la comunidad, también los potenciales riesgos para la salud que en la actualidad implica el manejo de estos desechos se reducirán.

Churacutipa (2016) obtuvo una formulación óptima del proceso de ensilado biológico a partir de los residuos de trucha (*Oncorhynchus mykiss*), desarrolló una técnica de fermentación con “koji” (*Aspergillus orizae* y *Sacharomises cerevisae*) a diferentes temperaturas y tiempos en sustratos como la cebada (20-45°C y 12-60 h), papa (20-40°C y 24 a 72 h) y arroz (20-45°C y 12-60 h) y los resultados fueron analizados mediante el método de superficie de respuesta. Se realizaron formulaciones para el procesamiento de ensilado usando tres insumos (residuos de truchas, melaza y cultivo de “koji” desarrollado en los sustratos de cebada, papa y arroz). Los parámetros considerados para determinar la formulación óptima y la vida útil fueron el pH, % de acidez, el olor y el contenido de Histamina. Respecto a la formulación, se tuvieron 4 formulas (tratamientos = T) fueron desarrolladas durante 93 días. Las cantidades de los tres insumos que se consideraron en cada uno de los cuatro tratamientos desarrollados fueron; el T1 (3000 g, 450g y 300 g de “koji” en papa), el T2 (3000 g, 450g y 300 g de “koji” en arroz), el T3 (3000 g, 200g y 550 g de “koji” en arroz) y el T4 (3000 g, 450g y 300 g de “koji” en cebada). Los parámetros (pH y olor) fueron registrados cada 24 horas, y los resultados fueron analizados a los 1, 7, 28, 40, 50, 79 y 93 días, mientras que el % de acidez a los 1, 7, 11 y 26 días y el de histamina a los 25, 52 y 93 días de fermentación del ensilado. Los resultados obtenidos indican que el cultivo de “koji” se desarrolló mejor a diferentes parámetros (temperatura y tiempo) en la cebada (25°C y 60 h), en la papa (26°C y 62 h) y en el arroz (26°C y 60 h). Asimismo, los resultados en las variables en estudio (pH, % de acidez, olor) a los 7 días fueron para el T1 (4,47, 0,87, 5,0), T2 (4,54, 0,92, 4,0), T3 (4,69, 2,35, 4,0) y el T4 (5,55, 1,89, 2,0) y fueron estadísticamente diferentes ($P < 0,001$), mientras que a los 93 días los parámetros (pH,

olor e Histamina) se evaluaron en tres tratamientos y los resultados fueron diferentes ($P < 0,03$) para el T1 (4,39, 5,0 y 141,10), T2 (4,41, 5,0 y 83,70) y T3 (4,63, 3,0 y 82,40) se mantuvieron mejores para los tratamientos T1 y T2. Finalmente, concluyeron que el tratamiento 2 fue la mejor formulación de ensilado de residuos de trucha, debido a su rápida reducción en el pH, mejor olor, menor contenido de Histamina y estabilidad del producto hasta los 93 días que duró el experimento, por lo que se recomienda su utilización.

Albrecht-Ruiz y Salas (2013) prepararon ensilajes de residuos crudos de anchoveta molidos a través de dos cribas (3,5 y 8 mm) luego mezclados con melaza y koji (preparado con *Aspergillus oryzae*) en proporción 10: 1,5: 1,0, respectivamente. Las mezclas fueron incubadas a temperatura ambiente y a 40 °C por 96 horas y luego almacenadas al ambiente; ambos ensilados presentaron fermentación e hidrólisis, alcanzando estabilidad por un mes independientemente del tamaño de partícula. En las pruebas de escalamiento, los residuos fueron molidos en la criba de 8 mm y evaluados durante tres meses, el ensilado incubado a 40 °C fermentó e hidrolizó con mayor rapidez, presentando un menor contenido de histamina (426 mg/kg), mientras que en el mismo periodo las muestras al ambiente presentaron valores de 708 mg/kg.

Carrasco (2016) en la elaboración de ensilado de residuos de papa usando bacterias del yogurt (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) encontró que de 5 a 10 % de arroz quebrado en peso seco se obtiene del 1,6 al 2,1 % de acidez en ácido láctico.

Encomendero y Uchpa (2002) elaborando ensilado biológico de residuos de concha de abanico con niveles de melaza de 4,3% a 10,3% e inóculo de yogurt en niveles de 8,7% a 20,7%, obtuvo niveles de pH alrededor de 4,3 a las 48 horas. En el ensilado de cabeza de langostino, niveles de melaza del 10% y 15% así como del inóculo de yogurt alrededor de 10,5%, se obtienen pH de 4,5 y 2,8% de acidez en ácido láctico (Mendoza y Carrasco 2007). El olor del ensilado está estrechamente relacionado con el nivel de bases volátiles nitrogenadas totales; así, en el ensilado valores por encima de 100 mg de N/100g de muestra olores desagradables (Mendoza y Carrasco 2007), y por debajo de 50 mg de N/100g de muestra, olores agradables a frutas fermentadas (Areche y Berenz 1989).

1.1. Bases teóricas científicas.

El consumo de animales domésticos, el procesamiento de productos pesqueros y de acuicultura, y la alimentación humana cotidiana, generan una serie de residuos de alto valor nutritivo potencial. Entre las variadas alternativas para su aprovechamiento, su utilización como alimento animal generalmente representa una de las mejores opciones desde el punto de vista económico y de eficiencia biológica. El aprovechamiento alternativo de estos residuos evita la contaminación del medio ambiente que se ocasiona al desechar los mismos en los cuerpos de agua y en el suelo (Bermúdez et al. 1999).

Los ensilados biológicos se basan en la fermentación ácido-láctica y son un excelente producto proteínico de alto valor biológico que se ha empleado para la alimentación animal y se ha elaborado con especies de pescado de bajo valor comercial, desechos de peces marinos y del pescado de las industrias (Vidotti et al. 2003).

Los ensilados son alimentos que tradicionalmente se elaboraban a partir de la descomposición de materiales vegetales, hierbas, pajas, hojas de remolacha, con una mezcla de melaza diluida. El proceso consistía en fermentar los componentes por medio de bacterias lácticas que se encuentran en los mismos materiales utilizados y después de un tiempo se empleaban como alimento para animales en épocas que no era posible conseguir forrajes (Areche y Berenz 1989).

En el ensilado microbiano o biológico se le agrega al pescado una fuente de carbono y un microorganismo, capaz de utilizar el substrato y producir ácido láctico. Se han estudiado diferentes fuentes de carbono tales como harinas de maíz, harina de avena, cebada, malteada, arroz, yuca, azúcar, melaza, etc. y distintos organismos productores de ácido láctico, entre otros, *Lactobacillus plantarum*, *Hansenula montevideo*, bacterias lácticas del yogur y fermentos biológicos preparados con variedades de frutas y hortalizas como repollo, papaya, banana, piña, camote, yuca, etc.

El ensilado bacteriano incluye a varios tipos de fermentación: acética, propiónica y láctica. Consiste en utilizar un inóculo de bacterias seleccionadas produciendo ácido in situ a partir de una fuente de carbohidratos tales como malta,

melazas, yuca, dextrosa, etcétera (Evers y Carroll 1996). Este método está basado en una fermentación natural; es una de las formas más antiguas para la preservación de alimentos. Como resultado de la producción de ácido y disminución del pH se inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos y de descomposición causantes de la degradación del sustrato.

La composición química del ensilado depende mucho de la materia prima, así como también del resto de los ingredientes; la variación de la composición durante la fermentación no es significativa. Tacon (1989) reporta para el ensilado de cabeza de camarón: 81% de humedad, 14,1% de proteína, 1,4% de extracto etéreo, 3,5% de cenizas, 1,8% de calcio y 0,3% de fósforo. Berenz (1995), reporta la composición química proximal del ensilado de residuos de sardina: humedad, 63,32%, grasa, 5,31%, proteína total, 18,46%, cenizas, 8,15%, carbohidratos, 4,76%, calcio, 1,56%, fósforo, 1,06%, hierro, 12 mg/kg, magnesio, 19 mg/kg. Estos componentes demuestran la importancia nutricional del ensilado biológico.

El género *Lactobacillus* (lactis-leche; bacillus-pequeños bacilos) se caracteriza por presentar células en forma de bacilos largos y extendidos, aunque con frecuencia pueden observarse bacilos cortos o coco-bacilos coryneformes (Kandler and Weiss 1992).

Los lactobacilos pueden encontrarse en productos lácteos, quesos, granos, productos cárnicos o de pescado, agua, aguas cloacales, cervezas, vinos, frutas y jugos de frutas, col y otros vegetales fermentados, ensilajes, masas agrias y pulpas (Venema, Huis and Hugenholtz 1996), aunque también forman parte de la flora normal de la boca, el tracto gastrointestinal. También pueden encontrarse en hábitats secundarios como los fertilizantes de origen orgánico. Algunas especies individuales se han adaptado a determinados nichos ecológicos, que son de hecho sus hábitats naturales, siendo muy difícil encontrarlos fuera de éstos (Kandler and Weiss 1992).

Los *Lactobacillus casei* son un tipo de bacteria probiótica muy eficaz para equilibrar la microflora intestinal, prevenir los trastornos intestinales, regular el sistema inmune específicamente de la respuesta inmune celular y además posee una potente acción antidiarreica. Industrialmente, *L. casei* tiene aplicaciones como probióticos en humanos, como cultivo iniciador ácido-productor para fermentaciones

de leche y especialmente como cultivos para la intensificación y aceleración de desarrollo de sabores en ciertas variedades de quesos madurados con bacterias.

El arroz quebrado, contiene 11,3 % de humedad, 7,5 % de proteína cruda, 0,6 % de extracto etéreo, 0,3 % de fibra cruda, 79,7 % de extracto libre de nitrógeno, 0,6 % de cenizas, 0,19 % de calcio y 0,13 % de fósforo (Tacon 1989).

La producción de ácido por los microorganismos conduce a la caída del pH. De allí la importancia que tiene la medida del pH, porque no solamente está evaluando la producción de ácido, sino que también la actividad de los microorganismos ácido lácticos, la estabilidad y la calidad del ensilado. Los niveles de ácidos lácticos en el pescado son insuficientes para bajar el pH a valores que permitan suprimir el crecimiento de bacterias Gram-negativas. Por otra parte, el equilibrio entre la producción de ácido láctico y amonio en el pescado depende de la cantidad de azúcares libres disponibles en el sistema (Hall, 2002). Por lo tanto, la selección de la fuente de carbono y el nivel apropiado de esta son factores determinantes, ya que el proceso requiere carbohidratos fácilmente fermentables como una fuente de carbono para el crecimiento de las bacterias ácido lácticas; de modo que, se pueda lograr una excelente acidificación en tiempo corto (Cira et al. 2002).

El aumento en la acidez del ensilaje se debe a los ácidos orgánicos producidos por los microorganismos presentes, siendo el ácido láctico el más abundante (León, 2003). El ácido producido favorece la acción de las enzimas, se reduce el pH a niveles que inhiben el desarrollo de las bacterias putrefactivas y patógenas, lo que resulta en un producto microbiológicamente seguro (Díaz 2004).

1.2. Definiciones básicas.

Ensilado de pescado: se define como un producto semilíquido, obtenido a partir de la totalidad del pescado entero o partes del mismo. Este estado se alcanza por efecto de las enzimas proteolíticas contenidas en el mismo pescado. Estas enzimas presentan su mayor actividad cuando el pH se reduce a valores cercanos a 4, por efecto de la producción o la adición de ácidos. A este pH se impide la descomposición del producto. El ensilado es un producto estable a temperatura ambiente por mucho tiempo. Los estudios de estabilidad del ensilado muestran que es factible almacenarlo por períodos mayores a 6 meses sin requerir de refrigeración (Bello 1994).

Ácido láctico: El ácido láctico es un ácido orgánico natural utilizado en la industria química, farmacéutica, de alimentos y de plástico. Posee dos isómeros ópticos: el D (-) láctico y el L (+) láctico y una forma racémica constituida por fracciones equimolares de las formas L (+) y D (-). El isómero D (-) es perjudicial al metabolismo humano y puede generar acidosis y descalcificación, mientras que el ácido L (+) láctico es considerada sustancia GRAS (reconocido como seguro para uso como aditivo alimenticio). El ácido L (+) láctico purificado se obtiene de procesos de separación, concentración y secado (García, Arrázola y Durango 2010).

Bacterias ácido lácticas: son bacilos y cocos que comprenden un gran número de bacterias gram-positivas que tienen como característica la producción de ácido láctico a partir de carbohidratos. Toleran condiciones ácidas, son no esporuladoras, nomóviles, anaeróbicos, microaerófilicos o aerotolerantes, oxidasa, catalasa y bencidina negativas, carecen de citocromos, no reducen el nitrato a nitrito, con metabolismo estrictamente fermentativo y obtienen su energía sólo mediante fosforilación a nivel de sustrato, la mayoría obtiene su energía solo del metabolismo de los azúcares por lo que habitan en lugares ricos en azúcar. Son bacterias pertenecientes a los géneros *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* y *Streptococcus* (Ramírez *et al.*, 2011).

Arroz: es la semilla de la planta *Oryza sativa* (simplemente arroz o arroz asiático) o de *Oryza glaberrima* (arroz africano). Se trata de un cereal considerado alimento básico en muchas culturas culinarias (en especial la cocina asiática), así como en algunas partes de América Latina.

Acidez: El pH es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución. En 1909, el químico danés Sorensen definió el potencial hidrógeno (pH) como el logaritmo negativo de la concentración molar (más exactamente de la actividad molar) de los iones hidrógeno.

III. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1. Lugar y periodo de ejecución.

El experimento se realizó en el laboratorio de Tecnología Pesquera ubicado en la Villa Puerto Pizarro - Tumbes ($3^{\circ} 30' 24''$ S y $80^{\circ} 23' 41''$ O) en la Facultad de Ingeniería Pesquera y Ciencias del Mar de la Universidad Nacional de Tumbes. El periodo de ejecución comprendió desde el 26 de octubre de 2017 hasta el 11 de diciembre de 2018.



Figura 1. Imagen satelital de la ubicación del laboratorio de Tecnología Pesquera donde se realizó la experimentación.

3.2. Tipo de investigación.

De acuerdo al fin que persigue: Aplicada, porque la determinación de la proporción adecuada de inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus* y de arroz quebrado puede ser aplicado inmediatamente para la elaboración exitosa del ensilado.

De acuerdo al diseño de contrastación de la hipótesis: Experimental, porque la hipótesis ha sido comprobada mediante un experimento con tratamientos.

3.3. Población y muestra.

Población: Todos los residuos de pescado que se descartan como producto del fileteado, se consideraron como población.

Muestra: La muestra que se utilizó en el estudio fue basada en los residuos del fileteado de *Diplectrum conceptione*.

3.4. Método de investigación

3.4.1. Descripción y obtención de los residuos de pescado.

La materia prima para la elaboración de ensilado de pescado se obtuvo de la actividad del fileteado realizado en el desembarcadero de Puerto Pizarro, como vísceras, cabeza, espinazo y piel. Estos residuos presentaron características organolépticas aceptables para su procesamiento.

3.4.2. Procedimiento de preparación del ensilado.

La preparación del ensilado biológico de residuos de pescado siguió el procedimiento propuesto por Areche y Berenz (1989): Cocido de los residuos, molido, mezclado con los ingredientes y homogenizado, incubado y conservación al ambiente.

a) Cocción y molienda de los residuos de pescado.

Los residuos de pescado fueron cocidos en una olla a 100 °C por 20 minutos. Posteriormente fueron molidos. El líquido exudado, producto del cocido, fue utilizado para el molido. El tamaño de las partículas después del molido fue lo suficientemente pequeñas para luego ser más efectiva la acción de las bacterias del inóculo.

b) Preparación del arroz cocido.

El arroz quebrado fue molido en crudo (figura 2) para un cocido más rápido y efectivo. Luego se hizo hervir una cantidad de agua similar a la del arroz molido a cocer y con otra cantidad doble de agua fría se disolvió la porción de arroz molido. Seguidamente se agregó el arroz disuelto en el agua hirviendo y revolviendo la masa formada hasta que se cueza.

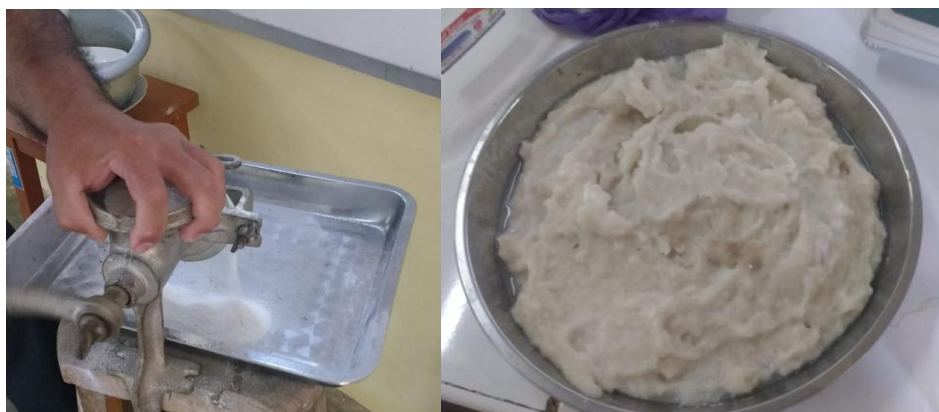


Figura 2. Molido del arroz quebrado crudo (izquierda) y arroz molido cocido (derecha).

c) Preparación del inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus*

Para la preparación del inóculo de yogurt de *L. casei* var. *rhamnosus* se disolvió un sobre de 1 g del producto comercial Vacilor[®] (figura 3), que contiene la cepa de bacteria probiótica antes mencionada, en un litro de leche evaporada y se incubó a 40°C durante 6 h.



Figura 3. Producto comercial Vacilor[®] (izquierda) e inóculo de yogurt de *L. casei* variedad *rhamnosus* preparado.

d) Mezclado y homogenizado

La mezcla de los residuos de pescado con arroz cocido e inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus* se hizo a temperatura ambiente, inmediatamente después que los residuos alcanzaron temperaturas alrededor de los 47 °C. Las proporciones (tratamientos) en las cuales se hizo el mezclado se presentan en la Tabla 1. Se hicieron dos repeticiones por cada tratamiento.

El homogenizado se realizó con una espátula independientemente en cada recipiente (unidad experimental).

Tabla 1. Tratamientos o proporciones de arroz cocido e inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus* utilizados en la elaboración del ensilado de residuos de pescado.

Tratamiento	Proporción de Arroz cocido + Inóculo de <i>L. casei</i> var. <i>rhamnosus</i>
T1	5% Arroz cocido + 5% Inóculo de yogurt
T2	5% Arroz cocido + 10% Inóculo de yogurt
T3	5% Arroz cocido + 15% Inóculo de yogurt
T4	10% Arroz cocido + 5% Inóculo de yogurt
T5	10% Arroz cocido + 10% Inóculo de yogurt
T6	10% Arroz cocido + 15% Inóculo de yogurt
T7	15% Arroz cocido + 5% Inóculo de yogurt
T8	15% Arroz cocido + 10% Inóculo de yogurt
T9	15% Arroz cocido + 15% Inóculo de yogurt

e) Incubación.

Después del homogenizado, cada recipiente fue cerrado herméticamente y guardado en la incubadora de 40 °C por 48 horas (figura 4). Posteriormente fueron almacenados a temperatura ambiente.



Figura 4. Incubación del ensilado luego del mezclado y homogenizado.

3.4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Determinación de acidez y pH del ensilado.

Se midió la acidez (en términos de ácido láctico) y el pH (figura 5). Cada uno de estos análisis se hizo: inmediatamente después de elaborado el ensilado, a los días 1, 2, 3, 7, 15, 30 y 60.



Figura 5. Análisis de acidez (izquierda) y medida del pH (derecha).

b) Determinación de la composición nutritiva del ensilado.

La composición nutritiva del ensilado fue realizada en la empresa Certificaciones del Perú S.A. (Cerper S.A.). La muestra de ensilado utilizada para este análisis fue el ensilado biológico de residuos de pescado elaborado con 15% de inóculo de *Lactobacillus casei* var. ramsun y 15% de arroz cocido.

3.4.4. Análisis estadístico.

El diseño experimental a aplicar es el de estímulo creciente. Se analizó a través del diseño completamente al azar. Los nueve tratamientos tuvieron dos repeticiones. Para determinar la acidez y composición nutritiva por efecto de las concentraciones de arroz cocido e inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus*, se aplicó el análisis de varianza (ANVA) a un nivel de significancia del 5 % para el diseño establecido.

Para determinar con cuál de los tratamientos se obtiene el mejor nivel de composición nutritiva y acidez se utilizará la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 5 %.

IV. RESULTADOS.

4.1. Efecto del porcentaje de inóculo de *L. casei* var. *ramnosus*.

A un 5% de arroz cocido, el 15% de inóculo fue mejor que a 5% y 10%. Esto se puede observar en la figura 6; pues, el pH a un 15% de inóculo se mantuvo siempre por debajo que el de los otros tratamientos, en tanto que la acidez fue relativamente superior. Además se puede ver que la duración del ensilado al 15% de inóculo fue mayor.

Los valores de pH en los tres porcentajes de inóculo llegaron alcanzar el menor valor (4,5) en el día 3; en tanto que la acidez alcanzó su mayor valor el día 4, siendo diferente entre porcentaje de inóculo, variando de 1,5% a 2,7%.

Nótese en esta figura que las líneas no continuaron hasta más allá de los 30 días por cuanto el ensilado presentó descomposición (tablas 3 y 4); prueba de ello es que el pH comenzó a subir luego del día 3 y la acidez a bajar luego del día 4, tal como se observa en esta figura.

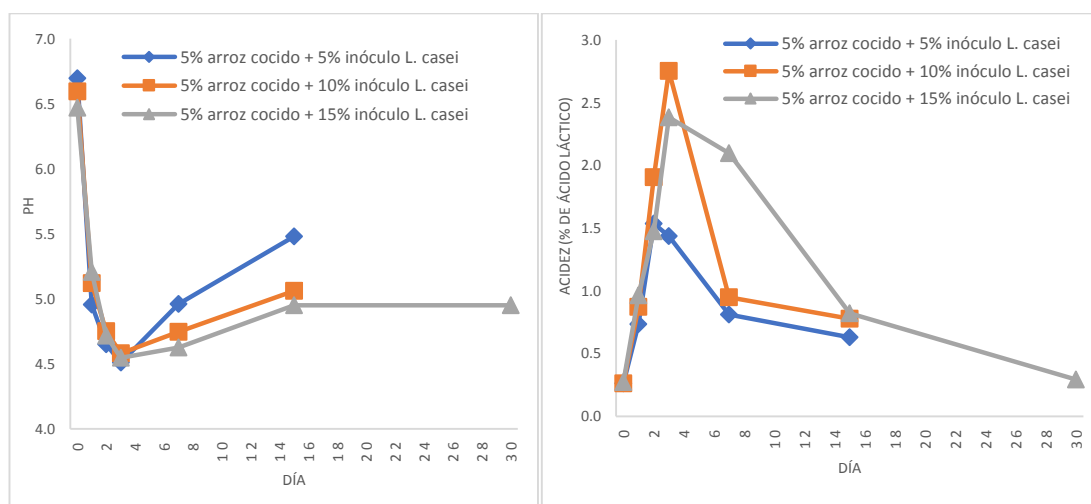


Figura 6. Variación del pH (izquierda) y la acidez (derecha) en tres porcentajes de inóculo de *L. casei* var. *ramnosus* al 5% de arroz cocido en el ensilado biológico de residuos de pescado.

A un 10% de arroz cocido, no se observa una clara diferencia entre los tres porcentajes de inóculo (figura 7); aunque el pH a un 15% de inóculo fue ligeramente más bajo en el tercer día, alcanzando un valor alrededor de 4,2. Sin embargo la acidez fue mayor en el día 4, llegando a un 3%.

En esta figura, el pH se mantuvo bajo hasta el día 30, posteriormente subió. La acidez empezó a bajar a partir del día 4. Todos los ensilados no duraron más allá de los 60 días (tablas 3 y 4).

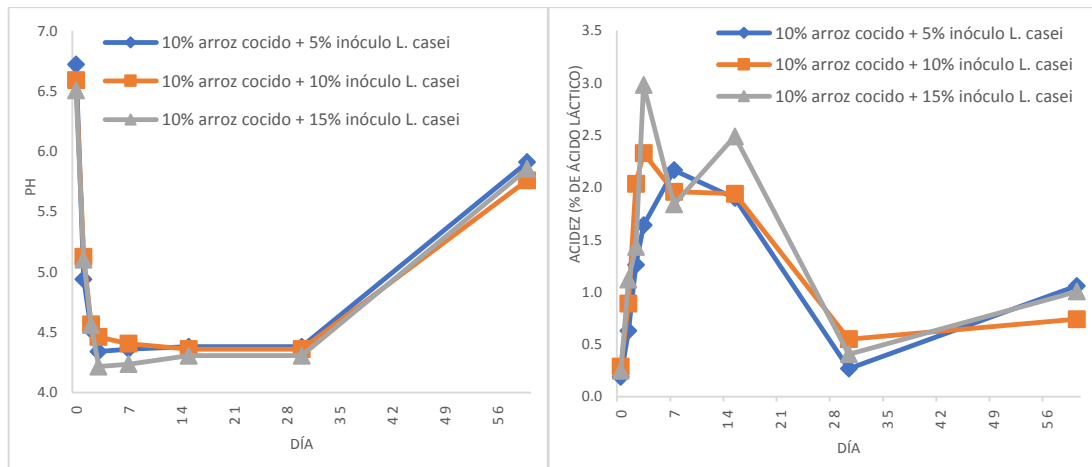


Figura 7. Variación del pH (izquierda) y la acidez (derecha) en tres porcentajes de inóculo de *L. casei* var. *ramnosus* al 10 % de arroz cocido en el ensilado biológico de residuos de pescado.

A un 15% de arroz cocido, se aprecia una diferencia a favor a un 15% de inóculo respecto a los otros porcentajes menores en el pH; aunque no se ve una clara diferencia en cuanto a la acidez, luego del día 30 (figura 8). Todos los ensilados no duraron más allá de los 60 días (tablas 3 y 4).

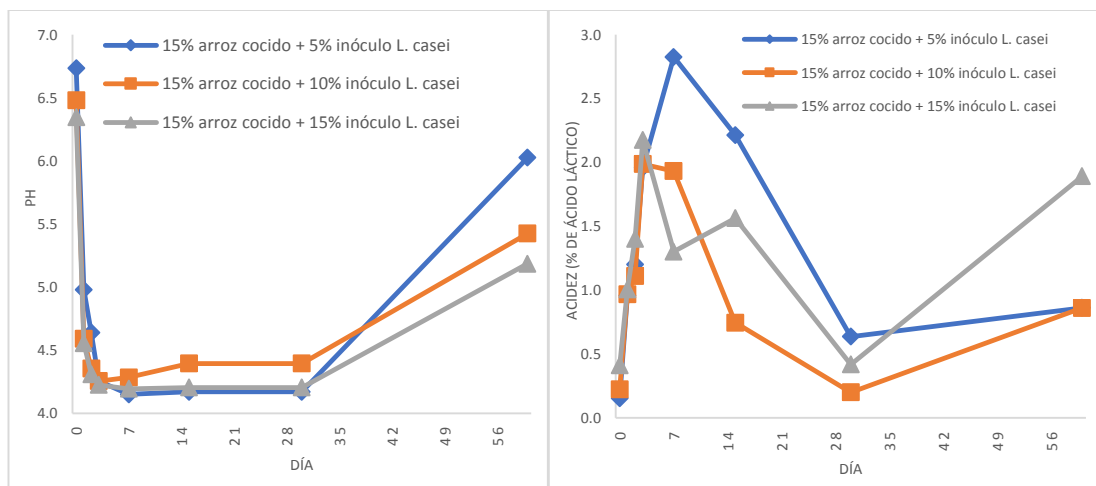


Figura 8. Variación del pH (izquierda) y la acidez (derecha) en tres porcentajes de inóculo de *L. casei* var. *ramnosus* al 15 % de arroz cocido en el ensilado biológico de residuos de pescado.

4.2. Efecto de la concentración de arroz cocido.

A un 5% de inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus*, el ensilado elaborado a 15% y 10% de arroz cocido fue mejor que a 5%, tanto en el pH como en la acidez (figura 9).

Hasta el día 30, el pH estuvo entre 4,0 y 4,5, subiendo posteriormente. A un 5% de arroz cocido el pH comenzó a subir y la acidez a bajar a partir del día 4. A este porcentaje de arroz cocido el ensilado duró un máximo de dos semanas; en tanto que en los otros tratamientos, un máximo de 60 días (tablas 3 y 4).

Los valores de pH en los tres porcentajes de inóculo llegaron alcanzar valores entre 4,0 a 4,5 en el día 3; en tanto que la acidez alcanzó su mayor valor el día 7, siendo diferente entre porcentaje de inóculo, variando de 1,5% a 2,7%.

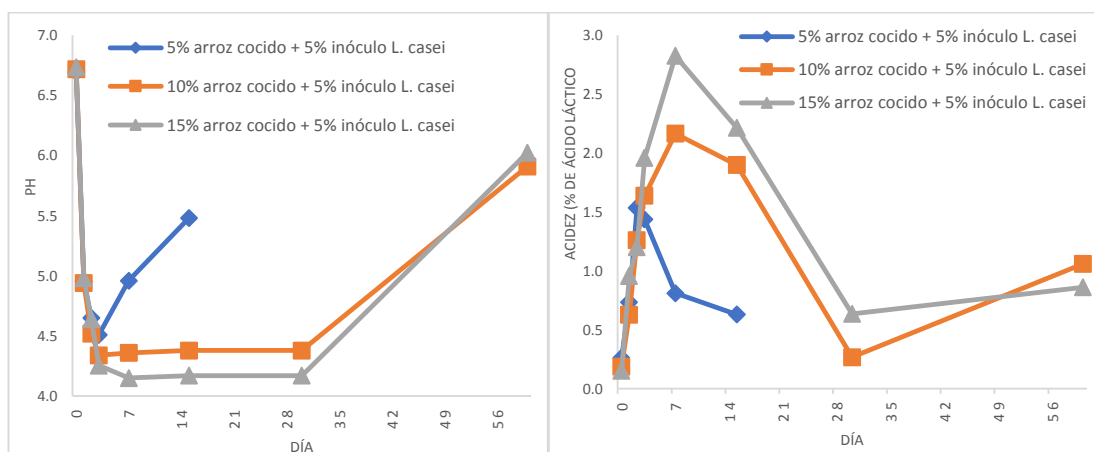


Figura 9. Variación del pH (izquierda) y la acidez (derecha) en tres concentraciones de arroz cocido al 5% de inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus* en el ensilado biológico de residuos de pescado.

A un 10% de inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus*, el ensilado elaborado a 15% y 10% de arroz cocido fue mejor que a 5% de arroz cocido. El pH se comportó de manera similar en todos los tratamientos que en 5% de inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus*. Sin embargo, la acidez no fue muy clara la diferencia entre tratamientos (figura 10).

Igual que a un 5% de inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus*, al 5% de arroz cocido el ensilado duró un máximo de dos semanas; en tanto que en los otros tratamientos, un máximo de 60 días (tablas 3 y 4).

Los valores de pH en los tres porcentajes de inóculo llegaron a alcanzar valores entre 4,0 a 4,5 en el día 3; en tanto que la acidez alcanzó su mayor valor el día 4, siendo diferente entre tratamientos, variando de 2,0% a 2,7%.

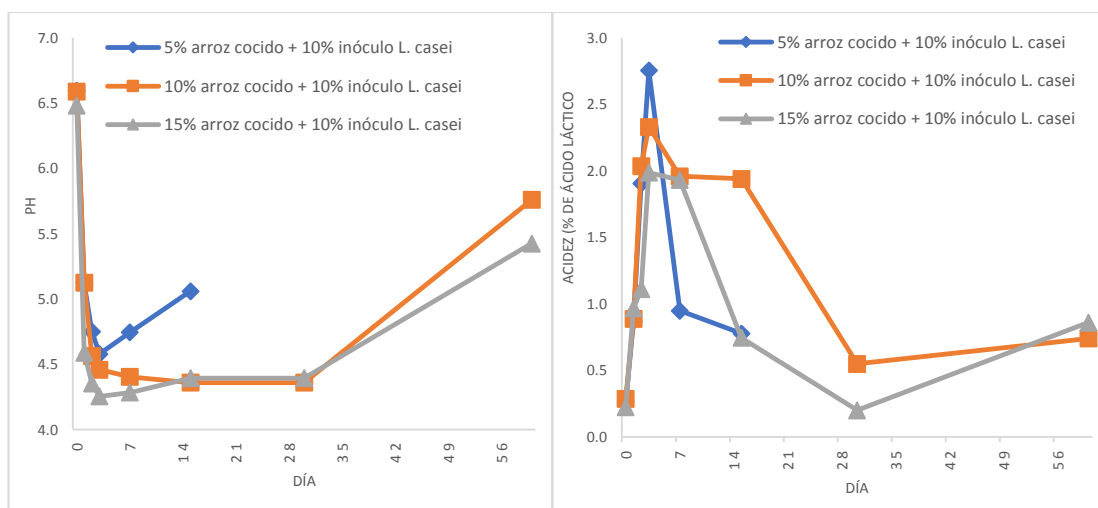


Figura 10. Variación del pH (izquierda) y la acidez (derecha) en tres concentraciones de arroz cocido al 10% de inóculo de *L. casei* var. *ramnosus* en el ensilado biológico de residuos de pescado.

A un 15% de inóculo de *L. casei* var. *ramnosus*, el ensilado elaborado a 15% y 10% de arroz cocido fue mejor que a 5% de arroz cocido; por cuanto duró más. El pH se comportó de manera similar que en 5% y 10% de inóculo de *L. casei* var. *ramnosus* en su respectivo tratamiento. Sin embargo, la acidez no fue muy clara la diferencia entre tratamientos (figura 11).

A un 5% de arroz cocido el ensilado duró un máximo de 30 días; en tanto que en los otros tratamientos, un máximo de 60 días (tablas 3 y 4).

Los valores de pH en 10% y 15% de inóculo llegaron a alcanzar valores entre 4,0 a 4,5 hasta el día 30; subiendo posteriormente; en tanto que al 5% de inóculo, entre 4,5 y 5,0. La acidez alcanzó su mayor valor el día 4, siendo diferente entre tratamientos, variando de 2,0% a 3,0% su valor máximo.

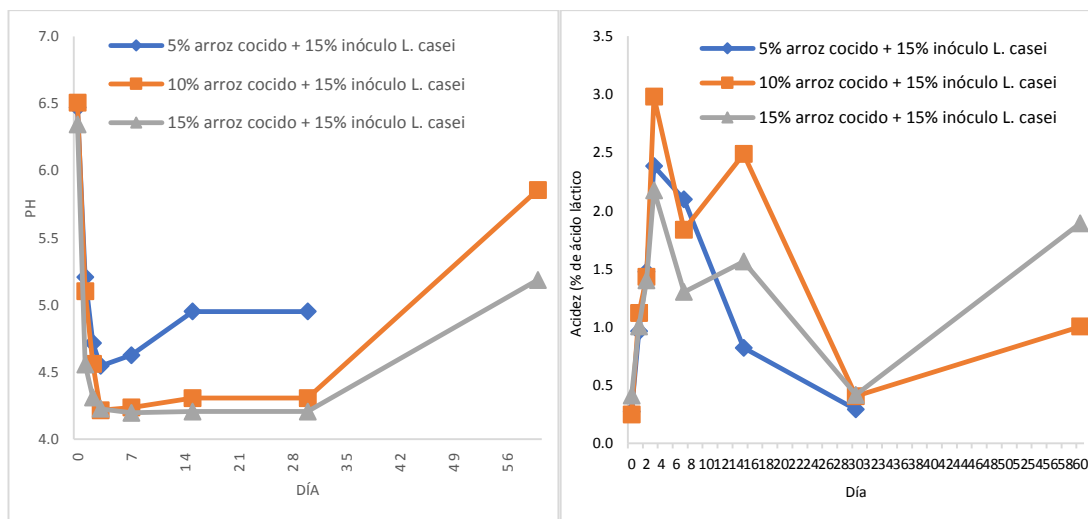


Figura 11. Variación del pH (izquierda) y la acidez (derecha) en tres concentraciones de arroz cocido al 15 % de inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus* en el ensilado biológico de residuos de pescado.

4.3. Composición nutricional, color y olor del ensilado biológico.

El componente de mayor concentración del ensilado fresco fue el agua, siguiendo la proteína y luego la grasa. Los carbohidratos no tuvieron una concentración muy evidente. La concentración de los componentes sólidos fue relativamente baja en fresco; en tanto que en seco, toman considerables valores (tabla 2 y figura 13 en anexos).

Tabla 2. Componentes nutricionales del ensilado biológico de residuos de pescado elaborado con 15% de inóculo de *Lactobacillus casei* var. *rhamnosus* y 15% de arroz cocido. La concentración de los componentes en fresco fueron realizados en Cerper S.A. (Informe de ensayo de análisis, en anexos).

Componente	Concentración en fresco	Concentración en base seca (10% de humedad)
Humedad	86,27 g/100g	10,00 g/100g*
Proteína (Nx6,25)	7,08 g/100g	46,41 g/100g*
Grasa	4,05 g/100g	26,55 g/100g*
Cenizas	1,90 g/100g	12,45 g/100g*
Fibra	<0,15 g/100g	<0,98 g/100g*
Carbohidratos totales	0,70 g/100g	4,59 g/100g*

* : Valores estimados.

El olor del ensilado con los más altos porcentajes de arroz cocido e inóculo de *L. casei* var. *ramnosus*, fue agradable y a frutas fermentadas en la primera semana, disminuyendo hasta los 30 días; siendo desagradable a los 60 días. En los ensilados con bajos porcentajes de arroz e inóculo fue desagradable en la primera semana. El color fue blanco, como se observa en la figura 12.



Figura 12. Ensilado biológico de residuos de pescado elaborado con 15% de arroz cocido y 15 % de inóculo de *L. casei* var. *ramnosus*.

4.4. Análisis estadístico.

El análisis de varianza y la prueba de Tukey realizado tanto al pH como a la acidez en ácido láctico (tablas 5, 6 y 7 en anexos) de los ensilados elaborados en los nueve tratamientos, presentaron diferencias significativas en algunos días dentro del periodo de los 30 días; no siendo relevante por cuanto no duraron más de los 30 días. En los ensilados que llegaron a los 60 días no presentaron diferencias significativas en ambos parámetros (pH y acidez).

V. DISCUSIÓN.

En esta investigación se muestra que los mejores resultados se obtuvieron a las mayores porcentajes de inóculo de *L. casei* var. *Rhamnosus* (15%) y arroz cocido (15%) en la elaboración de ensilado de residuos de pescado; aunque la duración no fue más allá de los 60 días. Al parecer, el porcentaje del sustrato (arroz cocido) no fue lo suficiente y/o la naturaleza de esta cepa de lactobacilo no es efectiva para llegar a duraciones más prolongadas como se han logrado con otros lactobacilos (Areche y Berenz 1989, Encomendero y Uchpa 2002, Gama 2013 y Carrasco 2016).

El pH y la acidez fueron mejores en los mayores porcentajes de inóculo y arroz cocido; las menores concentraciones de estos componentes presentaron una rápida descomposición. El mejor valor de pH que se alcanzó fue 4,1 a los 4 días manteniéndose hasta por 30 días; en tanto que la acidez fue 2,8% a los 4 días, disminuyendo luego hasta su descomposición. Similares resultados han sido alcanzados por Spanopoulos-Hernandez et al. (2010), quienes produjeron ensilados de residuos de pescado fermentados con un inóculo comercial de *Lactobacillus casei* y melaza. Así también, Gama (2013) utilizando subproductos de calamar (*Dosidicus gigas*) y almeja (*Argopecten ventriculus*) con melaza y varios productos comerciales como inóculo que contienen una mezcla de *Lactobacillus casei*, *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus Shirota*. Estos valores de pH y acidez son también similares a los obtenidos en ensilados con otros inóculos como los investigados por Albrecht-Ruiz y Salas (2013) y Churacutipa (2016) con koji y melaza.

Sin embargo, la duración del ensilado no fue prolongada ya que los parámetros de pH y acidez no se mantuvieron estables. Esto podría deberse al tipo de sustrato (arroz) por cuanto no podría ser apropiado para *L. casei* var. *Rhamnosus*, ya que como mencionan los anteriores investigadores tuvieron buenos resultados con melaza; asimismo, Carrasco (2016) utilizó este sustrato (arroz cocido) con bacterias del yogurt (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) obteniendo buenos resultados.

La poca duración del ensilado se podría deber además al agotamiento del sustrato ya que a menores porcentajes de arroz cocido tuvieron más rápida descomposición. Esto puede ser debido al consumo del ácido láctico por reacción

con sustancias básicas formadas por bacterias de la descomposición y que al continuar elevan el pH; tal como lo establece Hall (2002) quien menciona que el equilibrio entre la producción de ácido láctico y amonio en el pescado depende de la cantidad de azúcares libres disponibles en el sistema. Asimismo, Cira et al. (2002) considera que la selección de la fuente de carbono y el nivel apropiado de esta son factores determinantes para lograr una excelente acidificación en tiempo corto; y Díaz (2004) y León (2003) afirman que la acidez inhibe el desarrollo de las bacterias putrefactivas y patógenas.

La composición química proximal del ensilado de esta investigación difiere a la referida por Berenz (1995) debido a la diferencia en cuanto al porcentaje de humedad; el ensilado obtenido es más húmedo. Sin embargo, comparando los valores estimados de los componentes en base a 10% de humedad, el nivel de proteína es muy similar (46% aproximadamente); en tanto que los niveles de grasa fue mucho mayor y los de cenizas y carbohidratos, menores.

VI. CONCLUSIONES.

1. La acidez del ensilado de residuos de pescado, en términos de ácido láctico, fue mayor en las mayores porcentajes de inóculo de *L. casei* var. *Rhamnosus* (15%) y arroz cocido (15%); siendo su valor máximo 2,8% a los 4 días; disminuyendo luego.
2. El mejor valor de pH del ensilado fue de 4,1 a los 4 días; subiendo notablemente luego de los 30 días.
3. Los menores porcentajes de inóculo de *L. casei* var. *Rhamnosus* y arroz cocido presentaron una rápida descomposición; en tanto que los mayores duraron entre los 30 a 60 días.
4. El ensilado presentó 86,3% de humedad, 7,1% de proteínas, 4,1% de grasa, 1,9% de cenizas y 0,7% de carbohidratos; siendo el nivel de proteína muy similar al de otros ensilado de residuos de pescado en base seca.

VII. RECOMENDACIONES.

1. Determinar la variación de la concentración o crecimiento de *L. casei* var. *Rhamnosus* durante la elaboración del ensilado de residuos de pescado en los porcentajes más altos de arroz cocido.
2. Evaluar el pH o la acidez del ensilado de residuos de pescado elaborado a concentraciones más altas de arroz cocido con *L. casei* var. *Rhamnosus*.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Albrecht-Ruiz M. y A. Salas. 2013. Escalamiento en la preparación de ensilaje de residuos crudos de pescado mediante la adición de koji y melaza. *Bol. Invest. Inst. Tecnol. Prod.*, 11, 11-15.
- Areche, N. y Z. Berenz. 1989. Ensilado de residuos de pescado por bacterias del yogurt. Callao, Perú: *Boletín Instituto de Investigaciones Tecnológicas Pesqueras*. 3(1):26-28.
- Becerra, M. 2014. Bebidas fermentadas a partir de maíz y arroz: elaboración, control y conservación. *Revista Alimentos Hoy*. Vol. 22, No 31.
- Berenz, Z. 1995. Utilización del ensilado de residuos de pescado en pollos. *Rev. Instituto Tecnológico Pesquero del Perú*. Callao, Perú.
- Bermúdez, J., J. Rodríguez, A. Ocampo y L. Peñuela. 1999. Ensilaje de vísceras de pescado Cachama blanca (*Piaractus brachyponum*) como fuente de proteína para la alimentación de cerdos de engorde en una dieta con aceite crudo de palma (*Elaeis guineensis* - *Elaeis oleifera*). Universidad de los Llanos. Villavicencio, Colombia.
- Bello, R. A. 1994. Utilización de ensilado de pescado en la alimentación animal en Venezuela. En Taller: Tratamiento y utilización de desechos de origen animal y otros desperdicios en la ganadería. FAO - Instituto de Investigaciones. La Habana, Cuba. <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/>.
- Carrasco, J. H. 2016. *Efecto del ensilado biológico de residuos de Dosidicus gigas sobre el crecimiento y factor de conversión alimenticio de Litopenaeus vannamei*. Tesis de magíster. Universidad Nacional de Tumbes.
- Cira, L.A., S. Huerta, G. M. Hall y K. Shirai. 2002. Pilot scale lactic acid fermentation of shrimp wastes for chitin recovery. *Process Biochemistry*, 37:1359-1366.
- Díaz, H. L. 2004. *Efecto de la suplementación con ensilaje de residuos de una planta procesadora de tilapia (Oreochromis niloticos) sobre el consumo voluntario y la*

- digestibilidad de nutriente de heno de gramíneas y leguminosas tropicales*. Tesis sometida en cumplimiento parcial de los requisitos para el grado en ciencias, Universidad de Puerto Rico. <http://grad.uprm.edu/tesis/diazrios.pdf>
- Carrasco, J. y E. Mendoza. 2007. *Efecto del inóculo de yogurt sobre el nivel de bases volátiles nitrogenadas totales en el ensilado biológico de cabezas de langostino*. Trabajo de investigación docente. Universidad Nacional de Tumbes.
- Churacutipa, M. 2016. *Obtención de un ensilado biológico a partir de residuos de trucha (Oncorhynchus mykiss)*. Tesis para optar el título profesional de ingeniero agroindustrial. Universidad Nacional Del Altiplano.
- Christen, P. 1995. Producción de aromas por fermentación en medio sólido. *Tópicos de Investigación y Posgrado*. VI (2)102-109.
- Encomendero, E. y F. Uchpa. 2002. Producción de ensilado biológico de subproductos de Concha de Abanico (*Argopecten purpuratus*). *Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura*: 292-298. <http://www.civa2002.org>.
- Evers, D. J. y D. J. Carroll. 1996. Preservation of crab or shrimp waste as silage for cattle. *Animal Science Feed and Technology*. 59: 233-244.
- FAO. 2014. Estado mundial de la pesca y la acuicultura.- Oportunidades y desafíos.. Roma, Italia. <http://www.fao.org/3/a-i3720s.pdf>
- Gama, A. 2013. *Aprovechamiento de subproductos de almeja y calamar en la elaboración de ensilados biológicos y su uso en dieta de camarón blanco (Litopenaeus vannamei)*. Tesis para optar el título de Ingeniero en Pesquerías. Universidad Autónoma de Baja California Sur. La Paz, México. 50 p.
- García C., Arrázola G., Durango A. 2010. Producción de ácido láctico por vía biotecnológica. *Temas agrarios* - Vol. 15:(2). Universidad de Córdoba, Montería. Colombia.
- Goldin, B.R., S.L. Gorbach, M. Saxelin, S. Barakat, L. Gualtieri and S. Salminen. 1992. Survival of lactobacillus species (Strain GG) in human gastrointestinal tract. *Dig. Dis. Sci.* 37(1):121-128.

- Green, S., J. Wiseman and D. J. A. Cole. 1988. Examination of stability, and its effect on the nutritive value, of fish silage in diets for growing pigs. *Animal Feed Science and Technology* 21, 43-56.
- Hall, G.M. 2002. Lactic acid bacteria in fish preservation. En: *Safety and quality issues in fish processing*. Edit. H. A. Bremner. England: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Kandler, O. and N. Weiss. 1992. Regular nonsporing Gram-positive rods. En: *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Edit. Sneath, P. H. A., Mair, M. S., Sharpe M. E. y J. G. Holt. 10 th edition, Baltimore: The Williams and Wilkins Co.
- León L. F. J. 2003. *Consumo voluntario y digestibilidad de nutrientes de heno de gramíneas tropicales nativas y ensilaje de sorgo y el efecto de la suplementación con residuos fermentados de pescadería*. MS Tesis, Universidad de Puerto Rico, RUM. 63pp. <http://grad.uprm.edu/tesis/leonalamo.pdf>
- Rabia, Z., F. Ríaz, S. Seená, and R. B. Qadri. 1993. Preparation of fish silage by microbial fermentation. *Tropical Science*. 33(2): 171-182.
- Ramírez J.; Rosas P.; Velázquez M.; Armando J.; Arce F. (2011). Bacterias lácticas: Importancia en alimentos y sus efectos en la salud. *Revista Fuente* Año 2, N° 7. ISSN 2007 – 0713.
- Spanopoulos-Hernandez, M. 2010. Producción de ensilados biológicos a partir de desechos de pescado, del ahumado de atún aleta amarilla (*Thunnus albacares*) y del fileteado de tilapia (*Oreochromis* sp.), para la alimentación de especies acuícolas. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. Vol. 9, No. 2: 167-178.
- Tacon, A. G. 1989. *Nutrición y alimentación de peces y camarones cultivados*. FAO: Manual de capacitación. Proyecto Aquila II, Documento de campo N° 4. <http://www.fao.org/docrep/field/003/AB492S/AB492S00.htm>
- Velasquez-Tellez, J., G. Giraldo-Giraldo., L. Padilla-Sanabria, y Y. Giraldo-Castaño. 2015. Crecimiento de *Lactobacillus casei* ssp *casei* atcc 393 en suero clarificado. *biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* Vol. 13 No. 1 (19-27).

Venema, G; J. H. J. Huis and J. Hugenholtz. 1996. Lactic Acid Bacteria: Genetics, metabolism and applications. *Antonie Van Leeuwenhoek*. V. 70. Nos. 2-4: 299-316.

Vidotti, R. M., D. Carneiro, E. Macedo-Viegas and D. J. Carneiro. 2003. Amino acid composition of processed fish silage using different raw materials. *Animal Feed Science and Technology*: 105, 199-204.

ANEXOS

Tabla 3. pH promedios del ensilado a los 0, 1, 2, 3, 7, 15, 30 y 60 días, por efecto de las tres proporciones (5, 10 y 15 %) de arroz cocido y de inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus*.

Tratamiento	Repetición	Día							
		0	1	2	3	7	15	30	60
5% Arroz cocido + 5% inóculo	1	6,72	4,97	4,67	4,53	4,90	5,52	*	*
	2	6,67	4,94	4,63	4,49	5,02	5,44	*	*
	Promedio	6,70	4,96	4,65	4,51	4,96	5,48	*	*
5% Arroz cocido + 10% inóculo	1	6,60	5,06	4,82	4,63	4,75	4,99	*	*
	2	6,59	5,18	4,68	4,53	4,74	5,13	*	*
	Promedio	6,60	5,12	4,75	4,58	4,75	5,06	*	*
5% Arroz cocido + 15% inóculo	1	6,43	5,22	4,72	4,56	4,62	5,02	5,02	*
	2	6,51	5,19	4,71	4,53	4,63	4,88	4,88	*
	Promedio	6,47	5,21	4,72	4,55	4,63	4,95	4,95	*
10% Arroz cocido + 5% inóculo	1	6,73	4,91	4,52	4,35	4,37	4,41	4,41	5,86
	2	6,71	4,97	4,52	4,33	4,35	4,35	4,35	5,96
	Promedio	6,72	4,94	4,52	4,34	4,36	4,38	4,38	5,91
10% Arroz cocido + 10% inóculo	1	6,59	5,10	4,55	4,46	4,41	4,35	4,35	6,09
	2	6,59	5,15	4,58	4,46	4,40	4,37	4,37	5,43
	Promedio	6,59	5,13	4,57	4,46	4,41	4,36	4,36	5,76
10% Arroz cocido + 15% inóculo	1	6,46	5,09	4,86	4,26	4,21	4,27	4,27	5,83
	2	6,55	5,11	4,26	4,17	4,26	4,34	4,34	5,88
	Promedio	6,51	5,10	4,56	4,22	4,24	4,31	4,31	5,86
15% Arroz cocido + 5% inóculo	1	6,75	4,98	4,58	4,25	4,16	4,21	4,21	5,96
	2	6,72	4,98	4,70	4,26	4,14	4,13	4,13	6,09
	Promedio	6,74	4,98	4,64	4,26	4,15	4,17	4,17	6,03
15% Arroz cocido + 10% inóculo	1	6,58	4,60	4,37	4,26	4,28	4,40	4,37	5,45
	2	6,38	4,58	4,34	4,25	4,29	4,39	4,42	5,40
	Promedio	6,48	4,59	4,36	4,26	4,29	4,40	4,40	5,43
15% Arroz cocido + 15% inóculo	1	6,35	4,48	4,27	4,16	4,18	4,19	4,19	5,24
	2	6,34	4,63	4,35	4,29	4,21	4,22	4,22	5,13
	Promedio	6,35	4,56	4,31	4,23	4,20	4,21	4,21	5,19

* : Descompuesto

Tabla 4. Acidez (% de ácido láctico) promedios del ensilado a los 0, 1, 2, 3, 7, 15, 30 y 60 días, por efecto de las tres proporciones (5, 10 y 15 %) de arroz cocido y de inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus*.

Tratamiento	Repetición	Día							
		0	1	2	3	7	15	30	60
5% arroz cocido + 5% inóculo	1	0,22	0,66	1,83	1,59	0,96	0,43	*	*
	2	0,30	0,81	1,24	1,28	0,66	0,83	*	*
	Promedio	0,26	0,74	1,54	1,44	0,81	0,63	*	*
5% arroz cocido + 10% inóculo	1	0,21	1,18	1,64	2,26	0,96	0,90	*	*
	2	0,31	0,57	2,17	3,25	0,93	0,66	*	*
	Promedio	0,26	0,87	1,91	2,75	0,95	0,78	*	*
5% arroz cocido + 15% inóculo	1	0,17	1,13	1,26	2,19	2,29	0,89	0,21	*
	2	0,38	0,80	1,70	2,58	1,90	0,75	0,37	*
	Promedio	0,27	0,96	1,48	2,38	2,10	0,82	0,29	*
10% arroz cocido + 5% inóculo	1	0,21	0,69	1,44	1,29	1,99	0,87	0,32	1,01
	2	0,17	0,57	1,08	1,99	2,34	2,93	0,21	1,10
	Promedio	0,19	0,63	1,26	1,64	2,16	1,90	0,27	1,06
10% arroz cocido + 10% inóculo	1	0,35	1,07	2,33	2,00	1,95	1,66	0,29	0,62
	2	0,23	0,70	1,74	2,66	1,97	2,22	0,81	0,86
	Promedio	0,29	0,89	2,04	2,33	1,96	1,94	0,55	0,74
10% arroz cocido + 15% inóculo	1	0,34	1,07	1,36	2,55	1,66	1,92	0,40	0,98
	2	0,15	1,17	1,50	3,41	2,01	3,05	0,41	1,03
	Promedio	0,25	1,12	1,43	2,98	1,84	2,49	0,41	1,01
15% arroz cocido + 5% inóculo	1	0,15	1,10	0,96	2,03	2,98	2,03	0,88	1,10
	2	0,15	0,81	1,44	1,89	2,67	2,40	0,39	0,62
	Promedio	0,15	0,96	1,20	1,96	2,83	2,21	0,64	0,86
15% arroz cocido + 10% inóculo	1	0,22	0,68	1,08	1,92	2,06	0,74	0,21	0,87
	2	0,22	1,25	1,15	2,05	1,81	0,75	0,19	0,85
	Promedio	0,22	0,97	1,11	1,99	1,93	0,75	0,20	0,86
15% arroz cocido + 15% inóculo	1	0,40	0,84	1,50	2,81	1,19	1,60	0,34	0,81
	2	0,42	1,17	1,30	1,54	1,41	1,53	0,50	2,98
	Promedio	0,41	1,00	1,40	2,18	1,30	1,56	0,42	1,89

* : Descompuesto.

Tabla 5. Análisis de varianza del pH y acidez promedios del ensilado a los 0, 1, 2, 3, 7, 15, 30 y 60 días, por efecto de las tres proporciones de arroz cocido (5, 10 y 15 %) y tres proporciones de inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus* (5, 10 y 15 %), utilizando el programa computacional SPSS Statistics, versión 22.

pH		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
PH en el día 0	Inter-grupos	,279	8	,035	10,717	,001
	Intra-grupos	,029	9	,003		
	Total	,308	17			
PH en el día 1	Inter-grupos	,867	8	,108	42,795	,000
	Intra-grupos	,023	9	,003		
	Total	,890	17			
PH en el día 2	Inter-grupos	,361	8	,045	2,013	,159
	Intra-grupos	,202	9	,022		
	Total	,563	17			
PH en el día 3	Inter-grupos	,349	8	,044	20,609	,000
	Intra-grupos	,019	9	,002		
	Total	,368	17			
PH en el día 7	Inter-grupos	1,231	8	,154	145,764	,000
	Intra-grupos	,009	9	,001		
	Total	1,240	17			
PH en el día 15	Inter-grupos	3,367	8	,421	122,385	,000
	Intra-grupos	,031	9	,003		
	Total	3,398	17			
PH en el día 30	Inter-grupos	,809	6	,135	49,262	,000
	Intra-grupos	,019	7	,003		
	Total	,828	13			
PH en el día 60	Inter-grupos	1,036	5	,207	5,184	,035
	Intra-grupos	,240	6	,040		
	Total	1,276	11			
Acidez		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Acidez en el día 0	Entre grupos	,085	8	,011	1,683	,227
	Dentro de grupos	,057	9	,006		
	Total	,141	17			
Acidez en el día 1	Entre grupos	,343	8	,043	,653	,720
	Dentro de grupos	,591	9	,066		
	Total	,935	17			
Acidez en el día 2	Entre grupos	1,521	8	,190	2,145	,138
	Dentro de grupos	,798	9	,089		
	Total	2,318	17			
Acidez en el día 3	Entre grupos	3,936	8	,492	1,950	,170
	Dentro de grupos	2,271	9	,252		
	Total	6,208	17			
Acidez en el día 7	Entre grupos	6,530	8	,816	21,128	,000
	Dentro de grupos	,348	9	,039		
	Total	6,878	17			
Acidez en el día 15	Entre grupos	8,255	8	1,032	2,989	,062
	Dentro de grupos	3,107	9	,345		
	Total	11,361	17			
Acidez en el día 30	Entre grupos	,297	6	,049	1,205	,402
	Dentro de grupos	,287	7	,041		
	Total	,584	13			
Acidez en el día 60	Entre grupos	1,764	5	,353	,846	,564
	Dentro de grupos	2,504	6	,417		
	Total	4,268	11			

Tabla 6. Prueba de Tukey del pH promedio del ensilado a los 0, 1, 2, 3, 7, 15, 30 y 60 días, por efecto de las tres proporciones de arroz cocido (5, 10 y 15 %) y tres proporciones de inóculo de *L. casei* var. *ramnosus* (5, 10 y 15 %), utilizando el programa SPSS Statistics, versión 22.

PH en el día 0

Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
9	2	6,3450			
3	2	6,4700	6,4700		
8	2	6,4800	6,4800		
6	2	6,5050	6,5050	6,5050	
5	2		6,5900	6,5900	6,5900
2	2		6,5950	6,5950	6,5950
1	2		6,6950	6,6950	6,6950
4	2			6,7200	6,7200
7	2				6,7350
Sig.		,233	,051	,064	,322

PH en el día 1

Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
9	2	4,5550		
8	2	4,5900		
4	2		4,9400	
1	2		4,9550	
7	2		4,9800	
6	2		5,1000	5,1000
2	2		5,1200	5,1200
5	2		5,1250	5,1250
3	2			5,2050
Sig.		,998	,073	,531

PH en el día 2

Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
9	2	4,3100
8	2	4,3550
4	2	4,5200
6	2	4,5600
5	2	4,5650
7	2	4,6400
1	2	4,6500
3	2	4,7150
2	2	4,7500
Sig.		,197

PH en el día 3

Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
6	2	4,2150		
9	2	4,2250		
7	2	4,2550		
8	2	4,2550		
4	2	4,3400	4,3400	
5	2		4,4600	4,4600
1	2		4,5100	4,5100
3	2			4,5450
2	2			4,5800
Sig.		,260	,071	,298

PH en el día 7

Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
7	2	4,1500					
9	2	4,1950	4,1950				
6	2	4,2350	4,2350	4,2350			
8	2		4,2850	4,2850	4,2850		
4	2			4,3600	4,3600		
5	2				4,4050		
3	2					4,6250	
2	2					4,7450	
1	2						4,9600
Sig.		,295	,244	,058	,071	,071	1,000

Continuación de la Tabla 6

PH en el día 15

Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
7	2	4,1700		
9	2	4,2050		
6	2	4,3050		
5	2	4,3600		
4	2	4,3800		
8	2	4,3950		
3	2		4,9500	
2	2		5,0600	
1	2			5,4800
Sig.		,059	,643	1,000

PH en el día 30

Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
7	2	4,1700		
9	2	4,2050	4,2050	
6	2	4,3050	4,3050	
5	2	4,3600	4,3600	
4	2		4,3800	
8	2		4,3950	
3	2			4,9500
Sig.		,074	,074	1,000

PH en el día 60

Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
9	2	5,1850	
8	2	5,4250	5,4250
5	2	5,7600	5,7600
6	2	5,8550	5,8550
4	2	5,9100	5,9100
7	2		6,0250
Sig.		,073	,146

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000.

Tabla 7. Prueba de Tukey de la acidez promedio del ensilado a los 0, 1, 2, 3, 7, 15, 30 y 60 días, por efecto de las tres proporciones de arroz cocido (5, 10 y 15 %) y tres proporciones de inóculo de *L. casei* var. *rhamnosus* (5, 10 y 15 %), utilizando el programa SPSS Statistics, versión 22.

Acidez en el día 0			
Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
7	2		,1500
4	2		,1900
8	2		,2200
6	2		,2450
1	2		,2600
2	2		,2600
3	2		,2750
5	2		,2900
9	2		,4100
Sig.			,125

Acidez en el día 1			
Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
4	2		,6300
1	2		,7350
2	2		,8750
5	2		,8850
7	2		,9550
3	2		,9650
8	2		,9650
9	2		1,0050
6	2		1,1200
Sig.			,623

Acidez en el día 2			
Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
8	2		1,1150
7	2		1,2000
4	2		1,2600
9	2		1,4000
6	2		1,4300
3	2		1,4800
1	2		1,5350
2	2		1,9050
5	2		2,0350
Sig.			,161

Acidez en el día 3			
Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
1	2		1,4350
4	2		1,6400
7	2		1,9600
8	2		1,9850
9	2		2,1750
5	2		2,3300
3	2		2,3850
2	2		2,7550
6	2		2,9800
Sig.			,164

Acidez en el día 7					
Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
1	2	,8100			
2	2	,9450			
9	2	1,3000	1,3000		
6	2		1,8350	1,8350	
8	2		1,9350	1,9350	
5	2		1,9600	1,9600	
3	2			2,0950	2,0950
4	2			2,1650	2,1650
7	2				2,8250
Sig.		,342	,113	,746	,069

Continuación de la Tabla 7

Acidez en el día 15

Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
1	2		,6300
8	2		,7450
2	2		,7800
3	2		,8200
9	2		1,5650
4	2		1,9000
5	2		1,9400
7	2		2,2150
6	2		2,4850
Sig.			,147

Acidez en el día 30

Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
8	2		,2000
4	2		,2650
3	2		,2900
6	2		,4050
9	2		,4200
5	2		,5500
7	2		,6350
Sig.			,418

Acidez en el día 60

Arroz cocido/Inóculo (%/%)	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
5	2		,7400
8	2		,8600
7	2		,8600
6	2		1,0050
4	2		1,0550
9	2		1,8950
Sig.			,532

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 2,000.

Figura 13. Informe de ensayo emitido por Cerper S.A. sobre el análisis de composición nutritiva del ensilado.

INFORME DE ENSAYO N° 1-12664/18

Pág.1/1

Solicitante : **LECARNAQUE DIOSES, EVELYN NATHALY**
 Domicilio legal : **Andres Araujo Nro. 514 Barrio El Tablazo - Tumbes - Tumbes - Tumbes**
 Producto declarado : **ENSILADO DE RESIDUO DE PESCADO**
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : **1 muestra x 200 mL**
 Muestra proporcionada por el solicitante
 Identificación de la muestra : **T8 R1 / T8 R2 / T9**
 Forma de Presentación : **En taper de plástico cerrado y conservado a temperatura ambiente**
 Fecha de recepción : **2018 - 12 - 01**
 Fecha de inicio del ensayo : **2018 - 12 - 03**
 Fecha de término del ensayo : **2018 - 12 - 05**
 Ensayo realizado en : **Laboratorio de Físico Química - Alimentos**
 Identificado con : **H/S 18013258 (EXPE-15481-2018)**
 Validez del documento : **Este documento es válido solo para la muestra descrita**

Ensayos	LC	Unidad	Resultados
Proteína (N x 6,25)	-	g/100 g	7,08
Grasa	-	g/100 g	4,05
Humedad	-	g/100 g	86,27
Ceniza	-	g/100 g	1,90
Fibra	0,15	g/100 g	<0,15
Carbohidratos	-	g/100 g	0,70

LC: Límite de cuantificación

MÉTODOS

Proteína: NTP ISO 5983:2002 (Revisada el 2013) Alimentos para Animales. Determinación del Contenido de Nitrógeno y Cálculos del Contenido de Proteína Bruta. Método Kjeldahl

Carbohidratos: cálculo

Ceniza: NTP 209.019 Sección 2.6.1976 (Revisada el 2015). Alimentos Balanceados para Animales. Métodos de Ensayo

Fibra: AOAC 962.09, c 4, 19 th Ed.2016. Fiber(Crude) in Animal Feed and Pet Food. Ceramic Fiber Filter Method

Grasa: NTP 201.016. 2002. Carnes y Productos Cármicos. Determinación del contenido de grasa total

Humedad: NTP 209.019 Sección 2.2.1976 (Revisada el 2015). Alimentos Balanceados para Animales. Métodos de Ensayo

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este Informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 11 de diciembre de 2018
 DA