

Estabilización de la “marea verde” causada por *Ulva lactuca* (Ulvophyceae, Chlorophyta) a través del ensilaje

Stabilization of the “green tide” caused by *Ulva lactuca* (Ulvophyceae, Chlorophyta) through silage

¹Aldón Dante C., ^{2*}Patricia Gil-Kodaka y ³Juan Juscamaita M.

Resumen

Las grandes poblaciones del alga *Ulva lactuca* (Chlorophyta) forma la denominada “marea verde”, que al descomponerse en las orillas, representa un grave problema ambiental, social y económico. En el humedal La Poza de la Arenilla (Callao, Perú) en el 2008 se extrajeron un total de 410 TM, que luego fueron devueltas a la misma bahía, por no tener uso comercial, ocasionando incremento del nivel de eutrofización en la zona. Este estudio planteó darle un destino útil y adecuado a estas macroalgas, elaborando un bioabono líquido a través del proceso de ensilaje. Se diseñó un experimento de doce tratamientos, cada uno con diferentes proporciones en sus componentes, melaza de caña (0 a 10%), consorcio microbiano de bacterias lácticas (5 a 15%) y *U. lactuca* (70 a 90%). Entre los parámetros abióticos el más importante se consideró el descenso del pH. Los niveles altos de N, K y Fe observados están relacionados con las altas concentraciones de estos nutrientes en *U. lactuca*. Los análisis obtenidos de metales pesados (Co, Mn, Fe, Zn y B) son bajos y no generan problemas de toxicidad a plantas. Los 3 tratamientos sin melaza fueron eliminados debido al aumento de pH (pH>5) que originó que las bacterias putrefactivas dominen el proceso, reflejándose en el color y el mal olor. Los nueve tratamientos restantes fueron evaluados como bioabono en invernadero comparándose con un control (agua) y fertilizante mineral. Los resultados indicaron que los rendimientos fueron menores que el fertilizante mineral pero mayores que el control.

Palabras clave: *Ulva lactuca*, bioabono líquido, ensilaje, ensilado.

Abstract

Large populations of the seaweed *Ulva lactuca* (Chlorophyta), called “green tide”, which decompose on the seashore, represent a serious environmental, social and economic development. A total of 410 TM of *U. lactuca* were extracted in the wetland La Poza de La Arenilla (Callao, Peru) in 2008, which were then returned to the bay, due to none commercial use, resulting an increased level of eutrophication in the area. This study pointed to give an appropriate and useful destination developing a liquid biofertilizer through the ensiling process. The experiment was designed into twelve treatments, each with different proportions of its components, cane molasses (0 to 10%), lactic acid bacteria (5 to 5%) and *U. lactuca* (70 to 90%). Among the most important abiotic parameters was considered a decrease in pH. High levels of N, K and Fe observed in these ensilage are related to high concentrations of these nutrients in *U. lactuca*. The analysis obtained from heavy metals (Co, Mn, Fe, Zn and B) were low and not cause problems of toxicity to plants. The three treatments without molasses were eliminated due to increased pH (> 5) which caused the putrefactive bacteria to dominate the process, reflected in the color and odor. The remaining nine treatments were evaluated as biofertilizer in plantpots compared with a control (water) and mineral fertilizer. The results indicated that yields were lower than the mineral fertilizer but higher than control.

Key words: *Ulva lactuca*, liquid biofertilizer, marine silage.

1. Introducción

Las algas bentónicas o macroalgas son un grupo de organismos acuáticos importantes dentro de un ecosistema acuático debido al aporte importante de oxígeno que brinda al sistema y a su vez sirven como refugio larval a una infinidad de especies de moluscos, crustáceos, equinodermos y peces. A nivel mundial son utilizadas en el consumo humano y en la industria farmacéutica. En nuestro país se han identificado cerca de 300 especies

de macroalgas, en su mayoría pertenecientes a las principales tres divisiones taxonómicas, Chlorophyta (algas verdes), Rhodophyta (algas rojas) y Cromophyta, Clase Phaeophyceae (algas pardas). Solamente un 2% de algas son extraídas para su comercialización, entre ellas las algas rojas *Chondracanthus chamissoi* y *Porphyra columbina* son utilizadas en la alimentación humana, y la primera se exporta como materia prima para el carragenano y como alimento a países asiáticos. Las algas

¹Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.

²Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Email: pgilkodaka@lamolina.edu.pe

³Facultad de Pesquería, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. Email: jjm@lamolina.edu.pe

pardas *Macrocystis* spp y *Lessonia* spp son utilizadas como forraje o extraídas para su exportación como materia prima (Gil-Kodaka *et al*).

Sin embargo, las algas verdes no tienen uso comercial en el país, por lo tanto no son extraídas de su ambiente originando muchas veces la “marea verde”, si las condiciones del ambiente acuático son favorables, muchas veces debido al cambio por alguna perturbación. Se ha reportado que especies como la *Ulva* sp. son algas oportunistas, en experimentos de sucesión se ha comprobado que son las primeras en crecer y ocupan gran parte del sustrato, impidiendo el crecimiento de otras algas (Fernández *et al*, 2002).

En algunos países, especies del género *Ulva* son utilizados como modelos de Biorremediación. Neori *et al.* (2000) utilizan a *Ulva* sp. para remover nutrientes disueltos, removiendo más del 80% de amonio disuelto de las aguas residuales de la acuicultura, encontrándolos altamente eficientes a ser usados como modelos de biorremediación. Teichberg *et al.* (2009) hicieron experimentos con *U. lactuca*, *U. fasciata* y *U. laetevirens* y observaron que la tasa de crecimiento de *Ulva* spp estuvo directamente correlacionado con el aumento de las concentraciones del nitrógeno inorgánico disuelto (DIN).

En el humedal denominado la Poza de La Arenilla se observa un grave problema, en donde la acumulación de macroalgas, principalmente *Ulva lactuca* representan un grave problema ambiental, económico y social para el distrito de La Punta (Callao, Perú). Grandes masas de *U. lactuca* se desarrollan rápidamente cubriendo las aguas, evitando las actividades de recreación en botes, las prácticas de remo, la pesca artesanal y natación (Troll, 2000). Las grandes extensiones alcanzadas por esta especie contaminan las orillas de la poza, al descomponerse generan olores muy desagradables (descomposición anaerobia de la materia orgánica generando sulfuro de hidrógeno) lo que motiva la queja de los vecinos del distrito, obligando al municipio a realizar labores de extracción para evitar su posterior descomposición. Sin embargo esta extracción es solo parcial; así mismo grandes volúmenes de macroalgas extraídos no tienen una disposición final adecuada ya que son arrojados mar adentro.

Es preciso darle un destino útil y adecuado a los grandes volúmenes extraídos de *U. lactuca* para ayudar a descargar parte del stock de nutrientes del ciclo biogeoquímico de la Poza de La Arenilla y de esa manera contribuir con su descontaminación. Para Gil-Kodaka *et al.* (2000), el uso potencial de la *Ulva* sp. puede resultar importante desde el punto de vista socioeconómico y ambiental por lo que es recomendable estudiar sus posibilidades de uso.

El presente trabajo analizó la eficacia del uso de *Ulva lactuca* en la elaboración de un bioabono líquido por medio del proceso de ensilaje, como una estrategia de gestión ambiental, utilizando un residuo como insumo para la elaboración de un producto orgánico, que puede ser utilizado para la mejora de los suelos, como nutriente para los mismos, y así contribuir con la descontaminación

de este humedal causado por esta marea verde.

2. Materiales y métodos

Materia Prima e Insumos

La macroalga *Ulva lactuca* fue recolectada de manera aleatoria de la Poza de La Arenilla (La Punta, Callao-Lima). La recolección se hizo manualmente de la zona varada y de la zona submareal con la ayuda de una embarcación y pescadores con buceo apnea. Esta poza se formó como consecuencia de la construcción de dos rompeolas en 1967, que fue poblándose de organismos acuáticos, con características similares a un humedal típico (Alfaro, 2005). Las muestras fueron recepcionadas en bolsas de plástico, luego colocadas en un balde de 25 litros y transportadas inmediatamente al laboratorio de Biorremediación de la facultad de Ciencias de la UNALM. Se envió muestras del alga al laboratorio de Suelos de la UNALM para su caracterización y determinar la concentración de los principales nutrientes y metales pesados en su composición.

Materiales para la siembra

El maíz al presentar un desarrollo vegetativo rápido y formación de materia seca, permite observar de manera clara los efectos de los tratamientos a realizar. La semilla utilizada fue el híbrido PM-212 del maíz (*Zea mays*) del programa de Investigación de Maíz de la UNALM.

El agua empleada para el riego en invernadero procede de la localidad de Huachipa.

El suelo es de material arenoso de textura gruesa (pH 6.93, C.E. 0.65mS/cm) adquirido del centro de Investigación de Hidroponía y Nutrición mineral de la UNALM.

Obtención del bioabono líquido de *Ulva lactuca*

Las muestras fueron lavadas con agua de baja salinidad (0.8mS/cm) en proporción de 2:1 (2 L de agua/Kg. de macroalga), con el fin de reducir las sales presentes en las algas. Luego se procedió a molerlos con la ayuda de un procesador eléctrico para facilitar el proceso de fermentación. De manera inmediata se añadieron los demás insumos en diferentes porcentajes; melaza de caña, y el consorcio de bacterias ácido lácticas (B-Lac). Se midió el pH y la conductividad eléctrica. Luego se envasó en bolsas plásticas y se transfirió a la estufa eléctrica a 40°C±3°C. Los ensilados de 1kg fueron colocados en bolsas plásticas de polietileno de alta densidad, luego fueron selladas para obtener condiciones anaeróbicas. Todos los tratamientos se realizaron por triplicado y estuvieron en la estufa por un periodo de 4 a 8 días. La Figura 1 presenta el flujograma de la obtención del bioabono líquido a partir de *Ulva lactuca*. El pH fue medido a diario, y se estabilizó por debajo de pH 4, los de mayor pH fueron descartados de inmediato. Una vez obtenido el bioabono líquido se le realizó pruebas microbiológicas (*Escherichia coli*, coliformes totales y fecales).

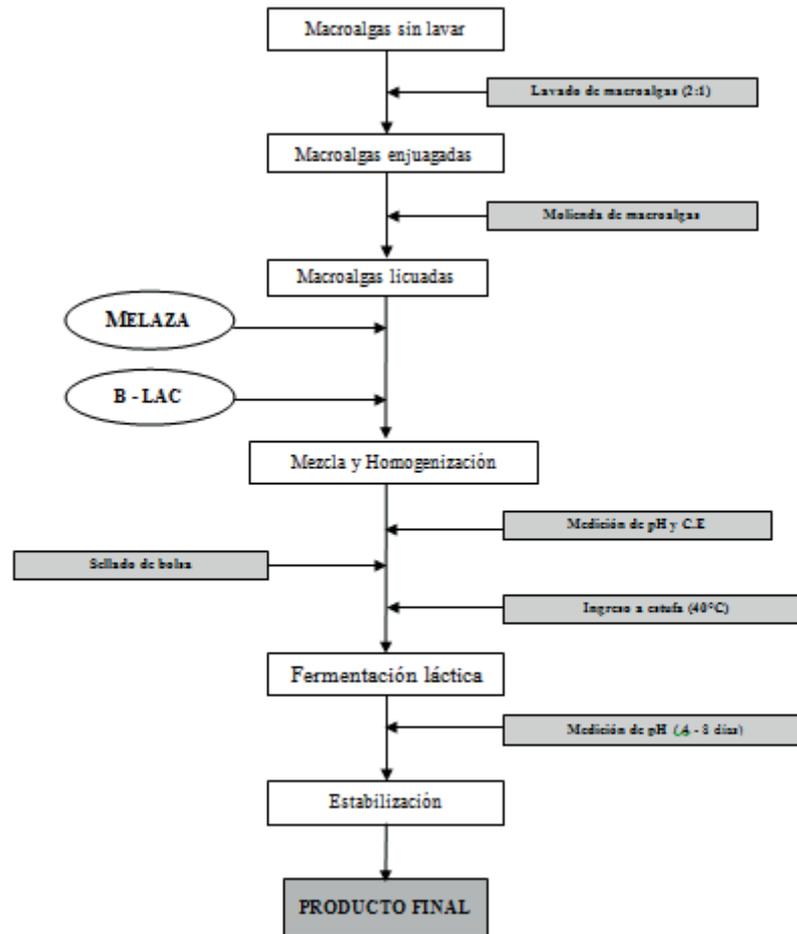


Figura 1. Flujograma de la obtención del bioabono líquido a partir de *Ulva lactuca*.

Diseño estadístico

La tabla 1 presenta las diversas concentraciones del medio de fermentación.

El diseño estadístico empleado para el ensayo de elaboración de los bioabonos fue el Diseño completamente al azar (DCA) con doce tratamientos y tres repeticiones. Para el ensayo de invernadero también se utilizó el DCA con 11 tratamientos y cuatro repeticiones.

Para el análisis de los resultados se empleó el análisis de varianza (ANVA) y se calculó el coeficiente de variabilidad. Ambos experimentos fueron analizados con la prueba estadística de Tukey con grado de significación de 5%.

Tabla 1. Concentración de los insumos en cada tratamiento

Tratamiento	Proporción al 100%		
	<i>U. lactuca</i>	Melaza de caña	B-Lac
T1	95%	0%	5%
T2	90%	5%	5%
T3	85%	10%	5%
T4	80%	15%	5%
T5	90%	0%	10%
T6	85%	5%	10%
T7	80%	10%	10%
T8	75%	15%	10%
T9	85%	0%	15%
T10	80%	5%	15%
T11	75%	10%	15%
T12	70%	15%	15%

Los tratamientos elaborados fueron evaluados como bioabono mediante ensayo en invernadero (macetería) utilizando las primeras etapas del crecimiento de maíz. Estos se compararon con un control (agua) y un fertilizante mineral.

El ensilado de *Ulva lactuca* se aplicó en el riego con dilución 1/25, la cual fue determinada en un experimento previo. El riego se ejecutaba 4 veces a la semana a razón de 100 ml de solución por maceta. Se utilizó la misma frecuencia de riego para todos los tratamientos.

Después de ocho semanas de la siembra se llevó a cabo la cosecha. Se procedió a evaluar la altura de planta, el peso seco de la parte aérea y el peso seco radicular.

3. Resultados y discusión

Factor pH en los tratamientos

El pH de cada tratamiento fue medido a diario. Todos los tratamientos empezaron entre rangos de pH 4 – 4.6. El pH en los tratamientos T1, T5 y T9, empezó a aumentar a partir del cuarto día, llegando a pH >5 al octavo día, causando la proliferación de microorganismos putrefactivos. Esto debido a la ausencia de melaza en su composición, lo que originó que las bacterias ácido lácticas no puedan producir ácido láctico y por lo tanto, el medio se descomponga. También se relacionan con la producción de amoníaco, De la Rosa & Delgado (2005) mencionan que algunas especies proteolíticas del género *Clostridium* degradan el

nitrógeno hasta amoníaco, elevando el pH en el ensilado, favoreciendo la proliferación de especies del género *Bacillus*, generando más amoníaco en la masa ensilada.

El resto de los tratamientos en donde se le colocó melaza de caña y B-Lac en porcentajes de 5 a 15% descendieron considerablemente el día 3 (pH <4), ya en el día 4; el pH bajo a valores por debajo de 3.7. A este nivel de pH toda actividad microbiana inclusive la de las bacterias lácticas se ven inhibida. Finalmente en el día 8, el pH se estabilizó a valores por debajo de 3.5. Es importante mencionar la importancia de la melaza de caña en el ensilado, ya que permite que las bacterias lácticas transformen los carbohidratos simples presentes en ácido láctico.

La prueba de significación de Tukey ($\alpha=0.05$) que compara la estabilidad del pH de los distintos tratamientos nos indicó el tratamiento óptimo a la estabilidad de pH al cuarto y octavo día. Respecto al cuarto día ANVA nos indica que se han encontrado diferencias altamente significativas entre los distintos tratamientos elaborados. El coeficiente de variabilidad fue de 0.83%. Tukey indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos con melaza de caña (T2, T3, T10, T6, T4, T7, T11, T12, T8) con respecto a los tratamientos que no contienen melaza de caña (T5, T9, T1). Esto debido a que mientras en algunos tratamientos, el pH empieza a descender en otros se va incrementando.

Análisis químicos y físicos del ensilado de *Ulva lactuca*: Macroelementos

La tabla 2 presenta el análisis de los macroelementos. Los tratamientos T2 y T10 presentaron la mayores concentraciones de N (2.46 y 2.03% respectivamente). Estos niveles son similares al hallado inicialmente en la composición de *U. lactuca* (2.52%). Los bajos niveles de pH no permitieron pérdidas de nitrógeno como gas. Montero *et al* (1999) reportaron concentraciones de N similares a las obtenidas en el tratamiento T2 y T10 a partir de algas empleadas en el crecimiento de cebada en invernadero. *U. rigida* (2.20%) y *Enteromorpha intestinalis* (2.0%). Valdrighi *et al* (1993) reportaron concentraciones similares a las obtenidas en el tratamiento T7 (0.72%) a partir de diferentes combinaciones de *Ulva* sp, y diferentes insumos ligno-celulósicos: 0.8%. T2, T6, T8, T10 y T11 presentaron concentraciones de N superiores a las obtenidas por Mendo (2004) en el compostaje a base de *Ulva* sp. (1.55%) lo cual se relaciona con la cantidad de *U. lactuca* en la composición del ensilado. Así mismo al tener este compost pH>7 originó posibles pérdidas de N por volatilización de amoníaco. La concentración de P es baja, llegando a 0.16%. Este valor bajo se debe a la materia prima inicial que fue de 0.14% en *U. lactuca* y de 0.26% en la melaza de caña. Esta baja concentración de este nutriente hizo necesario la aplicación de 500mg de STF (Súper triple fosfato) a las macetas durante el ensayo de invernadero. El valor hallado por Mendo (2004) fue > 0.4%, debido al empleo de estiércol y material verde como insumo. El contenido de K es alto, llegando a 6.5%, debido al

aporte de *U. lactuca* y la melaza. T2 presentó la mayor concentración de este macroelemento a causa de la alta concentración del alga (90%) y de la melaza (5%).

Tabla 2. Macroelementos presentes en el ensilado de *Ulva lactuca* en cada tratamiento

Tratamiento	Macroelementos (mg/kg)				
	N	P	K	Ca	Mg
T2	24600	1600	67900	7500	19000
T3	15400	1300	63200	5900	13200
T4	14900	1100	65200	4900	10800
T6	17600	1500	33300	9700	14800
T7	7200	1100	28900	6500	11600
T8	17100	900	23300	5100	8800
T10	20300	1500	34500	9700	16600
T11	16800	1100	36900	6100	12600
T12	13800	1000	58800	4900	8800

Conductividad eléctrica (C.E.) del ensilado

Los valores de C.E. oscilaron entre 19.80 y 23.50 mS/cm. Estos valores están relacionados con las altas concentraciones de sales presentes en *U. lactuca* (23.7 mS/cm) y B-Lac (15.5 mS/cm).

Los valores más altos obtenidos por Mendo (2004) fueron de 16.6 mS/cm, este bajo valor se debe a la diferencia de concentración en el alga, siendo solo 28%, y en el presente trabajo entre 75 a 90%.

La alta conductividad eléctrica no permite utilizarlo en forma directa, por lo cual fue necesario diluirlo en agua para lograr un pH fisiológico (pH 5.8 – 6.2) y dilución de las sales.

Microelementos

Se realizó el análisis de los principales microelementos (Cu, Zn, Mn, Fe y B, siendo de 17.5, 30, 25.5, 994.5 y 62.3 ppm respectivamente) solo para un tratamiento, T2. El contenido de Fe es alto debido a la composición de *U. lactuca* (3072 ppm). Mendo (2006) menciona las altas concentraciones de Fe puede representar una alternativa apropiada para corregir deficiencias en los suelos de pH alcalinos y pobres de materia orgánica, como es el caso de la costa peruana.

Parámetros microbiológicos

La presencia de patógenos podría traer riesgos a la salud de las personas, a la calidad del cultivo y del suelo; sin embargo la actividad de estos organismos que se hallan en la materia prima se ve paralizada por el bajo pH que alcanzó el ensilado.

Wattiaux (1999) menciona que la alta acidez alcanzada en el proceso de ensilaje conduce a una “semi esterilización” de la masa ensilada, en el sentido que el crecimiento bacteriano es paralizado y eventualmente el crecimiento de las bacterias ácido-lácticas se inhibe así mismo.

Los análisis de coliformes totales y fecales revelan un valor <3 NMP/ml, lo que significa que no hay presencia de patógenos en el ensilado de *U. lactuca*, garantizando

su buena salubridad.

Es importante mencionar la presencia de bacteriocinas, un grupo de antibióticos peptídicos con actividad bactericida, producidas por las propias bacterias lácticas que actúan en contra de especies patógenas que puedan estar presentes en el ensilado; de ahí la importancia del uso de las bacterias lácticas en la industria alimentaria como biopreservantes o biocontroladores microbianos (Schöbitz, 2003).

Ensayo en invernadero de los tratamientos obtenidos (Tabla 3)

Tabla 3. Comparación de la altura y peso de las diferentes partes de la planta de maíz regadas con los diferentes tratamientos y un fertilizante mineral

Tratamiento	Altura y peso del maíz		
	planta (cm)	raíz (g)	aérea (g)
T1	Se eliminó el tratamiento por putrefacción		
T2	29.28	7.61	5.27
T3	28.20	7.60	5.02
T4	28.68	6.61	5.61
T5	Se eliminó el tratamiento por putrefacción		
T6	29.80	7.65	5.95
T7	29.70	7.36	6.15
T8	25.10	5.96	4.60
T9	Se eliminó el tratamiento por putrefacción		
T10	29.78	7.37	5.77
T11	28.70	6.79	5.66
T12	28.33	6.35	5.06
FM	49.35	13.86	18.88
Control	26.55	5.88	3.96

FM: fertilizante mineral

Altura de la planta: Todas las plantas regadas con el tratamiento orgánico alcanzaron un tamaño promedio de 28cm, a excepción del T8 que fue menor. El ANVA indicó diferencias altamente significativas entre el FM (fertilizante mineral) respecto a los demás tratamientos. Las plantas regadas con el FM alcanzaron una altura 49 cm, 55% superior respecto a los demás tratamientos (28.20 a 29.80cm, T8: 25.10cm). Las plantas a las que se les aplicó fertilización orgánica alcanzaron un tamaño superior a las del control (excepto T8).

La prueba de Tukey (variabilidad 9.58%) indicó que existen diferencias significativas entre el tratamiento con FM respecto a los demás tratamientos. Sin embargo se observó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos orgánicos.

Peso seco de la parte aérea: El ANVA indicó diferencias altamente significativas entre el FM y los demás tratamientos, mostrando valores tres veces más altos. El tratamiento FM alcanzó un peso en materia seca de 19g, en cambio los tratamientos orgánicos fue de 5.32 y el control (3.96g).

La prueba de Tukey (variabilidad 26.16%) indica que existen diferencias significativas entre el FM respecto a los demás tratamientos. También esta prueba indicó que

no existen diferencias significativas entre los tratamientos orgánicos y el control.

Peso seco de la raíz: El ANVA indicó que existen diferencias altamente significativas entre el FM y los tratamientos orgánicos. El peso seco con FM fue de 14g, 50% superior respecto a los demás tratamientos (5.96-7.65g) y control (5.88g).

La prueba de Tukey (variabilidad 21.66%) indicó diferencias significativas entre el FM y los demás tratamientos. No existen diferencias significativas entre los tratamientos orgánicos. A pesar de existir diferencias numéricas, no se aprecia diferencias entre los tratamientos orgánicos y el control.

4. Conclusiones

Las mareas verdes causadas por las grandes acumulaciones de macroalga *Ulva lactuca* tienen un destino útil al ser utilizadas como bioabono líquido a través del ensilaje.

Es necesario que en el proceso de ensilaje se utilice una fuente de carbohidratos (melaza de caña) para que las bacterias putrefactivas no proliferen y deterioren la calidad del producto, por aumento del pH.

El bajo pH y la alta conductividad eléctrica presente en el bioabono líquido hace necesario diluir al bioabono antes de aplicarse a las plantas. El bajo pH hace que este bioabono sea un producto inocuo, libre de microorganismos patógenos.

Los valores obtenidos de los principales metales se encontraron dentro de los límites máximos establecidos para el compost para Chile, España e inclusive la OMS. En relación a su aplicación, el análisis de varianza ANVA indicó que existen diferencias altamente significativas entre el tratamiento con fertilizante mineral con respecto a los tratamientos orgánicos incluyendo el control.

Las ventajas de la elaboración de ensilado a partir de *Ulva lactuca* están relacionadas con el control y abatimiento de malos olores, la eliminación de contaminantes en la Poza de La Arenilla, la disposición útil y adecuada de las macroalgas, y la producción de un producto de bajo costo que puede utilizarse como mejorador de suelos y en la producción de cultivos.

5. Literatura citada

Alfaro, A. 2005. Consultoría par la calificación del ecosistema marino costero de La Poza de La Arenilla como un ecosistema de humedales y su clasificación como un área natural protegida. Municipalidad Distrital de La Punta.

De la Roza-Delgado, B. 2005. El ensilado en zonas húmedas y sus indicadores de calidad. Pontevedra, España. IV Jornadas de Alimentación animal. Laboratorio de Mouriscade (Lalin).

Fernández, E., Gil-Kodaka, P. & Mendo, J. 2002. Recuperación post Niño de la comunidad de macroalgas de Mendieta, Reserva Nacional de Paracas, En: Memoria I Jornada Científica Bases ecológicas para el manejo de los recursos vivos de la Reserva Nacional de Paracas J. Mendo, M. Wolff (ed.) 145-153.

- Gil-Kodaka, P., Mendo, J., Fernández, E., Ysla, L. & Pinilla, F. 2000.** Estudio de las praderas de las macroalgas de importancia comercial como base para su manejo en la Reserva Nacional de Paracas. Lima, Perú. Proyecto UNALM-INRENE/GTZ. Informe Final, 108p.
- Mendo, A. T. & Guerrero, J. 2006** Utilization of seaweed *Ulva* sp. in Paracas Bay (Peru): experimenting with compost. *Journal of Applied Phycology*.
- Mendo, T. 2004.** Aprovechamiento del alga *Ulva* sp. en la elaboración del composta como una estrategia de gestión ambiental en la Bahía de Paracas. Monografía para optar el título de Ingeniero Ambiental. Lima, Perú. UNALM:
- Neori, A., Msuya, F. E., Shauli, L., Schuenhoff, A., Kopel, F. and Shpigel, M., 2000.** A novel three-stage seaweed (*Ulva lactuca*) biofilter design for integrated mariculture. *J. Appl. Phycol.* 15, 543–553.
- Schöbitz, R. 2003.** Bacteriocinas y su aplicación en alimentos, Instituto de Ciencia y tecnología de los alimentos (ICYTAL), Facultad de Ciencias, Universidad de Austral, Valdivia, Chile.
- Teichberg, M., Fox, S., Olsen, Y., Valiela I., Martinetto P., Iribarnes, O., Muto, E., Petti, M., Corbisier, T., Soto-Jimenez, M., Paez-Osuna, F., Castro, P., Freitas, H., Zitelli, A., cardinaletti, M. & Pietra, D. 2009.** Eutrophication and macroalgal blooms in temperate and tropical coastal waters: nutrient enrichment experiments with *Ulva* spp. *Global Change Biology*, 1-13p
- Troll, J. 2000.** Evaluación y ordenamiento ambiental para el establecimiento de un área protegida en la Poza de La Arenilla, La Punta, (Callao). Monografía par optar el título de Licenciado en Biología, Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
- Wattiaux, M. 1999.** Introducción al proceso de ensilaje – Novedades Lácteas. Wisconsin, USA, Instituto Babcock. Universidad de Wiscosin Feeding N° 502.