



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA AMBIENTAL**

**“ANÁLISIS DEL POTENCIAL DE LAS
MICROALGAS MARINAS DE LA -BAHÍA ANCÓN-
PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

BACHILLER ROBERTO ALONSO GUEVARA NEYRA

ASESOR TEMÁTICO:

ZANHY VALENCIA REYES

LIMA-PERÙ

2012

DEDICATORIA

Este logro profesional y personal es el resultado del apoyo incondicional que he recibido de mi señora madre ZOILA PAULINA NEYRA MARTINEZ, quien a través de todos estos años de lucha constante ha sabido inculcarme su perseverancia y disciplina para alcanzar las metas propuestas. Es por ello que dedico este trabajo de investigación y consecuente obtención del título de ingeniero ambiental a ella, de quien estoy inmensamente agradecido.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por haberme dado unos padres ejemplares, pues gracias a ellos soy una persona con valores morales y éticos, un agradecimiento eterno a ellos.

Además quisiera agradecer a mis profesores, quienes me llenaron de nuevos conocimientos a través de estos años en la universidad, a ellos mi eterna gratitud.

PRESENTACIÓN

La situación actual del mundo y del Perú debida al agotamiento de los combustibles fósiles, incremento del precio del petróleo y dificultades ambientales, demanda urgentemente fuentes alternas de energía siendo una opción promisoría el biodiesel; biocombustible producido primordialmente a partir de aceites provenientes de plantas oleaginosas, cuya disponibilidad desafortunadamente, es incapaz de sustituir el mercado de petrodiesel en Perú y el mundo.

El uso de microalgas para la producción de biodiesel es una alternativa ventajosa debido al elevado contenido de lípidos y perfil idóneo para la obtención del biocombustible que éstas ofrecen. Aunado a lo anterior, otros atributos de las microalgas son su elevada eficiencia fotosintética, su capacidad de crecer tanto en aguas marinas, dulces, residuales y salobres, así como su velocidad de crecimiento relativamente alta.

El propósito de esta investigación es el de proporcionar un panorama general y crítico de esta alternativa bioenergética en la zona de la Bahía de Ancón, mediante el análisis de los fundamentos de la misma.

ÍNDICE

RESUMEN	1
ABSTRACT	3
I. INTRODUCCIÓN.....	4
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	5
1.1.1. Planteamiento del problema	5
1.1.1.1. General:	5
1.1.1.2. Específicas:.....	5
1.1.2. Formulación del problema	6
1.1.3. Justificación	8
1.1.4. Antecedentes.....	9
1.1.4.1. Bioprospección de Microalgas Colombianas para la producción de biodiesel.	9
1.1.4.2. Investigadores neerlandeses realizan un análisis de coste-eficacia sobre la producción de biodiesel de algas en la UE.....	10
1.1.4.3. Un biorreactor para aplicaciones de biocombustibles gana el premio a la innovación.....	10
1.1.5. Objetivos.....	12
1.1.5.1. Objetivo general.....	12
1.1.5.2. Objetivos específicos	12
1.1.6. Alcance y Limitaciones de la Investigación.....	13
1.2. MARCO TEÒRICO	14
1.2.1. Marco Teórico.....	14
1.2.1.1. Marco Legal	14
1.2.1.2. Microalgas marinas	19
1.2.1.3. Propiedades de las microalgas marinas	20

1.2.1.4.	Función de las microalgas en el ecosistema.....	21
1.2.1.5.	Especies de microalgas que producen aceites	22
1.2.1.6.	Hábitat de las microalgas.....	23
1.2.1.7.	Características adaptativas de las microalgas	23
1.2.1.8.	Biodiesel a partir de microalgas	24
1.2.1.9.	Materias primas para producción de biodiesel.....	25
1.2.1.10.	Microalgas marinas como materia prima para la producción de biodiesel	27
1.2.1.11.	Síntesis de lípidos en microalgas	29
1.2.1.12.	Condiciones ambientales que afectan la acumulación de lípidos en microalgas	31
1.2.1.13.	Principio de Extracción Sostenible	32
1.2.1.14.	Bahía de Ancón.....	33
1.2.1.15.	Oceanografía de la Bahía de Ancón	34
1.2.1.16.	Biomasa microalgal de la Bahía de Ancón.....	36
1.2.2.	Marco Conceptual	37
1.2.2.1.	Microalgas.....	37
1.2.2.2.	Especies de microalgas marinas con alto contenido de aceite...37	
1.2.2.3.	Individuo.....	39
1.2.2.4.	Especie	39
1.2.2.5.	Especies oleaginosas	39
1.2.2.6.	Población	39
1.2.2.7.	Biomasa	40
II.	MARCO METODOLOGICO.....	42
2.1.	PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS.....	42
2.1.1.	Hipótesis General	42
2.1.2.	Sub-Hipótesis	42

2.2. VARIABLES	42
2.2.1. Definición Conceptual.....	42
2.2.2. Definición Operacional.....	43
Tabla II-03: Definición Operacional de las Variables.....	43
2.3. METODOLOGÍA	44
2.3.1. Tipo de estudio	44
2.3.2. Diseño de estudio.....	44
2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA	44
2.4.1. Contexto del Proyecto	44
2.4.2. Método de cálculo de población y muestra.....	45
2.4.3. Ubicación de los puntos de monitoreo.....	45
2.5. MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	47
2.5.1. Método Estadístico	47
2.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
2.6.1. Toma de muestra de microalgas marinas.....	48
2.6.1.1. Muestreo para el Análisis Cualitativo	49
2.6.1.2. Muestreo para el Análisis Cuantitativo	49
2.6.1.3. Muestreo para el Análisis de la Biomasa	50
2.6.2. Análisis de las Muestras	50
2.6.2.1. Análisis Cualitativo	50
2.6.2.2. Análisis Cuantitativo.....	50
2.6.2.3. Análisis de la Biomasa Extraíble	50
2.6.2.4. Análisis del Perfil Lipídico de la Biomasa Extraíble.....	51
2.7. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS	51
III. RESULTADOS	52
3.1. Especies de Microalgas	56
3.1.1. Clases y Especies de Microalgas en el Área 1	56

3.1.1.1.	Cantidad de Especies por taxonomía a 0.1 m de profundidad en el Área 1	57
3.1.1.2.	Cantidad de Especies por taxonomía a 5 m de profundidad en el Área 1	58
3.1.2.	Taxonomía y Especies de Microalgas en el Área 2.....	59
3.1.2.1.	Cantidad de Especies por taxonomía a 0.1 m de profundidad en el Área 2	61
3.1.2.2.	Cantidad de Especies por taxonomía a 5 m de profundidad en el Área 2	62
3.1.3.	Taxonomía y Especies de Microalgas en el Área 3.....	63
3.1.3.1.	Cantidad de Especies por taxonomía a 0.1 m de profundidad en el Área 3	64
3.1.3.2.	Cantidad de Especies por taxonomía a 5 m de profundidad en el Área 3	65
3.1.4.	Cantidad de Especies por Área.....	66
3.1.5.	Cantidad de Especies por Profundidad	67
3.1.6.	Promedio de Especies por Profundidad	68
3.2.	Densidad Poblacional de las Microalgas.....	68
3.2.1.	Densidad Poblacional con potencial productivo de biodiesel	69
3.2.2.	Densidad Poblacional de las especies de microalgas con potencial productivo de biodiesel.....	73
3.2.3.	Densidad Poblacional Promedio por Áreas	81
3.2.4.	Densidad Poblacional Promedio por Áreas a diferentes profundidades	82
3.2.5.	Densidad Poblacional Promedio por Profundidades	84
3.3.	Biomasa Extraíble de las Microalgas	85
3.3.1.	Biomasa Extraíble con potencial productivo de biodiesel.....	85

3.3.2. Biomasa Extraíble de las especies de microalgas con potencial productivo de biodiesel.....	90
3.3.3. Biomasa Extraíble Promedio por Áreas.....	97
3.3.4. Biomasa Extraíble Promedio por Áreas a diferentes profundidades	99
3.3.5. Biomasa Extraíble Promedio por Profundidades	100
3.3.6. Cálculo del Volumen total de la Biomasa extraíble con potencial productivo de biodiesel.....	102
3.3.7. Cantidad Estimada del Biodiesel.....	103
IV. DISCUSIÓN	104
4.1. Especies de microalgas marinas con potencial productivo de biodiesel en la Bahía de Ancón.....	104
4.2. Densidad Poblacional de microalgas marinas con potencial productivo de biodiesel en la Bahía de Ancón.....	105
4.3. Biomasa Extraíble de microalgas marinas con potencial productivo de biodiesel en la Bahía de Ancón.....	106
4.4. Discusión General.....	107
V. CONCLUSIONES.....	108
VI. SUGERENCIAS	109
VII. BIBLIOGRAFIA	110
ANEXOS	113
Anexo 01	113
Anexo 02:	114
Anexo 03: Informe de Ensayo de monitoreo y protocolo de monitoreo.....	116
Anexo 03: Matriz de Consistencia.....	120
Anexo 04: Decreto Supremo N° 019-2009-PRODUCE, Reglamento de Ordenamiento Pesquero de las Macroalgas Marinas.....	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II-01: Variables de Estudio.....	42
Tabla II-02: Definición Conceptual de las Variables.....	42
Tabla II-03: Definición Operacional de las Variables.....	43
Tabla II-04: Coordenadas de Puntos de Monitoreo.....	47
Tabla III-01: Resultados de los Monitoreos.....	52
Tabla III-02: Taxonomía y Especies del Área 1.....	57
Tabla III-03: Cantidad de Especies a 0,1 m de profundidad en el Área 1.....	58
Tabla III-04: Cantidad de Especies a 5 m de profundidad en el Área 1.....	59
Tabla III-05: Taxonomía y Especies del Área 2.....	60
Tabla III-06: Cantidad de Especies a 0,1 m de profundidad en el Área 2.....	61
Tabla III-07: Cantidad de Especies a 5 m de profundidad en el Área 2.....	62
Tabla III-08: Taxonomía y Especies del Área 3.....	63
Tabla III-09: Cantidad de Especies a 0,1 m de profundidad en el Área 3.....	64
Tabla III-10: Cantidad de Especies a 5 m de profundidad en el Área 3.....	65
Tabla III-11: Cantidad de Especies por Área.....	66
Tabla III-12: Cantidad de Especies por Profundidad.....	67
Tabla III-13: Promedio de Especies por Profundidad.....	68
Tabla III-14: Densidad Poblacional con potencial productivo de biodiesel.....	70
Tabla III-15: Densidad Poblacional potencial productivo de biodiesel –Área 1.....	74
Tabla III-16: Densidad Poblacional potencial productivo de biodiesel –Área 2.....	76
Tabla III-17: Densidad Poblacional potencial productivo de biodiesel –Área 3.....	79
Tabla III-18: Densidad Poblacional Promedio por Áreas.....	81
Tabla III-19: Densidad Poblacional con potencial productivo de biodiesel.....	83
Tabla III-20: Densidad Poblacional Promedio por Profundidades.....	84
Tabla III-21: Biomasa Extraíble con potencial productivo de biodiesel.....	86
Tabla III-22: Biomasa Extraíble con potencial productivo de biodiesel –Área 1.....	90

Tabla III-23: Biomasa Extraíble con potencial productivo de biodiesel –Área 2....	94
Tabla III-24: Biomasa Extraíble con potencial productivo de biodiesel –Área 3....	95
Tabla III-25: Biomasa Extraíble Promedio por Áreas.....	98
Tabla III-26: Biomasa Extraíble con potencial productivo de biodiesel.....	99
Tabla III-27: Biomasa Extraíble Promedio por Profundidades.....	101

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico III-01: Cantidad de Especies a 0,1 m de profundidad en el Área 1.....	58
Gráfico III-02: Cantidad de Especies a 5 m de profundidad en el Área 1.....	59
Gráfico III-03: Cantidad de Especies a 0,1 m de profundidad en el Área 2.....	61
Gráfico III-04: Cantidad de Especies a 5 m de profundidad en el Área 2.....	62
Gráfico III-05: Cantidad de Especies a 0,1 m de profundidad en el Área 3.....	64
Gráfico III-06: Cantidad de Especies a 5 m de profundidad en el Área 3.....	65
Gráfico III-07: Cantidad de Especies por Área.....	66
Gráfico III-08: Cantidad de Especies por Profundidad.....	67
Gráfico III-09: Promedio de Especies por Profundidad.....	68
Gráfico III-10: Densidad Poblacional óptimo para la producción de biodiesel 0.1 m profundidad -Área 1.....	70
Gráfico III-11: Densidad Poblacional óptimo para la producción de biodiesel 5 m profundidad -Área 1.....	71
Gráfico III-12: Densidad Poblacional óptimo para la producción de biodiesel 0.1 m profundidad -Área 2.....	71
Gráfico III-13: Densidad Poblacional óptimo para la producción de biodiesel 5 m profundidad -Área 2.....	72
Gráfico III-14: Densidad Poblacional óptimo para la producción de biodiesel 0.1 m profundidad -Área 3.....	72
Gráfico III-15: Densidad Poblacional óptimo para la producción de biodiesel 5 m profundidad -Área 3.....	73

Gráfico III-16: Densidad Poblacional a 0,1 m Profundidad- Área 1.....	75
Gráfico III-17: Densidad Poblacional a 5 m Profundidad- Área 1.....	75
Gráfico III-18: Densidad Poblacional a 0,1 m Profundidad- Área 2.....	77
Gráfico III-19: Densidad Poblacional a 5 m Profundidad- Área 2.....	78
Gráfico III-20: Densidad Poblacional a 0,1 m Profundidad- Área 3.....	80
Gráfico III-21: Densidad Poblacional a 5 m Profundidad- Área 3.....	80
Gráfico III-22: Densidad Poblacional Promedio por Áreas.....	82
Gráfico III-23: Porcentaje Densidad Poblacional Promedio por Áreas.....	82
Gráfico III-24: Densidad Poblacional con potencial productivo de biodiesel.....	83
Gráfico III-25: Densidad Poblacional Promedio por Profundidades.....	84
Gráfico III-26: Porcentaje Densidad Poblacional Promedio por Profundidades.....	85
Gráfico III-27: Biomasa Extraíble óptima para la producción de biodiesel 0.1 m profundidad -Área 1.....	87
Gráfico III-28: Biomasa Extraíble óptima para la producción de biodiesel 5 m profundidad -Área 1.....	87
Gráfico III-29: Biomasa Extraíble óptima para la producción de biodiesel 0.1 m profundidad -Área 2.....	88
Gráfico III-30: Biomasa Extraíble óptima para la producción de biodiesel 5 m profundidad -Área 1.....	88
Gráfico III-31: Biomasa Extraíble óptima para la producción de biodiesel 0.1 m profundidad -Área 3.....	89
Gráfico III-32: Biomasa Extraíble óptima para la producción de biodiesel 5 m profundidad -Área 3.....	89
Gráfico III-33: Biomasa Extraíble a 0,1 m Profundidad- Área 1.....	91
Gráfico III-34: Biomasa Extraíble a 5 m Profundidad- Área 1.....	92
Gráfico III-35: Biomasa Extraíble a 0,1 m Profundidad- Área 2.....	94
Gráfico III-36: Biomasa Extraíble a 5 m Profundidad- Área 2.....	94
Gráfico III-37: Biomasa Extraíble a 0,1 m Profundidad- Área 3.....	96

Gráfico III-38: Biomasa Extraíble a 5 m Profundidad- Área 3.....	97
Gráfico III-39: Biomasa Extraíble Promedio por Áreas.....	98
Gráfico III-40: Porcentaje Biomasa Extraíble Promedio por Áreas.....	98
Gráfico III-41: Biomasa Extraíble con potencial productivo de biodiesel.....	100
Gráfico III-42: Biomasa Extraíble Promedio por Profundidades.....	101
Gráfico III-43: Porcentaje Biomasa Extraíble Promedio por Profundidades.....	101

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 01: Área de Influencia.....	45
Imagen 02: Puntos de Monitoreo.....	46

INDICE DE FLUJOGRAMA

Flujograma 01: Procedimiento de Muestreo.....	48
---	----

RESUMEN

La actual matriz energética del mundo y del Perú es ineficiente ya que genera efectos adversos al ambiente y es insostenible en el tiempo (Miao y Wu 2004; Li et al. 2008) En este contexto las energías renovables y limpias son una alternativa viable, confiable y factible, como es el caso del biodiesel obtenido a partir de microalgas marinas (Chisti, 2007). El Perú cuenta con los recursos necesarios para producir biodiesel a partir de microalgas, sin embargo son pocos los estudios realizados sobre este tema en el país.

Actualmente hay varios países que ya producen biodiesel a partir de microalgas como es el caso de Colombia donde se realizó un estudio de Bioprospección de microalgas marinas para la obtención de biodiesel, definiéndose una metodología de transesterificación que podrá ser implementada una vez se cuente con aceite de las especies de microalgas colombianas bioprospectadas (A. Barajas, L. Garzón, *et al*, 2009).

El objetivo de la presente investigación es analizar el potencial de las microalgas marinas de la Bahía de Ancón para la producción de biodiesel, a partir de la identificación de especies marinas, cuantificación de densidad población y biomasa extraíble de las microalgas marinas con potencial productivo de biodiesel.

Se dividió la bahía en tres áreas bajo un enfoque de muestreo sistemático, y se evaluó dos zonas de profundidad de cada área.

Se evidencio mayor cantidad de especies, densidad poblacional y cantidad de biomasa extraíble del grupo taxonómico de las Diatomeas, en las tres áreas evaluadas, tanto a nivel superficial como a nivel de fondo, con valores que van desde las 7 especies, 4 983 N° Cel/L de densidad poblacional y 448 gr/L biomasa extraíble hasta las 14 especies, 13 255 N° Cel/L de densidad poblacional y 448 gr/L biomasa extraíble de las especies con potencial productivo de biodiesel. Dichas especies son consideradas por Popovich C, Damiani C., Constenla D, Leonardi P (2005) como una clase de microalgas marinas que tienen potencial precursor de biocombustibles.

Se concluyó que las microalgas marinas de la Bahía de Ancón tienen el potencial productivo de biodiesel, ya que la mayor cantidad de especies, mayor concentración de densidad poblacional y mayor cantidad de biomasa extraíble son de las especies del grupo de las diatomeas, que como se menciono anteriormente son consideradas por Popovich C, Damiani C., Constenla D, Leonardi P (2005) como especies de microalgas con potencial productivo de biodiesel.

ABSTRACT

The current world energy matrix in Peru is inefficient because it creates adverse environmental effects and is unsustainable over time (Miao and Wu 2004, Li et al. 2008) In this context, renewable and clean energy is a viable, reliable and feasible, as is the case of biodiesel from marine microalgae (Chisti, 2007). Peru has the resources needed to produce biodiesel from microalgae, however, few studies on this subject in the country.

Currently there are several countries that produce biodiesel from microalgae such as Colombia, where a study Bioprospecting of marine microalgae for biodiesel production, defining a methodology that can be implemented transesterification once count on oil Colombian species of microalgae bioprospectadas (A. Barajas, L. Garzon, et al, 2009).

The objective of this research is to analyze the potential of marine microalgae from the Bay of Ancon for the production of biodiesel from marine species identification, quantification of population density and biomass of marine microalgae extractable with productive potential of biodiesel.

Bay was divided into three areas under a systematic sampling approach, and evaluated two depth zones in each area.

It was noticed most species, population density and biomass removable taxonomic group of diatoms in the three areas assessed, both at surface and at bottom, with values ranging from 7 species, 4 983 No. Cel/L of population density and 448 g/L biomass pull up the 14 species, 13 255 No. Cel/L of population density and 448 g/L biomass extractable species with potential for production of biodiesel. These species are considered by Popovich C, C. Damiani, Constenla D, Leonardi P (2005) as a class of marine microalgae with potential precursor of biofuels.

It was concluded that marine microalgae Ancon Bay have the potential of biodiesel production, since most species, the greater concentration of population density and greater biomass are extractable species in the group of diatoms, which as mentioned above are considered by Popovich C, C. Damiani, Constenla D, Leonardi P (2005) as species of microalgae biodiesel production potential.