AAT 1778

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO

VICERRECTORADO ACADEMICO

DIRECCION GENERAL DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

AREA INGENIERIA

POSTGRADO EN INGENIERIA AMBIENTAL

APROVECHAMIENTO COMO ABONO ORGANICO DEL COMPOST, PRODUCTO DE ARRIBAZONES DE MACROALGAS MARINAS EN PLAYAS DE LA ISLA DE MARGARITA, ESTADO NUEVA ESPARTA

Trabajo Especial de Grado como requisito parcial, para optar al Título de Especialista en Ingeniería Ambiental

Autor: Ing. Américo Vásquez G.

Asesor: Lic. MSc. Julio Cesar Rodríguez

Caracas, Febrero 2016

CONSTANCIA DE ASIGNACIÓN DEL NÚMERO DE DEPÓSITO LEGAL

Yo, **ROSANGEL MONTIEL**, venezolana, mayor de edad, titular de la cédula de identidad **N° 14.201.630**, en mi carácter de Jefa Encargada de la División de Depósito Legal, según consta en Providencia Administrativa N°006-2015 de fecha 23 de febrero de dos mil quince emanada de la Dirección del Instituto Autónomo Biblioteca Nacional y de Servicios de Bibliotecas en uso de la atribución legal contenida en el Artículo 14° de la Ley de Depósito Legal, en concordancia con los Artículos 31° y 41° del Reglamento de la citada Ley; por medio del presente documento doy constancia que le he asignado a **AMERICO VASQUEZ**

TÍTULO DE LA OBRA / PRODUCTO / PRODUCCIÓN	AUTOR (ES)	NÚMERO DE DEPÓSITO LEGAL
Aprovechamiento como abono orgánico del compost, producto *de arribazones de algas marinas* en playas de la isla de Margarita, Estado Nueva Esparta.	**AMERICO VASQUEZ**	***lft7202016620512***

Cabe destacar que el (los) número (s) indicado (s) deberá (n) ser impreso (s) conforme a lo establecido en los Artículos 16°, 17°, 18° y 19° del Reglamento de la Ley de Depósito Legal, y deberá consignar ante la División de Depósito Legal los ejemplares de3 la obra, producto o producción dentro de los treinta (30) días siguientes a su publicación y antes de su circulación, distribución y venta. En consecuencia dentro del lapso antes citado deberá remitir un escrito indicando la cantidad de ejemplares que consigna con las especificaciones contenidas en los Artículos 15° y 21° del Reglamento de la Ley de Depósito Legal. El incumplimiento de las obligaciones que impone la Ley de Depósito

Legal, acarreará la imposición de una multa conforme a lo previsto en el artículo 11° en concordancia con el Artículo 51° del Reglamento de la citada Ley. En caso de que el número otorgado no sea utilizado, el mismo deberá ser devuelto por medio de notificación a la División de Depósito Legal, tal y como lo contempla el Artículo 34° del citado Reglamento. Constancia que se expide en Caracas, a los nueve (09) días del mes de marzo de dos mil dieciséis.

DIVISIÓN DE DEPÓSITO LEGAL

03/02/2016-204

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
Urb. Montalbán - La Vega - Apartado 29068
Teléfono: 407-42-68 y 407-42-69 Fax: 407-43-52
Estudios de Postgrado

ACTA DE EVALUACIÓN TRABAJO ESPECIAL DE GRADO
ÁREA DE INGENIERÍA
ESPECIALIZACIÓN EN INGENIERÍA AMBIENTAL

Nosotros, Profesores **Julio C. Rodríguez** (Asesor) y **Joaquín Benítez** (Evaluador), designados por el Consejo Área de **Ingeniería** el día **26** de **enero** de **dos mil dieciséis**, para conocer y evaluar en nuestra condición de Jurado el Trabajo Especial de Grado **"Aprovechamiento como Abono Orgánico del Compost, producto de Arribazones de Macroalgas Marinas en Playas de la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta"** presentado por el estudiante ***Américo Vásquez G.,*** C.I. N° **4.045.495,** para optar al título de ***Especialista en Ingeniería Ambiental.***
Declaramos que: Hemos leído el ejemplar del Trabajo Especial de Grado que nos fue entregado con anterioridad por la Dirección del Programa.
Reunidos el día **03** de **febrero** de **dos mil dieciséis** en la sede de los Estudios de Postgrado de la Universidad Católica Andrés Bello, previa lectura y estudio del mencionado trabajo, hemos decidido **convocar al estudiante con el fin de responder las preguntas que le formule el jurado. Hechas por nuestra parte las preguntas y aclaratorias correspondientes, se consideró** formalizar el siguiente dictamen:

APROBADO

Hemos acordado calificar el Trabajo Especial de Grado de **Américo Vásquez** con **Diecisiete (17)** puntos.

En fe de lo cual, nosotros los miembros del jurado designado, firmamos la presente acta en Caracas, a los **03** días del mes de **febrero** de **dos mil dieciséis.**

Nombre y firmas del jurado evaluador

Julio C. Rodríguez
C.I. 4.655.023

Joaquín Benítez
C.I. 5.538.984

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS B. ESTUDIOS DE POSTGRADO ÁREA DE INGENIERÍA MONTALBÁN

Estudiante: 4ª. Emisión de seis ejemplares de un mismo tenor.

UCAB Universidad Católica ANDRES BELLO

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN INGENIERIA AMBIENTAL

APROVECHAMIENTO COMO ABONO ORGANICO DEL COMPOST, PRODUCTO DE ARRIBAZONES DE MACROALGAS MARINAS EN PLAYAS DE LA ISLA DE MARGARITA, ESTADO NUEVA ESPARTA

Proyecto de Trabajo Especial de Grado como requisito parcial, para optar al Título de Especialista en Ingeniería Ambiental

Autor: Ing. Américo Vásquez G.
Asesor: Lic. MSc. Julio Cesar Rodríguez
Asesor Metodológico: Prof. Alberto Rodríguez

RESUMEN

En el presente trabajo se plantea el aprovechamiento del producto agro-ecológico (Compost), basado en la utilización de los residuos vegetales de las macro-algas marinas de arribazones en ciertas playas de la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta, Venezuela, por medio de la medición de parámetros morfológicos, tal como el crecimiento de plántulas de Ají (*Capsicum sp.*), sometido a diferentes dosis de compost; con el fin de transferir a la población escolarizada y pequeños productores hortícolas de la región, la utilidad e importancia de la obtención de productos ecológicos de alto valor añadido a partir de la reutilización de sus propios residuos, ya que la acumulación de los mismos en ciertos meses del año despiden olores putrefactos, los cuales afectan la calidad de vida de los residentes y visitantes en esos sectores. Como complemento de esta investigación, también se evalúa el efecto del compost obtenido de las algas marinas de los arribazones, mezclándolo con estiércol de gallina (EG), lodo de planta de tratamiento (LPT) y residuos vegetales (RV) sobre el crecimiento de otras especies de Solanáceas como son: Tomate (*Licopersicum esculentum*) y Berenjena (*Solanum melongena*), 6 semanas después del trasplante.

Palabras claves: Compost, Arribazones, Residuo vegetal, Producto ecológico, Plántulas

DEDICATORIA

A mis padres

A mis hijos y nieta Victoria Valentina

A mi esposa Belkis Judith la cual se molesta porque a esta edad (Adulto mayor), continúo en la búsqueda de nuevos conocimientos y mejoramiento de mi calidad académica, no comprendiendo que esta actividad me gusta, siento bien y apasiona.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, Ser Supremo del Universo y a la Virgen del valle quienes han sabido guiar mis pasos en busca del mejoramiento profesional y académico.

Al Prof. Joaquín Benítez M. por su interés, comprensión y ayuda en aquellas situaciones que debido a la distancia se presentaron en el desarrollo del pensum de estudios y por su interés en la revisión del presente trabajo.

Al Lic.Msc. Julio Cesar Rodríguez, Coordinador del CRIA, núcleo Nueva Esparta de la UDO, por aceptar ser tutor externo del presente trabajo, así como el interés mostrado en la revisión y elaboración del mismo.

A la Ing. Ana María Cova por su ayuda incondicional en la confección, ordenamiento, arreglo y presentación final de este estudio, sin la cual hubiese sido imposible la presentación del mismo.

A los profesores Antonieta Melone, Debbie Méndez y Ángel Rangel por sus sugerencias y comprensión en el desarrollo de sus respectivas asignaturas, en vista de las circunstancias debidas a la distancia de mi lugar de residencia.

Al Ing. José Ochoa Iturbe, ex decano de la facultad de Ingeniería de la UCAB, por su colaboración y amistad sincera.

Al Personal Administrativo de Postgrado, Área de Ingeniería de la UCAB, en especial a la Sra. Yoseni Martínez por toda su ayuda y colaboración prestada

ÍNDICE GENERAL

	pp.
RESUMEN	iii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO	
I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	2
Planteamiento del Problema	2
Objetivos de la Investigación	7
Objetivo General	7
Objetivos Específicos	7
Justificación de la Investigación	7
Alcance	11
Limitaciones	11
II. MARCO TEÓRICO	12
Antecedentes	12
Bases Teóricas	14
Arribazones Marinas	14
Compost	14
Condiciones para el proceso de compostaje	17
Algas	22
Solanáceas	25
Ají	26
Ecuación Universal de Perdida de Suelo (USLE)	27
Características generales del Estado Nueva Esparta	28
Bases Legales	31

Definición de Términos Básicos..... 36

III. MARCO METODOLÓGICO..... 38

Descripción del área de estudio..... 38

Modalidad de la Investigación 40

Tipo de Investigación..... 42

Población y Muestra..... 42

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos..... 43

Fases de metodología en la Investigación..... 44

Operacionalización de las Variables..... 47

IV. RESULTADOS Y DISCUSION..... 48

Preparación del compost..... 48

Análisis químico del compost..... 56

Análisis físico químico del suelo..... 60

Efecto en la evaluación agronómica de las plantas de ají..... 61

Relación de sedimentos entre zonas donde ocurre y no arribazones.... 72

Plan de sensibilización a la comunidad.... 76

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... 80

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS..... 84

REFERENCIAS ELECTRONICAS..... 87

ANEXOS..... 88

INDICE DE CUADROS

pp.

Cuadro 1. Características químicas del compost utilizado 58

Cuadro 2. Características físicas y químicas del suelo utilizado para la mezcla compost – suelo, proporción 2:1 60

Cuadro 3. Medidas de las plántulas a las 6 semanas con tratamiento Nº 1..... 64

Cuadro 4. Medidas de las plántulas a las 6 semanas con tratamiento Nº 2..... 64

Cuadro 5. Medidas de las plántulas a las 6 semanas con tratamiento Nº 3..... 64

Cuadro 6. Medidas de las plántulas a las 6 semanas con tratamiento Nº 4..... 64

Cuadro 1A. Longitud a las 6 semanas con tratamiento Compost 1: AG+RV+EG..... 88

Cuadro 2A. Longitud a las 6 semanas con tratamiento Compost 2: AG+RV+LPT. 88

Cuadro 3A. Longitud a las 6 semanas con tratamiento Compost 3: AG+EG..... 89

Cuadro 4A. Longitud a las 6 semanas con tratamiento Compost 4: AG+LPT..... 89

Cuadro 5A. Longitud a las 6 semanas con tratamiento Compost 1: AG+RV+EG..... 90

Cuadro 6A. Longitud a las 6 semanas con tratamiento Compost 2: AG+RV+LPT. 90

Cuadro 7A. Longitud a las 6 semanas con tratamiento Compost 3: AG+EG..... 91

Cuadro 8A. Longitud a las 6 semanas con tratamiento Compost 4: AG+LPT..... 91

Cuadro9A.Aspectos morfológicos y peso de materia seca y húmeda obtenidos con los 4 tratamientos de compost..... 92

INDICE DE FIGURAS

pp.

Figura 1. Condiciones del Proceso de Compostaje..... 20

Figura 2: Ubicación Nacional de la Zona en estudio..... 38

Figura 3. Ubicación de playa Varadero y las de mayor ocurrencia de arribazones..... 39

Figura 4. Playa Varadero con arribazones de macroalgas..... 48

Figura 5. Colecta y traslado de los arribazones de macroalgas..... 49

Figura 6. Secado de los arribazones de macroalgas..... 50

Figura 7. Armazones forrados con malla cedazo 3X3 1.45 gris trical, utilizado para la elaboración de los composteros..... 51

Figura 8. Molino a martillo, marca NOGUEIRA, modelo DPM-4 usado para picar el material orgánico de los arribazones de macroalgas y residuos vegetales..... 52

Figura 9. Humedeciendo la mezcla al 70% 54

Figura 10. Llenado del armazón con el material húmedo al 70% 54

Figura 11.Tapado con bolsas y palmeras para evitar la pérdida de humedad. 55

Figura 12. Balanza deshumificadora, utilizada para determinar la humedad de la mezcla de compost..... 55

Figura 13. Abono obtenido transcurridos 90 días..... 56

Figura 14: Distribución al azar de los 4 tratamientos y sus 4 repeticiones.... 62

Figura 15: Distribución al azar de los 4 tratamientos en proporción 2:1..... 62

Figura 16: Medida de aspecto morfológico (longitud de tallo y nº de hojas).... 63

Figura 17: llenado de envases con mezcla compost – suelo 2:1 para el trasplante..... 63

Figura 18. Longitud de tallo con tratamiento N° 1 (0 kg/m^2) Testigo..... 65

Figura 19. Longitud de tallo con tratamiento N° 2 (2 kg/m^2)..... 65

Figura 20. Longitud de tallo con tratamiento N° 3 (4 Kg/m^2)..... 66

Figura 21. Longitud de tallo con tratamiento N° 4 (6 Kg/m^2)..... 66

Figura 22. Longitud de tallo a los diferentes tratamientos..... 67
Figura 23. Numero de hojas tratamiento 1Testigo (0 kg/m^2) a las 6 semanas de trasplantadas..... 68
Figura 24.Numero de hojas tratamiento 2 (2 kg/m^2) a las 6 semanas de trasplantadas..... 68
Figura 25.Numero de hojas tratamiento 3 (4 kg/m^2) a las 6 semanas de trasplantadas..... 69
Figura 26.Numero de hojas tratamiento 4 (6 kg/m^2) a las 6 semanas de trasplantadas..... 69
Figura 27. Numero de hojas a los diferentes tratamientos, 6 semanas después del trasplante..... 70
Figura 28. Ubicación del arribazón de algas marinas en Playa Varadero, Municipio Antolín del Campo..... 72
Figura 29. Medición del área ocupada por arribazón en estado fresco en Playa Varadero..... 73
Figura 30. Tríptico de material divulgativo sobre compost..... 78
Figura 31. Continuación Tríptico de material divulgativo sobre compost..... 79
Figura 1A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 1: AG + RV + EG.... 88
Figura 2A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 2: AG + RV + LPT... 88
Figura 3 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 3: AG + EG..... 89
Figura 4 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 4: AG + LPT..... 89
Figura 5 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 1: AG+RV+EG..... 90
Figura 6 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 2: AG+RV+LPT..... 90
Figura 7 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 3: AG+EG..... 91
Figura 8 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 4: AG+LPT..... 91
Figura 9 A. Longitud de vástago, raíz y total a las seis semanas con los 4 tratamientos de compost..... 92
Figura 10 A. Numero de hojas a las seis semanas con los 4 tratamientos de compost..... 93

Figura11A.Peso de materia seca y húmeda a las seis semanas con los 4 tratamientos de compost..... 93
Figura 12 A. Llenado de envases con el abono listo para el trasplante..... 94
Figura 13 A. Abono listo a los 90 días de compostaje..... 94
Figura 14 A. Algas marinas producto de arribazón en orilla de playa en estado seco. 95
Figura 15 A. Prueba manual de humedad del Compost o abono orgánico..... 95

INDICE DE TABLAS

pp.

Tabla 1. Condiciones óptimas del proceso de Compostaje..... 21

INTRODUCCION:

El Compostaje es un proceso natural, por lo tanto y en consecuencia muy antiguo aunque solo hace poco está siendo redescubierto y potenciado con nuevos aportes biotecnológicos, aunque el compostaje está siendo implementado en distintos campos, todavía se encuentra en etapa de investigación.

El compostaje tiene múltiples funciones, según el objetivo a alcanzar, desde la perspectiva medioambiental, el compostaje facilita la gestión de los residuos orgánicos, reduciendo su peso, volumen y peligrosidad, permitiendo además reciclar los recursos contenidos en ellos. También puede llevarse a cabo únicamente como tratamiento previo a la incineración o el vertido, ya que al reducir el volumen de los mismos se hacen más manejables y menos contaminantes.

Desde el punto de vista agrícola, con el compostaje se obtiene un material maduro, estable e higiénico, con un alto contenido en materia orgánica y componentes húmicos denominado COMPOST, el cual puede ser utilizado sin riesgo en Agricultura por no contener sustancias fitotóxicas, favoreciendo el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Por tal motivo se tratará en este trabajo abordar los aspectos concernientes a la producción de compostaje a partir del tratamiento de los residuos orgánicos no tradicionales, como es el caso de los residuos orgánicos de las algas marinas (Ver fotos del Anexo).

De igual manera con la recolección de las algas se contribuirá a mejorar el medio ambiente de aquellas playas donde ocurren las arribazones, ya que por la acumulación de las mismas en esa zona se despiden olores putrefactos, los cuales afectan la calidad de vida de turistas, residentes y visitantes, en vista del impacto ambiental que se genera.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La Ingeniería Ambiental ha constituido una gran herramienta para el hombre y su relación con el medio ambiente, lo cual contribuye a la realización de obras y obtención de productos con carácter de mejorar las necesidades humanas en conjunto, aprovechando los recursos naturales que nos proporciona el medio ambiente, sin su excesiva explotación para evitar daños considerables a largo plazo.

Los arribazones, son afluencias masiva de algas y fanerógamas a las costas en épocas determinadas, es un fenómeno natural causado por el azote puntual de grandes oleajes y temporales en la franja costera. La abundancia de algas en los arribazones se corresponde con períodos de fuertes ráfagas de vientos, que producen marejadas las cuales desprenden al alga del sustrato inestable presente en la ensenada y sobre el cual crece (Lemus y Balza, 1995).

El fenómeno, de producción de grandes cantidades de biomasa de algas y que se acumulan en determinados lugares, se asocia a procesos de eutrofización en aguas costera, situación que día a día se incrementa a escala mundial por causa naturales o antropogénicas (Schramm y Nienhuis, 1996). Ocurre en zonas tropicales y subtropicales y se manifiestan por la gran cantidad de algas arrojadas a las playas (Ortiz y Álvarez, 1998).

Los arribazones que aparecen en el Caribe son en gran medida heterogéneos y se caracterizan por una mezcla de gran número de especies de algas que bien pueden ser agarofitas (productoras de agar) y agarodofitas (fuente

de alginatos y muscílagos). También son notables los arribazones de especies mezcladas del género *Sargassum* (Capecchi, 1989).

La utilización directa de las algas por el hombre, como alimento, forraje para animales o abono, tiene una larga tradición en las costas del Pacífico tanto de Asia como de América del Sur (Barreno *et al.,* 1997). Las algas marinas se utilizan desde hace tiempo como aditivos para suelos, principalmente en zonas costeras donde es fácil transportar las algas frescas o parcialmente desecadas a la zona que ha de fertilizarse (McHugh, 2002). En las áreas costera de Gran Bretaña y Normandía los agricultores de esa región aplican los algazos (algas de arribazones) y algas cortadas del medio, a los cultivos de cereales, especialmente el de cebada y también a los cultivos de patatas, hortalizas y viñedos, con excelentes resultados (Bula-Meyer, 2004).

Las algas marinas actúan como un acondicionador del suelo por su alto contenido de fibra y como fertilizante por su contenido de minerales. Las algas pardas de grandes dimensiones (especies de *Laminaria* y *Ascophyllum* en Europa, *Sargassum* en países más cálidos como Filipinas) son las más utilizadas, pero la aparición de fertilizantes químicos sintéticos ha reducido su mercado (McHugh, 2002). Algunas especies de algas rojas calcificadas forman extensos campos en los fondos marinos; estas algas son colectadas y utilizadas, una vez trituradas, para disminuir la acidez de los suelos agrícolas (Barreno *et al.,* 1997).

Los extractos líquidos de algas marinas se han aplicado como fertilizantes a cultivos de hortalizas y bayas; encontrando resultados exitosos en el crecimiento de las plántulas, en comparación con el efecto de los extractos de hormonas vegetales como las auxinas. En Sudáfrica, se utilizan cada año unas 500 toneladas de *Ecklonia* (género de algas marinas pertenecientes a la familia Lessoniaceae) fresca para obtener esos extractos, pero en el Reino Unido y Nueva Zelandia también se obtienen productos similares a partir de otras algas pardas (McHugh, 2002).

La utilización directa de las algas por el hombre, como alimento, forraje para animales o abono, tiene una larga tradición en las costas del Pacífico tanto de Asia como de América del Sur (Barreno *et al.,* 1997). Las algas marinas se utilizan desde hace tiempo como aditivos para suelos, principalmente en zonas costeras donde es fácil transportar las algas frescas o parcialmente desecadas a la zona que ha de fertilizarse (McHugh, 2002). En las áreas costera de Gran Bretaña y Normandía los agricultores de esa región aplican los algazos (algas de arribazones) y algas cortadas del medio, a los cultivos de cereales, especialmente el de cebada y también a los cultivos de patatas, hortalizas y viñedos, con excelentes resultados (Bula-Meyer, 2004).

Las algas marinas actúan como un acondicionador del suelo por su alto contenido de fibra y como fertilizante por su contenido de minerales. Las algas pardas de grandes dimensiones (especies de *Laminaria* y *Ascophyllum* en Europa, *Sargassum* en países más cálidos como Filipinas) son las más utilizadas, pero la aparición de fertilizantes químicos sintéticos ha reducido su mercado (McHugh, 2002). Algunas especies de algas rojas calcificadas forman extensos campos en los fondos marinos; estas algas son colectadas y utilizadas, una vez trituradas, para disminuir la acidez de los suelos agrícolas (Barreno *et al.,* 1997).

Los extractos líquidos de algas marinas se han aplicado como fertilizantes a cultivos de hortalizas y bayas; encontrando resultados exitosos en el crecimiento de las plántulas, en comparación con el efecto de los extractos de hormonas vegetales como las auxinas. En Sudáfrica, se utilizan cada año unas 500 toneladas de *Ecklonia* (género de algas marinas pertenecientes a la familia Lessoniaceae) fresca para obtener esos extractos, pero en el Reino Unido y Nueva Zelandia también se obtienen productos similares a partir de otras algas pardas (McHugh, 2002).

En cuantos los trabajos realizados sobre el aprovechamiento de la excesiva biomasa de las plantas acuáticas para la elaboración de abono, se cuenta con los trabajos de: Rodríguez (2004), Coca *et al.,* (2008) y Bula-Meyer (2004). En Venezuela son muy pocos los trabajos de investigación realizados sobre el fenómeno de los arribazones y el aprovechamiento de las macroalgas para el uso como fertilizante entre ellos se encuentran los elaborados por: Capecchi (1989), quien realizó un estudio sobre algas de arribazones en la Isla de Margarita y su utilización como fertilizante para cultivo de fitoplancton. Lemus y Balza, (1995), que realizaron un estudio de la composición estacional y biomasa de arribazones de macroalgas verdes en la Península de Paraguaná, Venezuela.

Durante ciertos meses del año se presentan en las playas de la Isla de Margarita, Estado Nueva Esparta, Venezuela, gran acumulación de algas marinas, producto de fenómenos naturales de oleaje (Arribazón), las cuales pasan a un proceso de secado, durante el cual presentan un estado de putrefacción de malos olores, lo cual trae como consecuencia la ausencia de Temporadistas y Turistas en dichas playas.

La limpieza, recolección y recogida de estos residuos orgánicos, tienen como objetivo la disposición final de los mismos en Vertederos de basura a cielo abierto existentes en el Estado Nueva Esparta, desperdiciándose de esta manera gran cantidad de residuos orgánicos, los cuales podrían ser utilizados por medio de la técnica de compostaje en la elaboración de Compost o Abono orgánico.

En vista de la presencia constantes de macroalgas marinas en algunas playas de la Isla de Margarita, consecuencia del fenómeno de los arribazones, que tienden a contaminar las zonas costeras, generando olores desagradables (producto de la acelerada descomposición de las algas) y provocando problema sanitario y estético. Afectando a las comunidades adyacentes, causando enfermedades y reducción del turismo. Por tal motivo, las algas acumuladas en las playas pueden ser colectadas y utilizadas como materia prima para la elaboración

de un abono de origen orgánico y agro-ecológico, a partir de la técnica del compost, que puede ser utilizado para pequeños cultivos y reducir los abonos de origen químico, los cuales generan contaminación.

En función del problema planteado, es conveniente formular las siguientes interrogantes:

¿Cómo se podría evaluar agronómicamente el compost (abono orgánico), producto de los arribazones de macroalgas marinas en las playas de la isla de margarita?

¿Cuáles serán los componentes físico-químicos del compost obtenido de los arribazones de macroalgas marinas en las playas de la isla de margarita?

¿Cuál será la evaluación agronómica en el crecimiento de plántulas de una especie vegetal (ají) a diferentes dosis de abono orgánico?

¿Cómo hacer para sensibilizar a los habitantes de las zonas playeras donde ocurren los arribazones para el aprovechamiento de este recurso?

¿Se produce en las playas donde son retirados los residuos de algas marinas, el saneamiento ambiental y sanitario respectivo?

¿Cuál es el o los impactos ambientales que generan el manejo de desechos de las algas marinas?

1.2.- OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION:

1.2.1.- OBJETIVO GENERAL:

Evaluar agronómicamente el compost (abono orgánico), producto de los arribazones de macroalgas marinas en las playas de la isla de margarita.

1.2.2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Analizar las características físico-químicos del compost obtenido de los arribazones de macroalgas marinas en las playas de la isla de Margarita.
- Evaluar el efecto agronómico en el crecimiento de las plántulas de ají (*Capsicum sp.*), utilizando diferentes dosis del compost vegetal.
- Determinar la relación de sedimentología entre las zonas donde ocurre el arribazón y zonas donde no ocurren.
- Proponer un plan de sensibilización a los habitantes de la playa de Varadero, Municipio Antolín del Campo del Estado Nueva Esparta; para aprovechamiento como recurso de los arribazones de macroalgas marinas.

1.3.- JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION:

El arribazón (afluencia masiva de algas y fanerógamas a las costas en épocas determinadas) es un fenómeno natural causado por el azote puntual de grandes oleajes y temporales en la franja costera. En las playas, los procesos de putrefacción asociados a estos aportes hacen necesaria su recogida y vertido con el fin de garantizar las condiciones higiénico-sanitarias óptimas para el uso y disfrute de las mismas.

En la actualidad, la recolección de estos acúmulos de algas y plantas marinas en las playas suele tener fines industriales (producción de agar, carragenatos y alginatos, alimento en el cultivo de *haliotis,* fertilizantes, aislantes, etc.) o

agropecuarios, y su retirada, en la mayoría de los casos, está más relacionada con fines turísticos y recreativos, que hacen necesaria su limpieza. Los procesos de putrefacción asociados a la descomposición de estas grandes cantidades de material biológico que arriban en las playas pueden afectar a las condiciones del uso recreativo de la zona, así como causar un mal aspecto y olor. Las quejas, que transmiten la gran afluencia de turistas y usuarios (que desconocen la importancia ecológica y medioambiental de los mismos) en muchos de estos municipios costeros y turísticos, hacen inevitable por parte de la administración encargada de la gestión de la limpieza del litoral su retirada y transporte a vertederos y así garantizar las condiciones higiénico-sanitarias óptimas para el uso y disfrute de las mismas.

El carácter súbito y masivo de la aparición de estas arribadas de algas y plantas marinas en las playas plantea serios inconvenientes en relación a la planificación de los servicios adicionales de limpiezas necesarios para su eliminación. Además, su retirada incrementa la problemática ambiental existente en los sobre utilizados vertederos, en los cuales no se ha establecido hasta el momento ningún protocolo o sistema de eliminación de los arribazones de bajo impacto. Tampoco existe, a fecha de hoy, un sistema unitario y específico de retirada de estos arribazones vegetales o un registro histórico que permita el desarrollo de un plan de revalorización y aprovechamiento de este tipo de residuos. Por otro lado, los propios sistemas de retirada podrían estar planteando serios problemas en las playas, ya que pueden estar alterando la dinámica sedimentaria del litoral o los propios procesos naturales del mismo.

Por lo tanto, se hace Indispensable llevar un control y valorar la necesidad y el efecto de la retirada de los arribazones de algas y plantas marinas, así como un sistema que nos permita predecir en tiempo y lugar su aparición, al objeto de poder llevar a cabo un plan de recogida efectivo y un posible aprovechamiento industrial. Por otra parte, los diferentes estudios del fenómeno natural de los arribazones vegetales sirven como bioindicadores del estado de las poblaciones

naturales de las macroalgas y fanerógamas marinas, particularmente amenazadas por el crecimiento urbanístico en las zonas turísticas de las islas, así como de óptimos indicadores de la calidad ambiental del litoral.

Con la efectiva recogida de las arribazones, se trata de buscar un mayor beneficio social y medioambiental en las zonas afectadas, ya que se elimina el impacto ambiental generado por el mismo, tal como lo es: **GENERACION DE OLORES PUTREFACTOS (CONTAMINACION ATMOSFERICA)**, el cual es un impacto con las siguientes características:

Probabilidad: Alta, ya que es una medida de riesgo que el impacto se presente

Intensidad: Alta, es la fuerza o peso con que el impacto se manifiesta

Extensión: Local, ya que se refiere al ámbito espacial del impacto

Duración: Temporal, es el lapso de tiempo durante el cual se manifiesta el impacto ambiental.

Reversibilidad: Media, es la medición de la capacidad del sistema para regresar a una condición similar a la original, una vez que cesa de actuar la acción generadora del impacto.

De igual manera la a acumulación de algas marinas producto de las arribazones, genera impactos ambientales positivos tal como: **GENERACION DE EMPLEO**, en vista de que se empleará mano de obra desocupada en la zona donde habrá que recoger las algas producto de las arribazones, mientras dura dicha recolección.

Además de los impactos ambientales anteriores, también se generan otros tales como:

En caso de que sean recogidos con maquina, **INCREMENTO DE LOS NIVELES DE RUIDO (CONTAMINACION SONICA), ALTERACION DE LA TOPOGRAFIA EN LA LINEA DE COSTA Y DESTRUCCION DE HABITATS MARINO.**

Las algas en estado fresco o seco, o en harina aplicadas a los suelos, tienen dos funciones principales: 1) como fertilizantes, promueven el crecimiento de la planta ya que liberan lentamente los nutrientes minerales y orgánicos, y 2) como acondicionador del suelo, mejorando la aireación y adicionando estabilidad.

Las medidas para mitigar y/o eliminar los impactos ambientales producidos por las recogidas de las algas acumuladas de los arribazones son aspectos considerados de Ingeniería Ambiental

Químicamente las algas son ricas en minerales y carbohidratos y su concentración supera mucho más a las de proteínas y grasas. Por lo general un alga no procesada tiene un contenido similar de Nitrógeno al de muchos abonos animales, con menos Fosforo, pero con más Potasio, total de sales y gran disponibilidad de micronutrientes.

A consecuencia de los fenómenos naturales de fuertes oleajes, se acumulan en la franja costera de algunas playas de la Isla de Margarita, gran afluencia de algas marinas (Arribazon), las cuales presentan durante la etapa de secado un proceso de putrefacción (malos olores), por lo que se hace necesario su recolección y disposición final, con el fin de garantizar las condiciones Higiénicos . Sanitarias optimas para el uso y disfrute de las Playas por parte de Residentes y Turistas, tanto Nacionales como Internacionales, (Ver fotos en Anexo).

Estas Arribazones de algas marinas al ser sometidas al proceso de "Compostaje", se transforman en humus o Compost (Abono orgánico), el cual tiene gran valor desde tres puntos de vista: Como fertilizante por su alto contenido de macro y micronutrientes, como acondicionador de suelos por su alto contenido de Materia Orgánica en forma de Humus y como minimizador de fitoenfermedades por su contenido y variedad de microorganismos.

Utilizando el abono orgánico producto de las arribazones, se pretende alcanzar una forma de vida sustentable, vincularse de manera armónica con la naturaleza y alimentarse de manera más saludable.

1.4.- ALCANCE:

Esta investigación pretende:

Promover el conocimiento y características del abono orgánico (Compost), obtenido a partir de las Arribazones marinas, como producto agroecológico, el cual no causa daños al ambiente y mejora el recurso suelo.

Evaluar parámetros morfológicos y de crecimiento de plántulas de Ají (*Capsicum sp.*), sometidas a diferentes dosis de tratamiento del abono orgánico

1.5.- LIMITACIONES:

La falta de terrenos acondicionados como campo experimental, impide realizar un estudio exhaustivo y más preciso sobre el tema, en vista de esta situación, los ensayos se realizarán en cubetas plásticas pequeñas (Cajas de refrescos vacías de 0,40 x 0,60), las cuales contienen el suelo con las condiciones de tratamiento a diferentes dosis del Compost, en el patio exterior de la sede administrativa del Centro Regional de Investigaciones Ambientales (CRIA) del Núcleo Nueva Esparta de la Universidad de Oriente (UDO); pero Se dispondrá de las instalaciones del laboratorio de Ecología (Lab-117)de la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar (E.C.A.M.) de la Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta y del Centro Regional de Investigaciones Ambientales (C.R.I.A) de la Universidad de Oriente, así como de los materiales y equipos pertenecientes a dichas instalaciones. Además se dispondrá de un área o terreno de la Universidad de Oriente (U.D.O), sector Guatamare y de la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar (E.C.A.M.) para el secado de las algas (deshidratación) y montaje del compost. El material faltante será adquirido por quien suscribe este proyecto.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1.- ANTECEDENTES:

Se han desarrollado investigaciones en las cuales se realizan evaluaciones agronómicas de abonos orgánicos o Compost obtenidos de diferentes fuentes, tales como:

Rodríguez, W. y Orellana, R. (2008), en su estudio: **Utilización de algas marinas como componente de sustrato para la producción de plántulas de acelga y lechuga,** en la Universidad de Ciego Ávila, Cuba. Los sustratos se elaboraron a partir de la mezcla de sargazo (S) al 25% con humus de lombriz (H), arena de mar (A) y cascarilla de arroz (C). Se consideró un testigo que consistió en la mezcla de humus de lombriz y cascarilla de arroz en proporción 75:25.
Las especies hortícolas utilizadas fueron la acelga, (*Brassicarapa subs. chinensis* var. PK-7) y la lechuga (*Lactuca sativa* L. var. BSS-13) y las labores de manejo durante el proceso de producción de las plántulas, se realizaron conforme al instructivo técnico recomendado.
Las semillas de acelga variedad PK-7 y lechuga variedad BSS-13 alcanzaron valores altos de germinación con respecto al control para todos los tratamientos de estudio, y no difirieron del testigo, ni se observaron diferencias entre ellas.

Pedrosa, A., Vega, J. y Tabraue, H. (2007), del Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), en estudio: **Validación agronómica del Compost elaborado con restos de poda y arribazones en cultivo de tomate (Licopersicum esculentus)**, se evaluaron diferentes ensayos, partiendo de tres tipos de compost: compost de estiércol más restos vegetales de jardinería en dosis de 10 Kg/m2, compost de arribazones más restos vegetales de jardinería en dosis de 10 Kg/m2 y compost de arribazones más restos vegetales de jardinería

en dosis de 5 Kg/m2, obteniéndose muy buen rendimiento de Kg de planta total por m2 en el caso de la dosis de 10 Kg/m2, tal como lo es 6,42 Kg/m2 y al reducir la dosis al 50% (5 Kg/m2), se logran producciones similares (6,74 Kg/m2) a las obtenidas con el doble de la dosis del compost; lo que indica que el compost a base de algas de arribazones marinas es una alternativa válida para la fertilización orgánica del cultivo de tomate.

Bula, G. y Meyer (2004), en estudio: **Las macroalgas marinas en la Agronomía y el uso potencial del *Sargassum* flotante en la producción de fertilizantes en el archipiélago de San Andrés y Providencia, Colombia,** se hace un recuento del uso de las macroalgas marinas en la agronomía y del potencial que para esta actividad tiene el *Sargassum* flotante que arriba a las islas de San Andrés y Providencia, el cual hasta el momento ha sido un estorbo para la economía turística. Los efectos producidos como un resultado del uso de las algas como fertilizantes varían considerablemente con la cantidad y el momento de aplicación.

Rodríguez, J. C., Marcano, A. E. y Montaño, N (2004)., en estudio realizado en el Núcleo de la Universidad de Oriente de Caicara del Orinoco, Estado Bolívar , Venezuela. **Caracterización Química del Compost Nutribora y su uso combinado con un fertilizante comercial en el cultivo del tomate (*Licopersicum esculentum*)**. La Nutribora compost elaborado con mezcla de tejido de Bora (*Eichhornia crassipes*), estiércol de ganado vacuno y suelo de morichales, con el cual a la dosis óptima de 80 ton/Ha, se lograron incrementos en la producción del cultivo de tomate.

Centro Regional de Investigaciones Ambientales (CRIA) (2010), de la Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta, se desarrolló proyecto para elaborar un fertilizante orgánico, mediante la fracción biodegradable de los residuos orgánicos generados en los hipermercados y en los arribazones de macroalgas marinas, para fomentar su producción y utilización en la educación escolarizada y no escolarizada.

2.2.- BASES TEÓRICAS:

Arribazones marinas.

Las grandes acumulaciones de algas y fanerógamas marinas en las orillas de las playas, arrojadas por el mar tras desprenderse del sustrato rocoso o arenoso, se conocen como arribazones vegetales. Estas arribadas son fenómenos naturales, causados generalmente por el azote de grandes oleajes y temporales en la franja costera, que conllevan grandes beneficios para el ecosistema del litoral. Su retirada sólo se justifica cuando se hace imprescindible garantizar unas condiciones higiénico-sanitarias óptimas para el uso y disfrute de las playas.

No existe un sistema unitario y específico de retirada o un registro histórico que permita el desarrollo de un plan de revalorización y aprovechamiento de este tipo de residuos. Por otro lado, los actuales sistemas de retirada podrían estar planteando serios problemas en las playas, debido a una posible alteración en la dinámica sedimentaria del litoral o en los propios procesos naturales del mismo. Por tanto, es indispensable llevar un control y valorar la necesidad y el efecto de su retirada, así como un sistema que nos permita predecir en tiempo y lugar su aparición, con el objetivo de poder llevar a cabo un plan de recogida efectivo y un posible aprovechamiento industrial.

Compost.

El compost es un material al que se llega por biotecnologías de bajo costo, que nos permite mantener la materia orgánica dentro del ciclo natural, no incinerándola ni "ensilándola", con difícil y cara recuperación, como sería el caso de los rellenos sanitarios. Es un mejorador de suelos, sumamente útil en el combate a la erosión, en la mejora de los cultivos en cuanto a cantidad y calidad de los mismos. Su producción trae beneficios directos e indirectos si

consideramos los beneficios en la producción, la mano de obra que ocupa su procesamiento, las posibilidades de obtener producciones ambientalmente (OPS, 1999).

El término compost deriva del latín *compositus* y su significado sería «poner junto». Para hacer compost mezclamos varios materiales que permiten iniciar un proceso de descomposición de la materia orgánica que posteriormente dará lugar a un material más o menos estable parecido al humus del suelo y que es un elemento clave para la fertilidad de la tierra. Los términos compost, compostaje, han pasado a ser habituales en nuestro lenguaje y abrevian con precisión el concepto de materia orgánica descompuesta. El compostaje es un proceso estabilización de los residuos orgánicos basado en una actividad microbiológica compleja, realizada en condiciones aeróbica, en las que se obtiene un producto utilizable como abono, enmienda o sustrato. En condiciones naturales la materia orgánica se puede descomponer y en determinadas condiciones compostar. La diferencia principal es que el compostaje se asume como un proceso artificial, como una biotecnología por el hecho de corresponder a una explotación industrial del potencial de los microorganismos. También puede considerarse una ecotecnología, ya que permite el retorno al suelo de la materia orgánica y de los nutrientes vegetales, introduciéndola de nuevo en los ciclos biológicos. Una función importante del compostaje es eliminar los agentes patógenos y semillas de malas hierbas que pudieran afectar el sano crecimiento de los cultivos, asimismo, otro beneficio es que el producto no presenta olores desagradables al finalizar el proceso y contiene un buen nivel de nutrimentos para las plantas (Saña & Soliva, 1987; Gardner, 1997; Bueno, 2003).

Según Cervantes (2007) es necesario disminuir la dependencia de productos químicos artificiales en distintos cultivos, por lo que estamos obligados a buscar alternativas fiables y sostenibles. En la agricultura ecológica, se da gran importancia a la preparación de compost, y cada vez más, se están utilizando en

cultivos intensivos. No podemos olvidarnos la importancia que tiene mejorar diversas características físicas, químicas y biológicas del suelo, y en este sentido, este tipo de abonos juega un papel fundamental. Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos, los cuales aportaremos posteriormente con los abonos minerales o inorgánicos. Actualmente, se están buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales. Existen incluso empresas que están buscando en distintos ecosistemas naturales de todas las partes del mundo, sobre todo tropicales, distintas plantas, extractos de algas, etc., que desarrollan en las diferentes plantas, distintos sistemas que les permiten crecer y protegerse de enfermedades y plagas. De esta forma, en distintas fábricas y en entornos totalmente naturales, se reproducen aquellas plantas que se ven más interesantes mediante técnicas de biotecnología. En estos centros se producen distintas sustancias vegetales, para producir abonos orgánicos y sustancias naturales, que se están aplicando en la nueva agricultura. Para ello y en diversos laboratorios, se extraen aquellas sustancias más interesantes, para fortalecer las diferentes plantas que se cultivan bajo invernadero, pero también se pueden emplear en plantas ornamentales, frutales, entre otros.

El Compost contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego, manteniéndolos por más tiempo en el suelo. Influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y en el desarrollo de los platines. Aumenta notablemente el porte de las plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad. Se puede usar sin inconvenientes en estado puro, y se encuentra libre de nematodos. Favorece la formación de micorrizas. Por su acción antibiótica, aumenta la resistencia de las plantas a las plagas y agentes patógenos. Su pH neutro, lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas. Aporta y contribuye al mantenimiento y desarrollo de la micro flora y micro fauna

del suelo. Favorece la absorción radicular. Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta. Transmite directamente del terreno a la planta, hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humidificadoras. Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa. (http:// www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm).

Para la elaboración del compost se puede emplear cualquier materia orgánica, con la condición de que no se encuentre contaminada. Entre estos podemos mencionar: restos de vegetales jóvenes como hojas, frutos, tubérculos, etc., los cuales son ricos en nitrógeno. Las ramas de poda de los frutales, restos orgánicos procedentes de las cocinas como pueden ser restos de fruta y hortalizas, restos de animales de mataderos, excremento animal como estiércol de vaca, gallinaza, conejina o sirle, de caballo, de oveja y los purines. Anualmente se recogen en las playas grandes cantidades de fanerógamas marinas y algas que pueden emplearse como materia prima para la fabricación de compost ya que son compuestos ricos en Nitrogeno, Fosforo, Carbono, oligoelementos y biocompuestos cuyo aprovechamiento en agricultura como fertilizante verde puede ser de gran interés (http:// www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm).

Condiciones para el proceso de compostaje:

En el proceso de compostaje, son los microorganismos los responsables de la transformación del sustrato, por lo tanto, todos aquellos factores que puedan inhibir su crecimiento y desarrollo, afectarán también sobre el proceso. Los factores más importantes que intervienen éste proceso biológico son: ***temperatura, humedad, pH, oxigeno, relación C/N y población microbiana.***

El proceso de compostaje (Fig. N° 4) se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad descomponedora se necesitan unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son:

Temperatura:

Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 ºC para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.

Humedad:

En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas

empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 % mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60%.

Ph:

Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5-8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (pH= 6-7,5)

Oxígeno:

El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.

Relación C/N equilibrada:

El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoniaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado. Los materiales orgánicos

Donde:

M: Cantidad (Kg) de cada material a mezclar.

F: Fracción de los nutrimentos respectivos (C: carbono N: nitrógeno).

R: Relación carbono-nitrógeno de la mezcla.

Se formó 1 pila de compostaje, realizándose la mezcla siguiente:

1. Arribazones de macroalgas (A): residuo vegetal (RV)

La mezcla se humedeció utilizando 6 L (litros) de agua por cada 3 Kg de mezcla (70% humedad).

Formación y volteo de la pila. Se dividió el material a compostar en dos partes iguales; para formar la pila y mezclar todo el material se realizó, mediante la ayuda de un pentadiente hasta que el material quedo suelto y sin grumos. Fueron utilizados alrededor de 303 L de agua dulce en promedio para el cajon con el fin de obtener una humedad del 70% (método de la mano), metodología descrita por Rodríguez (2004). Posteriormente se agregó el material en el armazon forrados con maya trical que permitió la aireación de la mezcla previamente humedecida, lo que facilitó al proceso de descomposición aeróbica. Se cubrió la parte superior de la pila con una capa de 15 cm de hojas de palmeras, hojas frescas de plátanos, entre otras. Así se evitó la perdida de humedad y por tanto se conservó el calor (Figura 11). Al día siguiente de montada la misma, se detectó el calentamiento introduciendo un termómetro digital, marca Brand-Hanna, modelo 8424, principalmente en el centro de la pila.

ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, la turba y el serrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las deyecciones animales y los residuos de matadero.

Población microbiana:

El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos.

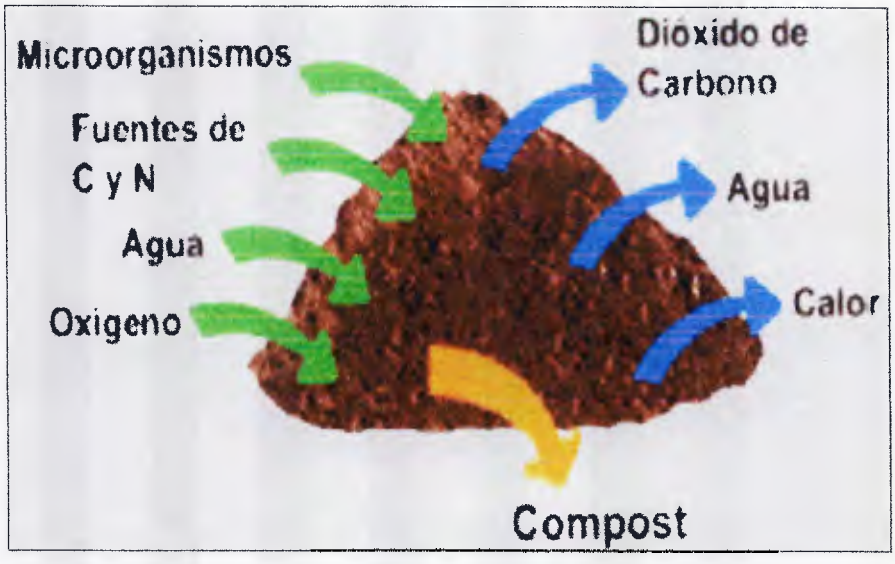


Figura 1. Condiciones del Proceso de Compostaje
Fuente: Jaramillo. y Liliana, Z. (2008)

Condiciones optimas del proceso:

Teniendo en cuenta lo explicado anteriormente se puede afirmar que un control eficiente de estos parámetros (tabla 1) permitirá llegar a tener un proceso que trabaje de forma óptima disminuyendo el tiempo de elaboración del compost y como consecuencia aumentando las ganancias económicas.

Entre las variables más exigentes están la humedad, la relación C/N y la temperatura. No obstante, el control de la mayor cantidad posible de parámetros en el proceso garantiza los mejores resultados.

Tabla 1. Condiciones óptimas del proceso de compostaje.

PARAMETRO	RANGO RAZONABLE	RANGO REFERIDO
C/N	20-40	25-30
HUMEDAD	40-65	50-60
TEMPERATURA	40-65	55-70
PH	5,5-9	6,5-8,5
TAMAÑO PARTICULA	13 m m	13 m m

Fuente: Jaramillo. y Liliana, Z. (2008)

Algas.

El término alga se aplica a aquellos organismos autótrofos cuya vida se desarrolla ligada al agua dulce o salada y que no desarrollan flores ni cuentan con sistemas vascular desarrollados (Boraso, 2004). Sus cloroplastos contienen los pigmentos fotosintéticos junto con pigmentos accesorios (Strasburger, 1994). Estos organismos varían de tamaño en un intervalo que va desde pequeños individuos unicelulares hasta algunas de las plantas multicelulares más grandes que se conocen (Jensen y Solisbury, 1988). Constituyen un total de 25.000 a 30.000 especies, con una gran diversidad de formas y tallas (McHugh, 2002), siendo bioquímicamente y fisiológicamente muy similares, en sus aspectos básicos, al resto de las plantas (Barreno *et al.,* 1997).

Para la ordenación sistemática de las algas en divisiones y clases se utilizan los caracteres químicos como son: la composición de los pigmentos fotosintéticos, las sustancias de reserva, el tipo de pared celular y los caracteres citológicos; como la ultraestructura celular, especialmente las características de los cloroplastos y su origen endosimbiótico (Barreno *et al.,* 1997). Las macroalgas marinas pueden clasificarse en tres grandes grupos basados en su color: pardas, rojas y verdes. Los botánicos denominan a estos grandes grupos feofíceas, rodofíceas y clorofíceas, respectivamente (McHugh, 2002).

Las algas pardas o feofíceas (división Ochrophyta, clase Phaeophyceae), son un grupo rico en formas, su aspecto oscila entre diminutos filamentos celulares ramificados, heterótricos, talos pseudoparenquimáticos y plantas de varios metros de longitud, con fuerte diferenciación de órganos y tejidos. Estos vegetales en su forma más robustas, aparecen diferenciados en estructuras que recuerdan las hojas, los tallos y raíces de los cormófitos (Strasburger, 1994). Las algas pardas suelen ser grandes y comprenden desde el gran *Kelp* que a menudo mide 20 m de longitud, hasta las especies más pequeñas de 30 a 60 cm (*Padina, Glossophora, Acinetospora*, *Levringia*), pasando por algas gruesas y coriáceas de dos a cuatro

metros (McHugh, 2002). La mayoría de las 1500-2000 especies, subordinadas a 250 géneros, son algas marinas que presentan un mayor desarrollo en las áreas templadas y frías del océano. Forman parte del bentos y viven fijas, sobre rocas, piedras, maderos, etc., algunas emergiendo en bajamar, a menudo también, como epífitos, sobre otras algas. Forman una exuberante vegetación en zona intermareal de las costas rocosas, en la cual se manifiesta una zonación características de las especies (Strasburger, 1994).

Las algas rojas (división Rodophyta), son principalmente marinas, suelen ser más pequeñas, por lo general su longitud varía de pocos centímetros a un metro; pero las algas rojas no siempre son rojas: a veces son de color púrpura e incluso de color rojo pardusco hasta casi negro, asimismo, verde azulado u oliváceo, pero a pesar de ello los botánicos las clasifican como rodofíceas debido a otras características (McHugh, 2002). Faltan en ellas formas o estado flagelados, como especies monadales, zoosporas y espermatozoides. En estas algas destacan los representantes con talo tricalafieltrado o pseudoparenquimático. Faltan por completo auténticos tejidos. Es característicos de las rodófitas una alternancia de generaciones de tres elementos, en la que al gametófito haploide sigue un carposporófito diploide y luego una segunda generación esporofítica (por lo común tetrasporófito) (Strasburger, 1994).

Las algas verdes (división Clorophyta), tienen representantes en casi todos los niveles de organización, han alcanzado todos los tipos morfológicos, desde pequeños unicelulares microscópicos, hasta algas filamentosas simples o ramificadas, que a menudo forman densos fascículos y también de constitución más compleja, como los talos parenquimáticos o plectenquimáticos (*Ulvao* o *Codium*), que externamente a veces tiene cierto parecido con las plantas superiores por sus talos foliáceos. Comprenden 450 géneros con 7000 especies, que en su mayor parte (90%), viven en el plancton o en el bentos de las aguas dulce. Algunas especies de gran tamaño aparecen en el mar, particularmente, cerca de la costa. El principal polisacárido de reserva es el almidón, que se

produce en forma de gránulos, junto los pirenoides, en el interior de los cloroplastos (Strasburger, 1994).

Las algas viven en las zonas fóticas o iluminadas de las masas de agua, tanto continentales como marinas, ocupando la superficie y los fondos hasta la profundidad a la que llega la luz. En el mar, las algas bentónicas ocupan gran parte de la plataforma continental pudiendo alcanzar, en aguas claras, grandes profundidades (Barreno *et al.,* 1997). Estas pueden crecer fijas al sustrato, tanto en el ambiente marino como en el agua dulce cumpliendo un papel similar al fitoplancton (Boraso, 2004). Proliferan durante toda la primavera y el verano; muchas de ellas desarrollan continuamente nuevas láminas, las cuales son, en ocasiones, el alimento de muchos animales o bien se desgastan por la acción de las olas (Jensen y Solisbury, 1988).

El fenómeno, de producción de grandes cantidades de biomasa de algas y que se acumulan en determinados lugares, se asocia a procesos de eutrofización en aguas costera, situación que día a día se incrementa a escala mundial por causa naturales o antropogénicas (Schramm y Nienhuis, 1996). Ocurre en zonas tropicales y subtropicales y se manifiestan por la gran cantidad de algas arrojadas a las playas (Ortiz y Álvarez, 1998).

Las algas marinas actúan como un acondicionador del suelo por su alto contenido de fibra y como fertilizante por su contenido de minerales. Las algas pardas de grandes dimensiones (especies de *Laminaria* y *Ascophyllum* en Europa, *Sargassum* en países más cálidos como Filipinas) son las más utilizadas, pero la aparición de fertilizantes químicos sintéticos ha reducido su mercado (McHugh, 2002). Algunas especies de algas rojas calcificadas forman extensos campos en los fondos marinos; estas algas son colectadas y utilizadas, una vez trituradas, para disminuir la acidez de los suelos agrícolas (Barreno *et al.,* 1997).

Los extractos líquidos de algas marinas se han aplicado como fertilizantes a

cultivos de hortalizas y bayas; encontrando resultados exitosos en el crecimiento de las plántulas, en comparación con el efecto de los extractos de hormonas vegetales como las auxinas. En Sudáfrica, se utilizan cada año unas 500 toneladas de *Ecklonia* (género de algas marinas pertenecientes a la familia Lessoniaceae) fresca para obtener esos extractos, pero en el Reino Unido y Nueva Zelandia también se obtienen productos similares a partir de otras algas pardas (McHugh, 2002).La FAO, en trabajo publicado en el año 2013 determina que los fertilizantes químicos son una de las fuentes principales de contaminación del agua. (http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s05.htm#TopOfPage).

Solanáceas.

Las solanáceas constituyen una extensa familia de más de 2.000 especies, ampliamente distribuidas en las zonas tropicales. En nuestro país, se han reportado unas 230 especies pertenecientes a dicha familia.

Comprenden desde plantas herbáceas hasta leñosas y, a veces, trepadoras. Son plantas con hojas alternas, de inflorescencia generalmente simosa, flores por lo común regulares, hermafroditas y de cáliz gamosépalo y persistente. La corola es sinpétala, tubular y con estambres insertos en la misma. El pistilo tiene estigma bilobular. El ovario es bilobular y los óvulos por lo general, numerosos. El fruto es una cápsula o baya, con semillas en general albuminosas.

La familia abarca especies de importancia económica. Unas, por su empleo alimenticio, como el tomate, la papa, el pimentón, el ají, la berenjena; otras, por su importancia industrial, como el tabaco; y otras, finalmente, por su uso medicinal como la belladona, de la cual se extrae la atropina. Además, hay especies de esta familia consideradas como malas hierbas, como son el huevo de sapo y varias especies del genero *Solanum*, entre las cuales se encuentra la yerbamora.

Ají.

Este cultivo pertenece a la especie (*Capsicum annuum L.*). Es una planta arbustiva, de hasta un metro de altura, cultivada normalmente como anual. La forma del fruto, color y tamaño, es muy variable. En general, la mayoría de las variedades de frutos grandes, dulces o picantes, pertenecen a las especies *C. annuum*; mientras que la *C. frutescens*, sólo está representada por el tipo tabasco. El origen de este cultivo se encuentra en los trópicos americanos.
El ají es más exigente en temperatura alta, que otras solanáceas, aunque produce bien en una amplia variedad de climas. La temperatura media más apropiada para su desarrollo, va de 16 a 23 grados centígrados. La temperatura nocturna, por debajo de los 16 °C, y las diurnas por encima de los 32, disminuyen el número de flores, y la fecundación y formación de frutos resultan afectadas. Las variedades picantes, son más tolerantes a las temperaturas elevadas.

En la poca agricultura existente en la Isla de Margarita, el aji (*Capsicum sp.),* es una especie vegetal al igual que las otras integrantes de la familia Solanáceas, tales como el Tomate (*Licopersicum sp.)* y la Berenjena (*Solanum melongena*), tradicionalmente cultivadas por el campesino margariteño a escala comercial, ya que son totalmente adaptables a las condiciones de clima y suelo de la región, tolerantes al riego con agua salobre de los pozos perforados en la zona; tan es así que respecto al Tomate se desarrolló una mutación conocida como "Tomate Margariteño", muy apetecida en ensaladas en todo el país y en otros platos de la gastronomía insular.

Se seleccionó plantas de ají, para realizar el presente estudio, aparte de las razones antes descritas, por ser una especie vegetal que a las cuatro (4) semanas de haber sido trasplantadas del semillero, desarrollan muy buen follaje y tamaño, condiciones necesarias para llevar a cabo la evaluación; además de la importancia que tiene esta especie al ser cultivada en viviendas familiares utilizando compost

como sustrato y usar en la cocina Margariteña, ya que es indispensable en platos como el tradicional sancocho de pescado y empanadas de cazón.

Ecuación universal de pérdida de suelo (USLE)

La evaluación y análisis del proceso de erosión ha puesto de manifiesto que las variables involucradas son: Erosividad de la lluvia (Intensidad, cantidad y su respuesta de escurrimiento), erodabilidad del suelo (Tipo y características), condición del terreno (Pendiente, longitud de recorrido del agua, cobertura) y el tamaño de la zona o cuenca (Área).

La USLE (Wischmeir. 1958), es uno de los modelos de regresión más usados, obtenido de mediciones en parcelas y cuencas de prueba de área reducida (en EEUU), que permite calcular la pérdida de suelo. Para que esta cantidad se transforme en producción de sedimentos se debe considerar el porcentaje (%) que se mueve y sale de la cuenca y el porcentaje (%) que se deposita o se queda dentro de la misma cuenca, la ecuación universal de pérdida de suelo (USLE), se representa de la siguiente manera:

$$Pas = r * K_S * C * L_S * CE$$

Donde:

Pas = Perdida anual estimada de suelo en una Cuenca hidrográfica (Ton/Ha/año)

r = Medida del poder erosivo de la lluvia

Ks = La erosionabilidad del suelo

(LS) = Un factor topográfico adimensional que representa el efecto combinado de la longitud del tramo y de la pendiente del mismo.

C = Un factor que interpreta el grado de protección por cultivo o cobertura vegetal.

(CE) = Un factor que toma en cuenta las prácticas para el control de la erosión.

Para que la cantidad de suelo resultante de la erosión se transforme en producción de sedimentos de la zona o cuenca se debe restar la cantidad que se queda en el terreno; es decir, que no sale de la cuenca, ya que la ecuación universal fue desarrollada para determinar la "Perdida de Suelo", lo cual no

equivale al aporte de sedimentos de un área, ya que parte de esa pérdida es depositada de nuevo sobre la misma área y en consecuencia nunca sale de ella. Para estimar el aporte de sedimentos, se utiliza la relación de entrega de sedimentos, la cual corresponde a la proporción entre el sedimento aportado a un sitio específico y la erosión bruta estimada a partir de la ecuación de pérdida de suelo. La relación de entrega (E), viene definida por la ecuación:

$$E = As / Pas$$

Por lo tanto el aporte de sedimentos, se calcula por la ecuación:

$$As = E * Pas$$

As = Aporte de sedimento (Ton / Ha / año)

E = Relación de entrega

Pas = Perdida anual estimada de suelo en una Cuenca hidrográfica (Ton/ha/año)

Características generales del Estado Nueva Esparta:

- **Hidrografía**

Los cursos de agua son de carácter intermitente, y los principales ríos, como el San Juan, La Asunción y El Valle, nacidos en el Cerro El Copey tienen un régimen estacional.(MARNR, 1994)

- **Clima**

En esta parte oriental de la Isla de Margarita encontramos el clima más húmedo, caracterizado por un promedio anual de precipitaciones de 500 a 800 mm. Estas lluvias están concentradas en el periodo octubre-diciembre.

El déficit hídrico anual se encuentra en 1300 mm en los sectores costeros y en las depresiones intramontañosas , las cuales se consideran bajo la influencia de un clima semiárido en el sistema de clasificación de Thornthwite.

Las temperaturas son altas, registrando un promedio anual entre 26 y 28 °C Los vientos son relativamente fuertes, con dirección NO, ENO y E, con una velocidad promedio de 20 Km/h. (MARNR, 1994)

- **Suelos**

De acuerdo a la clasificación de los suelos por capacidad de uso agrológico (Klingebiel y Montgomery), en el área de estudio se la cual se encuentra cerca de los Cerros El Copey y Matasiete, colinas y lomas adyacentes a éstos, predominan las Clases VII y VIII, caracterizados por una alta pedregosidad. Igualmente estas clases de suelos predominan en la planicie costera con restricciones de alta salinidad.

En el Valle de Salamanca-El Salado los suelos, poco profundos, de textura media y de un valor agroecológico alto comparado con el resto de los suelos de la Isla. El Valle de Atamo, atravesado por el Río Caracas presenta suelos livianos y medios, fuertemente salino-sodicos, los cuales son los suelos más fértiles de la isla, por lo que han sido decretados como Área Rural de Desarrollo Integrado (ARDI).(MARNR, 1994)

- **Geología y Litología**

Estas Formaciones presentan una litología mixta de rocas ígneas y metamórficas sometidas a procesos de meteorización y erosión, geológicamente expuestas a riesgos sísmicos y donde se evidencian movimientos en masa. (El Cerro El Copey).

Las llanuras y valles del sector, de naturaleza esencialmente sedimentaria constituyen medios morfodinamicamente inactivos, con infiltración y escurrimiento en los sectores donde esta recargada la napa freática.(MARNR, 1994)

- **Vegetación**

En el área de estudio se localizan cuatro (4) tipos de paisaje bien diferenciados: montaña, valle, planicie costera y fondos marinos. El paisaje de

montaña está caracterizado por una topografía medianamente escarpada, con pendientes fuertes que varías entre 35 y 50% en las partes más altas y 20 y 30% en las más bajas. El paisaje del valle está conformado por las llanuras aluviales y coluviales de la quebrada El Cardon. La planicie costera se caracteriza por una alternancia de salientes rocosos de pendiente más o menos abrupta y bahías arenosas de inclinación suave, así como de playas de importante desarrollo longitudinal.

El tipo de vegetación presente en el Municipios Antolin del Campo, esta diferenciada en estratos y coberturas que van desde arbórea en los Monumentos Nacionales, Cerro Matasiete y Guayamurí; arbustiva, presente en áreas piedemontinas y planas, donde se intercala con la vegetación herbácea.

Las especies dominantes en el cerro los cerros Matasieter y Guayamurí son la *Clusia alata, Clusia flava y Clusia major* o Copey.

En la categoría de vegetación arbustiva rala se encuentran las plantas endémicas del bosque deciduo como *Bactris selutosa* y *Coccothrinax barbadense* (Palmae), *Blakea monticola* (Melastonataceae), *Epidendrun johnstoni* (Orquidaceae), *Crotin margaritensis* (la bromelia) y otras. Todas estas de interés por ser especies únicas localizadas en dichos monumentos nacionales.

.

Dentro de las herbáceas, se identifica la maleza desértica tropical y el monte espinoso tropical, que constituyen una vegetación xerofítica de poco requerimiento de agua y adaptada a la alta salinidad del medio litoral.

Los mangles están escasamente representados en la altamente intervenida Laguna El Cardon, por las especies *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia nitida* (mangle negro) y *Conocarpus erectus* (mangle de botoncillo).(MARNR, 1994).

- **Población y Vivienda**

En cuanto a los aspectos demográficos se tiene que para el año 1996, la población total del Estado era de 355.214 habitantes, según proyecciones del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social (MSAS) con base en el Censo Nacional de Población y Vivienda de 1990, para una densidad promedio estatal de 309 Hab/Km^2.

Desde la década de los setenta, la población de la isla ha aumentado su concentración en las principales ciudades de Margarita, tales como: Porlamar, Pampatar y La Asunción y el Valle , mientras que en los centros poblados menores a 2000 habitantes se han mantenido con escasa población, conservando su característica rural; según el censo realizado en el año 1911, el Estado Nueva Esparta presenta una población de 603.528 habitantes.(: Censo Nueva Esparta. OCEI)

2.3.- BASES LEGALES:

El presente estudio tendrá sus bases legales según la legislación venezolana vigente, en documentos tales como:

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela: *Gaceta Oficial 36.860 de fecha: 30/12/1.999*

Artículo 127. Es un derecho y un deber de cada generación proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí misma y del mundo futuro. Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente seguro, sano y ecológicamente equilibrado. El Estado protegerá el ambiente, la diversidad biológica, los recursos genéticos, los procesos ecológicos, los parques nacionales y monumentos naturales y demás áreas de especial importancia ecológica. El genoma de los seres vivos no podrá ser patentado, y la ley que se refiera a los principios bioéticos regulará la materia.

Es una obligación fundamental del Estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.

Artículo 128. El Estado desarrollará una política de ordenación del territorio atendiendo a las realidades ecológicas, geográficas, poblacionales, sociales, culturales, económicas, políticas, de acuerdo con las premisas del desarrollo sustentable, que incluya la información, consulta y participación ciudadana. Una ley orgánica desarrollará los principios y criterios para este ordenamiento.

Ley orgánica del ambiente. *(Gaceta oficial Nº 5.833 EXTRAORDINARIO DE FECHA 22-12-2006):*

Capítulo 1: Disposiciones Generales.

Artículo 1.- La presente Ley tiene por objeto establecer dentro de la política del desarrollo integral de la Nación, los principios rectores para la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente en beneficio de la calidad de vida.

Artículo 2.- Se declaran de utilidad pública la conservación, la defensa y el mejoramiento del ambiente.

Artículo 3.- A los efectos de esta Ley, la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente comprenderá:

1. La ordenación territorial, y la planificación de los procesos de urbanización industrialización, poblamiento y desconcentración económica, en función de los valores del ambiente;
2. El aprovechamiento racional de los suelos, aguas, flora, fauna, fuentes energéticas y demás recursos naturales, continentales y marinos, en función de los valores del ambiente;
3. La creación, protección, conservación y mejoramiento de parques nacionales, reservas forestales, monumentos naturales, zonas protectoras, reservas de regiones vírgenes, cuencas hidrográficas, reservas nacionales hidráulicas; refugios, santuarios y reservas de faunas

silvestres, parques de recreación a campo abierto o de uso intensivo, áreas verdes en centros urbanos o de cualesquiera otros espacios sujetos a un régimen especial en beneficio del equilibrio ecológico y del bienestar colectivo;

4. La prohibición o corrección de actividades degradantes del ambiente;
5. El control, reducción o eliminación de factores, procesos o componentes del ambiente que sean o puedan ocasionar perjuicios a la vida del hombre y de los demás seres; La orientación de los procesos educativos y culturales a fin de fomentar conciencia ambiental;
6. La promoción y divulgación de estudios e investigación concernientes al ambiente; El fomento de iniciativas públicas y privadas que estimulen la participación ciudadana en los problemas relacionados con el ambiente;
7. La educación y coordinación de las actividades de la Administración Pública y de los particulares, en cuanto tengan relación con el ambiente;
8. El estudio de la política internacional para la defensa del ambiente, y en especial de la región geográfica donde está ubicada Venezuela;
9. Cualesquiera otras actividades que se consideren necesarias al logro del objeto de esta Ley.

Artículo 4.- La suprema dirección de la política nacional sobre el ambiente corresponde al Presidente de la República en Consejo de Ministros. A tal efecto, dictará las normas sobre coordinación de las competencias de los organismos de la Administración Pública Nacional, de los Estados y de los Municipios, en función de los objetivos de la presente Ley.

Capitulo V. De la prohibición de actividades susceptibles de degradar el ambiente.

Artículo 20. Se consideran actividades susceptibles de degradar el ambiente: Las que directa o indirectamente contaminen o deterioren el aire, el agua, los fondos marinos, el suelo o el subsuelo o incidan desfavorablemente sobre la fauna o la flora

1. Las alteraciones nocivas de la topografía;
2. Las alteraciones nocivas del flujo natural de las aguas;

3. La sedimentación en los cursos y depósitos de aguas;
4. Los cambios nocivos del lecho de las aguas;
5. La introducción y utilización de productos o sustancias no bio-degradables;
6. Las que producen ruidos molestos o nocivos;
7. Las que deterioran el paisaje;
8. Las que modifiquen el clima;
9. Las que produzcan radiaciones ionizantes;
10. Las que propenden a la acumulación de residuos, basuras, desechos y desperdicios;
11. Las que propenden a la eutrificación de lagos y lagunas;
12. Cualesquiera otras actividades capaces de alterar los ecosistemas naturales e incidir negativamente sobre la salud y bienestar del hombre.

Ley Orgánica De Ordenación Urbanística, *Publicada En Gaceta Oficial N° 33.868 Del 16 De Diciembre De 1987.*

Artículo 49. Son planes especiales aquellos cuyo objetivo fundamental es la ordenación, creación, defensa o mejoramiento de algún sector particular de la ciudad, en especial las áreas de conservación histórica, monumental, arquitectónica o ambiental, las zonas de interés turístico o paisajístico, los asentamientos no controlados las áreas de urbanización progresiva o cualquier otra área cuyas condiciones específicas ameriten un tratamiento por separado, dentro del plan de desarrollo urbano local. La autoridad urbanística municipal dispondrá lo concerniente a la elaboración, aprobación y ejecución de estos planes.

Artículo 50. La elaboración de planes que contemplen la erradicación total o parcial de asentamientos no controlados localizados en zonas de interferencia con la infraestructura y equipamiento de servicios públicos y aquellas que por razones geológicas o de otro tipo sean consideradas de alta peligrosidad se hará coordinadamente con las autoridades municipales respectivas.

Ley de residuos y desechos sólidos. *(Gaceta oficial n° 38.068 de fecha 18-11-2004).*

Capítulo 1: Disposiciones Generales.

Artículo 1. La presente Ley tiene por objeto el establecimiento y aplicación de un régimen jurídico a la producción y gestión responsable de los residuos y desechos sólidos, cuyo contenido normativo y utilidad práctica deberá generar la reducción de los desperdicios al mínimo, y evitará situaciones de riesgo para la salud humana y calidad ambiental.

Artículo 2. Los intereses generales del objeto son:

1. Garantizar que los residuos y desechos sólidos se gestionen sin poner en peligro la salud y el ambiente, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos.

2. Dar prioridad a las actuaciones tendentes a prevenir y reducir la cantidad de residuos y desechos sólidos, así como evitar el peligro que puedan causar a la salud y al ambiente.

3. Promover la implementación de instrumentos de planificación, inspección y control, que favorezcan la seguridad y eficiencia de las actividades de gestión del manejo de los residuos y desechos sólidos.

4. Asegurar a los ciudadanos el acceso a la información sobre la acción pública en materia de gestión de los residuos y desechos sólidos, promoviendo su participación en el desarrollo de las acciones previstas.

5. Mejorar el ambiente y la calidad de vida, con disposiciones eficientes en cuanto a la seguridad sanitaria.

Artículo 3. Esta Ley se aplicará a todo lo que provenga de la descomposición, destrucción, desestimación y exclusión del manejo de elementos naturales o artificiales producidos por las operaciones de tratamiento y disposición final.

Artículo 4. A los efectos de esta Ley, los residuos y desechos sólidos se clasificarán según su origen y composición, de acuerdo con los criterios técnicos conforme a la presente Ley, su reglamentación y las ordenanzas.

Artículo 5. Se declara política nacional el control y reducción de la producción de residuos y desechos sólidos, así como la recuperación de materia y energía, a fin de proteger la salud y el ambiente contra los efectos nocivos que puedan derivarse del inadecuado manejo de los mismos.

Artículo 6. El contenido de la presente Ley tendrá el carácter de orden público e interés social, y su ejecución se hará en igualdad de condiciones en todo el

territorio nacional, y de conformidad con las atribuciones que ejercerán el Ejecutivo Nacional, Estadal y Municipal.

Artículo 7. La falta de certeza científica no podrá servir de fundamento para postergar la adopción de medidas preventivas y correctivas que fueren necesarias para impedir daños a la salud y al ambiente.

Artículo 8. El Estado asegurará a los ciudadanos el acceso a la información, educará sobre el manejo integral de los residuos y desechos sólidos, y su incidencia en la salud y el ambiente.

Artículo 9. El manejo integral de los residuos y desechos sólidos deberá ser sanitario y ambientalmente adecuado, con sujeción a los principios de prevención y control de impactos negativos sobre el ambiente y la salud, conforme a las disposiciones establecidas en esta Ley y a la reglamentación técnica sobre la misma.

Artículo 10. El Estado, en ejecución de la presente Ley, velará porque la gestión integral de los residuos y desechos sólidos se realice conforme a los principios de integridad, participación comunitaria, información, educación y sin discriminación, debiendo ser eficiente, sustentable y sostenible, a fin de garantizar un adecuado manejo de los mismos.

Artículo 11. A los efectos de esta Ley, la gestión integral de los residuos y desechos sólidos comprende tanto los procesos como los agentes que intervienen en la generación, recolección, almacenamiento, transporte, transferencia, tratamiento o procesamiento, y aprovechamiento, hasta la disposición final y cualquier otra operación que los involucre.

2.4.- DEFINICION DE TERMINOS BASICOS:

Alcaloides: Son productos terminales del metabolismo del nitrógeno de las plantas, se les asocia con la protección del vegetal ante predadores como el hombre y animales. Algunos alcaloides intervienen en el crecimiento vegetal ya sea por su capacidad de formar quelatos o por intervenir en fenómenos de oxido-reducción.

Algas: Vegetales marinos o plantas fotosintéticas no vasculares que contienen clorofila y estructuras reproductivas simples.

Arribazones: Acumulación de algas a lo largo de la orilla de las playas.

Compost o Abono orgánico: Producto obtenido de manera natural por descomposición aeróbica de residuos orgánicos (Restos vegetales, animales, excrementos, etc.), el cual se obtiene del Compostaje.

Compostaje: Técnica empleada para obtener compost por medio del ciclo aeróbico, es decir con alta presencia de oxigeno la descomposición de la materia orgánica.

Residuo vegetal: Partes de tallos, flores, hojas y frutos de las diferentes especies vegetales.

Producto ecológico: Son aquellos que permiten el aporte de nutrientes, e incrementan la retención de humedad y mejora la actividad biológica, con lo cual se incrementa la fertilidad del suelo y por ende su productividad sin afectar al medio ambiente.

Plántulas: Es cierta etapa del desarrollo del esporófito, que comienza cuando la semilla sale de su dormancia y germina, termina cuando el esporofito desarrolla sus primeras hojas no cotiledonales.

Manejo Integral de los Residuos Sólidos (MIRES) : Es aquel que incluye un conjunto de planes, normas y acciones para asegurar que todos sus componentes sean tratados de manera ambientalmente adecuada, técnica y económicamente factible y socialmente aceptable.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

Descripción del Área de Estudio.

La Isla de Margarita está situada al norte de la costa oriental de Venezuela, a 38 Km de tierra firme, comprendida entre los paralelos 10° 51´ 50´´ (Punta de Mangle) y 11° 11´ 06´´ N. (Cabo Negro) y los meridianos 63° 46´ 40´´ (Punta Ballena) y 64° 24' 32'' W. (Punta Arena), con una superficie 934 Km^2 (Hoyos, J. 1985).

Figura 2: Ubicación Nacional de la Zona en estudio

Fuente: Elaborada por Autor

Las zonas de muestreo será la Playa Varadero, ubicado en el Municipio Antolín del Campo al Noreste de la Isla de Margarita, en la zona de mayor auge turístico y recreacional del Estado Nueva Esparta a escaso 1,5 Km al Noreste de la conocida internacionalmente Playa El Agua y otras playas como: El Tirano, Puerto Abajo y Manzanillo y de lugares recreacionales tal como parque El Agua, como puede observarse en la siguiente Figura 3, en la cual se indican las playas donde ocurren con mayor frecuencia las arribazones en la Isla de Margarita

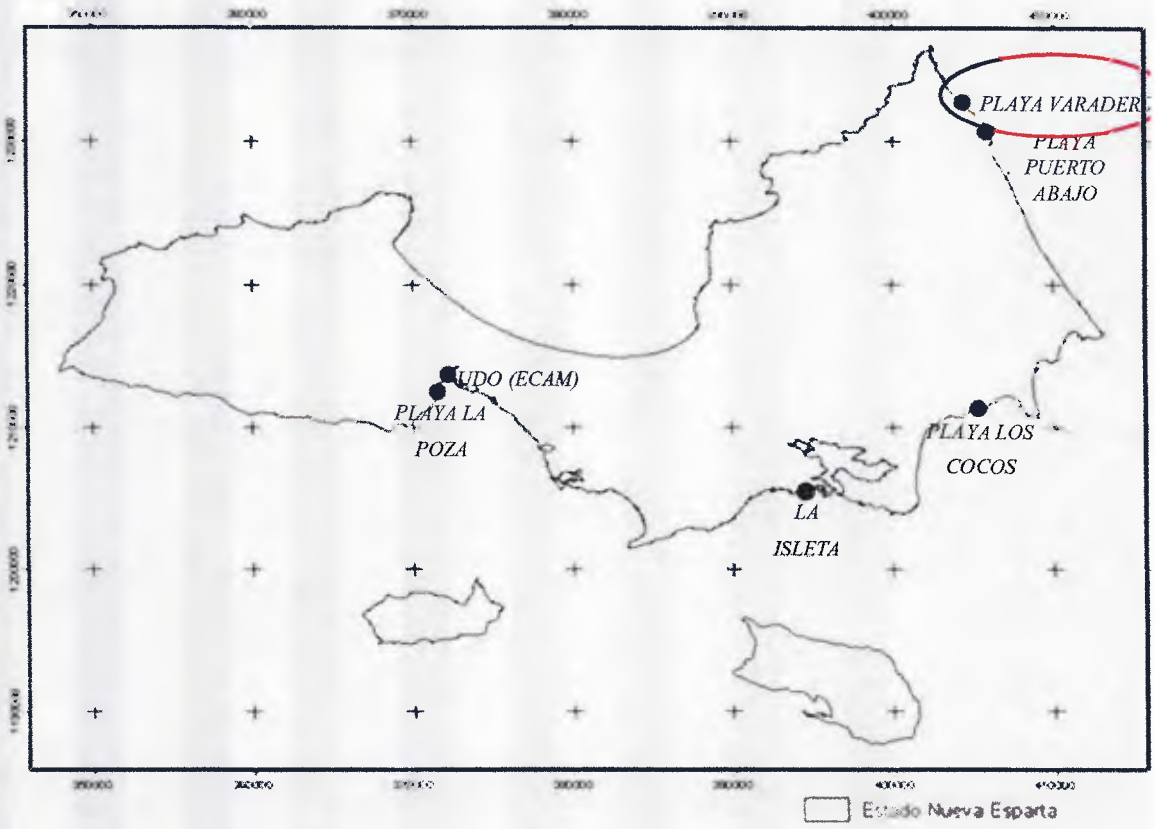


Figura 3. Ubicación de playa Varadero y las de mayor ocurrencia de arribazones
Fuente: Elaborada por Autor

Para realizar el presente estudio, se escoge playa Varadero, en vista de que cuando ocurre la arribazón, la cual es de 3 a 4 veces al año, los turistas residentes y visitantes a esta playa no soportan el mal olor putrefacto y maloliente que despiden las algas acumuladas a orilla de la playa. Esta

playa se caracteriza por encontrarse rodeada de acantilados rocosos formando ensenadas con un sitio de costa de aproximadamente 1.624 m^2 las cuales condicionan el área para que los arribazones que se encuentran a la deriva en las masas de aguas que se depositen ahí, además de presentar regímenes de oleajes fuertes y moderado, con aguas someras que provienen de aguas profundas las cuales facilitan el acceso de los arribazones por efecto de las vientos provenientes del noreste. Ubicación geográfica relativa: 404640 E, 1233558 N.

3.1.- MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN:

Según la estrategia se desarrollará una investigación de campo, donde se recopilarán datos e informaciones directamente en la playa Varadero, ubicada en el Noreste de la Isla de Margarita en el Municipio Antolin del Campo, en vista de encontrarse muy cerca de lugares concurridos por turistas y vacacionistas como son: Playa El Agua, Parguito, El Tirano, Parque Playa El Agua; considerando la información dentro del marco de investigación, y poder registrar y recoger los datos directamente de la realidad donde se presenta. La Universidad Nacional Abierta (U.N.A, 1998, pág. 39) en su módulo sobre la metodología de la investigación sostiene que, "la investigación de campo constituye un proceso sistemático, riguroso y racional de la recolección directa de la realidad de las informaciones necesarias para la investigación".

El Manual del estudiante del Instituto Universitario de Mejoramiento Profesional del Magisterio (1987), define la investigación de campo como:

> **"Aquella en que el mismo objeto de estudio sirve de fuente de información para el investigador. Consiste en la información directa y en vivo, de cosas, comportamiento de personas, circunstancias en que ocurren ciertos hechos: por ese**

motivo la naturaleza de las fuentes determina la manera de obtener los datos. (p.100)"

Al respecto Arias (1999), plantea sobre la investigación de campo lo siguiente: "en la investigación de campo los datos se recolectan directamente de la realidad donde ocurren" (p. 48).

Según el Manual del trabajo especial de grado del Instituto Politécnico "Santiago Mariño" (2006):

> **El Trabajo Especial de Grado basado en la Modalidad de Investigación de Campo consiste en el análisis sistemático de un determinado problema con el objeto de describirlo, explicar sus causas y efectos, comprender su naturaleza y elementos que lo conforman, o predecir su ocurrencia.**
> **Una de las características básicas de este tipo de trabajo en la modalidad mencionada, es la siguiente: el estudiante deberá recabar los datos directamente de la realidad; lo cual significa que tales datos han de ser originales o primarios. Por consiguiente podrá ser de tipo exploratorio, descriptivo, explicativo, evaluativo, estudio de caso, experimental, cuasi experimental, ex postfacto, investigación-acción, cualitativo, interpretativo, entre otros.**

Se dispondrá de las instalaciones del laboratorio de Ecología (Lab-117)de la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar (E.C.A.M.) de la Universidad de Oriente, Núcleo Nueva Esparta y del Centro Regional de Investigaciones Ambientales (C.R.I.A) de la Universidad de Oriente, así como de los materiales y equipos pertenecientes a dichas instalaciones. Además se dispondrá de un área o terreno de la Universidad de Oriente (U.D.O), sector Guatamare y de la Escuela de Ciencias Aplicadas del Mar (E.C.A.M.) para el secado de las algas (deshidratación) y montaje del compost. El material faltante será adquirido por quien suscribe este proyecto.

De igual manera, se cuenta con el personal y medios de transporte, para el traslado de las muestras a colectarse en las zonas establecidas para los muestreos, gracias al apoyo del Departamento de Acuacultura de la (E.C.A.M) y del Centro Regional de Investigaciones Ambientales (C.R.I.A).

3.2.- TIPO DE LA INVESTIGACIÓN:

Existen varios tipos de investigación científica dependiendo del método y de los fines que se persiguen. La investigación, de acuerdo con (Cervo y Bervian,1989) la definen como "Una actividad encaminada a la solución de problemas. Su Objetivo consiste en hallar respuesta a preguntas mediante el empleo de procesos científicos" (p. 41). En función de su nivel el tipo de investigación puede ser Histórica, Descriptiva o Experimental.

Tamayo, T. Y Tamayo, M (1997), refiere que la investigación experimental "Se propone describir de modo sistemático las características de una población, situación o área de interés." (p.44).

Por consiguiente, según lo anteriormente planteado esta investigación es de tipo Experimental ya que se realizará Descriptiva y se mencionan los factores que generan la evaluación del compost en estudio, con el fin de organizar la información necesaria para lograr el fin deseado.

3.3.- POBLACION Y MUESTRA:

Población: La población es un conjunto de individuos de la misma clase, limitada por el estudio. Según (Tamayo, T y Tamayo, M 1997), La población se define como la totalidad del fenómeno a estudiar donde las unidades de población posee

una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación"(p.114).

En este estudio, la población estará representada por la cantidad de Compost que se obtenga a partir de la mezcla de residuos vegetales y algas marinas de arribazón en playa Varadero, Sector El Tirano del Estado Nueva Esparta, Venezuela; se utilizará un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, distribuidas aleatoriamente en bloques al azar, utilizando para ello como macetas para la siembra de las semillas de Ají (Capsicum sp.) cajas plásticas de refrescos de tamaño 40 x 60 cm. Colocadas sobre mesones de trabajo, esto en vista de la limitación que presenta la investigación como lo es, la falta de espacio experimental en el Centro Regional de Investigaciones Ambientales (CRIA) del núcleo Nueva Esparta de la Universidad de Oriente

3.4.- TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.

Falcón y Herrera (2005) se refieren al respecto que "se entiende como técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información". (p.12). La aplicación de una técnica conduce a la obtención de información, la cual debe ser resguardada mediante un instrumento de recolección de datos.
Entre las técnicas que se utilizaran en la investigación se encuentran:

- **La observación**

Para Sabino (1992) "La Observación consiste en el uso sistemático de nuestros sentidos orientados a la captación de la realidad que queremos estudiar" (p.90). Esta técnica permitirá percibir activamente la realidad exterior, con el propósito de obtener los datos que, previamente, han sido definidos como de interés para la investigación en estudio, mediante visitas al campo.

- **Revisión Bibliográfica**

Es la revisión realizada en las diferentes fuentes informativas relacionadas con el tema a estudiar que contienen los resultados de estudios efectuados por diferentes autores de donde se obtendrá información para sustentar teorías legalmente del trabajo a ejecutarse.

- **Instrumentos**

Se utilizarán formularios para el registro permanente de los datos e informaciones logradas a través de los respectivos ensayos. Además se requerirá de equipos de medición tales como regla y vernier para medir el tamaño de las plántulas, materos, equipos de laboratorio y reactivos químicos.

- **Técnicas para el análisis de datos**

Toda la información se revisará de manera detallada, clasificada y ordenada empleándose tablas, gráficos y cuadros encaminados a un mejor entendimiento de los mismos de tal manera de hacer más claro el contenido del estudio a efectuar, además de datos que se obtendrán en campo a través de los equipos de medición.

Las plántulas a los quince días de trasplante después del semillero se les tomaran las medidas de tamaño, para luego realizar un análisis de varianza, para determinar el efecto de los diferentes tratamientos en el tamaño de las plantas y comparar con el testigo de 0 Kg/Ha.

3.5.- FASES DE METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Con la finalidad de cumplir con los objetivos que se plantean en esta investigación, a continuación se presentan los procedimientos que se llevarán a cabo:

- **Analizar las características físico-químicos del compost obtenido de los arribazones de macroalgas marinas en las playas de la isla de Margarita.**

Se prepararán muestras previamente maceradas en mortero con reactivos químicos para determinar las características físico-químicas del compost, tales como: humedad, pH y contenidos de *P, Ca, K, Mg, N y Na, así como la relación C/N.*

- **Evaluar el efecto agronómico en el crecimiento de las plántulas de ají (Capsicum sp.), utilizando diferentes dosis del compost vegetal.**

Se utilizará un diseño experimental de bloques al azar con cuatro repeticiones, distribuidas aleatoriamente en bloques al azar, utilizando para ello como macetas para la siembra de las semillas de Ají (Capsicum sp.) cajas plásticas de refrescos de tamaño 40 x 60 cm.

La esencia de este diseño estriba en que el material experimental se divide en grupos, cada uno de los cuales constituye una sola prueba o repetición. El objeto en todas las etapas del experimento es mantener el error experimental dentro de cada grupo tan pequeño como sea posible.

Las dosis utilizadas de compost serán: 0, 2, 4 y 6 Kg/m^2, combinadas en una proporción con suelo de 2:1. A los datos obtenidos de tamaño de las plántulas a los quince días de trasplante después del semillero se les realizará un análisis de varianza, para determinar el efecto de los diferentes tratamientos en el tamaño de las plantas.

Se medirán las plántulas a las 6 semanas de trasplantadas, para registrar su tamaño según la dosis de tratamiento a la que fue sometida, para luego aplicar los métodos estadísticos correspondientes y determinar la dosis apropiada.

- **Determinar la relación de sedimentología entre las zonas donde ocurre el arribazón y zonas donde no ocurren.**

Se seleccionará un sector en playa Varadero aproximadamente a 1 Ha (10.000 m2), donde se determinará el sedimento bajo los 100 ml. De las algas acumuladas, igualmente el sedimento del espacio restante, para compararlo con el sedimento que se calculará en otra zona aledaña a playa Varadero pero que no se produce arribazón.

Para llevar a cabo estos cálculos se empleará la Ecuación Universal de Perdida de Suelos (USLE), la cual está expresada de la siguiente manera:

$$Pas = r * Ks * C * LS * CE$$

Donde:

Pas = Perdida anual estimada de suelo en una Cuenca hidrográfica

r = Medida del poder erosivo de la lluvia

Ks = La erosionabilidad del suelo

(LS) = Un factor topográfico adimensional que representa el efecto combinado de la longitud del tramo y de la pendiente del mismo.

C = Un factor que interpreta el grado de protección por cultivo o cobertura vegetal.

(CE) = Un factor que toma en cuenta las prácticas para el control de la erosión.

- **Proponer un plan de sensibilización a los habitantes de la playa de Varadero, Municipio Antolín del Campo del Estado Nueva Esparta; para aprovechamiento como recurso de los arribazones de macroalgas marinas.**

Se llevarán a cabo charlas y elaboración de folleto o tríptico contentivo del procedimiento para la preparación de Compost a partir de las arribazones de algas marinas, dirigido a los habitantes de Playa Varadero, Sector El Tirano, Municipio Antolín del Campo, Estado Nueva Esparta, Venezuela

3.6.- OPERACIONALIZACIÓN DE OBJETIVOS.

OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Analizar las características físico-químicos del compost obtenido de los arribazones de macroalgas marinas en las playas de la isla de Margarita.	Análisis de las características físico-químicas del compost.	Cantidad de elementos químicos y propiedades químicas y físicas.	PH M.O Humedad Elementos químicos	Equipo de laboratorio Reactivos
Evaluar el efecto agronómico en el crecimiento de las plántulas de ají (Capsicum sp.), utilizando diferentes dosis del compost vegetal.	Evaluar el efecto agronómico de las plántulas	Características botánicas y morfológicas de las plántulas	Tamaño de la plántula Número de hojas Grosor del tallo	Regla Vernier
Determinar la relación de sedimentología entre zona donde ocurre el arribazón y zonas donde no ocurre.	Análisis de la cantidad de sedimento depositada anualmente.	Cantidad de sedimentos en Ton/Ha/año.	Largo Ancho Área ocupada por algas	Equipo de medición (Cinta métrica) Programa Arc-View Programa Google earth
Proponer un plan de sensibilización a los habitantes de la playa de Varadero, Municipio Antolín del Campo del Estado Nueva Esparta; para aprovechamiento como recurso de los arribazones de macroalgas marinas.	Proponer un plan de sensibilización.	Cantidad de personas que habitan en Playa Varadero.	Nº de personas Actividad socio-económica Nº de viviendas Pequeños Productores de Solanáceas	Guía de observación Cámara fotográfica Computadora Video Beam Material divulgativo

Fuente: Realizado por el Autor.

CAPITULO IV

RESULTADOS

- **Analizar las características físico-químicas del compost obtenido de los arribazones de macroalgas marinas en las playas de la isla de Margarita.**

El estudio de las características físico-químicas del compost obtenido y del suelo utilizado para la proporción 2:1(2 partes de compost por 1 de suelo), se realizaron, las del suelo en el laboratorio de suelos de la Escuela de Ingeniería Civil del Instituto Universitario Politécnico Santiago Mariño (IUPSM), Extensión Porlamar, Estado Núcleo Nueva Esparta, y las del compost, fueron llevadas las muestras al Laboratorio de Suelos, Aguas, Abonos y Foliares de EDAFOFINCA, C.A, en Cagua Estado Aragua.

Compost:

Figura 4. Playa Varadero con arribazones de macroalgas.

Fuente: Elaborada por Autor

Figura 5. Colecta y traslado de los arribazones de macroalgas
Fuente: Elaborada por Autor

La fracción de algas recolectadas de los arribazones se lavaron con agua de mar del mismo sitio de colecta, tratando de evitar que quedaran impregnada de arena o cualquier otro material como, piedras o conchas (Marshall, 1991) y luego se pesaron en una balanza, marca PRECIZZO, con una capacidad de 10 Kg.

Para la elaboración del compost se recolectaron las muestras de arribazones en la localidad de muestreo (Playa Varadero). Las algas colectadas fueron trasladadas al vivero de jardinería del campus Guatamare del Núcleo de Nueva Esparta de la Universidad de Oriente (UDONE), en sacos de polipropileno, donde se extendieron en una barbacoa de 5 x 3,5 x 0,60 m, hecha con malla trical, con abertura de 2 cm. Luego se procedió

a lavarlas con abundante agua dulce, para eliminar el exceso de sales, dejándola escurrir durante 15 minutos. Posteriormente fueron tendidas al sol durante dos días (48 h) sobre láminas de zinc (2,44 m L x 0,86 m A), procediendo a realizar un volteo diario para obtener un secado uniforme (Figura 6).

Figura 6. Secado de los arribazones de macroalgas
Fuente: Elaborada por el Autor

Procedimiento para el aprovechamiento de los arribazones de macroalgas en la elaboración de compost.

Construcción del armazón. Para almacenar y resguardar la mezcla de materiales orgánicos durante el proceso de compostaje, se construyeron seis armazones de madera, con dimensiones de 1 m^3, teniendo como base la superficie del suelo. Los armazones se forraron con malla cedazo 3X3 1.45 Gris Trical (Figura 7) para que existiera la circulación del aire y así no

generar malos olores durante el proceso de compostaje (Rodríguez, 2004).

Aditivos orgánicos. Se utilizó principalmente como inoculadores de microorganismos saprófitos, lodo de planta de tratamiento, suministrado por la Planta de Tratamiento de Aguas Servidas "Juan Griego", ubicada en el Municipio Gaspar Marcano y el estiércol de pollo, fue suministrado por el Instituto Nacional de Tierra (INTI), ubicado en el Municipio Antolín del Campo, mientras que el residuo vegetal, fue recolectado en las instalaciones de la UDONE, campo Guatamare, la cual se usó para incrementar el carbono orgánico para evitar la pérdida de nitrógeno en la mezcla de los composteros (Rodríguez, 2004).

Figura 7. Armazones forrados con malla cedazo 3X3 1.45 gris trical, utilizado para la elaboración de los composteros.
Fuente: Elaborado por el Autor

Preparación de la mezcla. Los materiales orgánicos de las macroalgas y residuo vegetal fueron picados en pedazos de 2,5 cm, utilizando un molino a martillo, marca NOGUEIRA, modelo DPM-4, para obtener una composición homogénea de los materiales orgánicos (Figura 8).

Figura 8. Molino a martillo, marca NOGUEIRA, modelo DPM-4 usado para picar el material orgánico de los arribazones de macroalgas y residuos vegetales.
Elaborada por Autor

La mezcla del compostero se preparó de acuerdo a la proporción en peso de los materiales, con un contenido aproximado de 15% de humedad. La cantidad en peso de cada material, para la formación de la pila de compostaje, se determinó de acuerdo al balance de la relación de Carbono/Nitrógeno (C/N) hasta determinar un índice de 25/1, según la siguiente fórmula (Polprasert, 1989):

$$R = M_1*F_1(C)+M_2*F_2(C)+M_n*F_n(C) \;/\; M_1*F_1(N)+M_2*F_2(N)+M_n*F_n(N)$$

Figura 9: Humedeciendo la mezcla al 70%

Fuente: Elaborada por el Autor

Figura 10: Llenado del armazón con el material húmedo al 70%

Fuente: Elaborada por el Autor

Figura 11: Tapado con bolsas y palmeras para evitar la perdida de humedad
Fuente: Elaborado por el Autor

Cada 15 días, se chequeo la humedad, utilizando una balanza deshumificadora marca Sartorius modelo MA40 (Figura 12) y algunas veces por el método manual (Rodríguez, J. C. 2004). A los 45 días, se volcó la pila colocando en la parte superior la mitad de la mezcla que estaba de abajo y la otra mitad de arriba se colocó en la parte inferior. Se ajustó la humedad a un 70% y se agregó nuevamente la cobertura (Figura 9).

Figura 12. Balanza deshumificadora, utilizada para determinar la humedad de la mezcla de compost.

A los 90 días de transcurrido el proceso de compostaje, el abono estuvo listo, lo cual se verificó porque la temperatura promedio de la pila disminuyo a temperatura ambiente, presento un color pardo oscuro, un olor a tierra húmeda de campo y se desmenuzo en su totalidad (Figura 13).

Figura 13. Abono obtenido transcurridos 90 días

Fuente: Elaborada por el Autor

Finalizado el proceso de compostaje, se evaluó la composición química de la materia orgánica que constituyen a los arribazones.

Análisis químico del compost. Para la determinación de la composición química del compost elaborado, las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Suelos, Aguas, Abonos y Foliares de EDAFOFINCA, C.A, en Cagua Estado Aragua. La extracción del P disponible se realizó a través delmétodo de Bray

y Kurtz (1945) y se determinó colorimétricamente utilizando la metodología de Murphy y Riley (1962). El Ca, Mg y K se extrajeron con acetato de amonio, según los métodos de Chapman y Pratt (1961). Se evaluó el K por emisión de llama y el resto de los elementos por absorción atómica. En ambas técnicas se empleó un espectrofotómetro Perkin Elmer, modelo 3100.

Para cuantificar el contenido total de P, Ca, K, Mg, las muestras de los compost fueron trasladadas al Laboratorio de Suelos, Aguas, Abonos y Foliares de EDAFOFINCA, C.A, Cagua Estado Aragua, donde se realizó la digestión de 1 g de muestra, utilizando una mezcla ácidas de ácido nítrico (HNO_3), ácido sulfurico (H_2SO_4) y ácido perclórico ($HClO_4$) (Jackson, 1964). Luego se determinó el P colorimétricamente, según el método de Barton (Jackson 1964). El resto de los elementos se evaluó utilizando las mismas técnicas empleadas para sus formas solubles. El nitrato (NO_3) se determinó colorimétricamente mediante la formación del ácido nitrofenol disulfónico (Jackson, 1964). El amonio (NH_4^+) y el nitrógeno total se determinaron segúnel método descrito por Bremner (1965). El carbono orgánico fue determinado colorimétricamente(FONAIAP,1990).

Controles en la elaboración del compost:

HUMEDAD: Se chequeo cada 15 días, utilizando una balanza deshumificadora Marca SARTORIUS, modelo MA40.

TEMPERATURA: Cada 3 días desde el inicio de formación de la pila de material, hasta los 90 días de descomposición aeróbica, con un termómetro digital marca BRAND – HANNA modelo 8424, el cual se colocó en el centro de la pila, a objeto de no cometer errores en la lectura de la temperatura.

PH: El pH en el compost se controló cada 4 días por semana midiendo la suspensión de la muestra en una solución de cloruro de potasio (KCl) 1mol/l en una relación de 1:2,5 usando un pH-metro electrónico digital Corning 140.

VOLTEO DE LA PILA: Para facilitar el procedimiento de descomposición aeróbica, cada 15 días se divide en dos el material y se mezcla.

En el siguiente cuadro N° 1, se pueden observar el valor de las características químicas del compost obtenido.

CARACTERISTICAS	VALOR (%)
Nitrógeno	0,33
Fosforo	0,15
Potasio	0,28
Calcio	3,44
Magnesio	1,35
Sodio	0,17
Relación C/N	10,50

Cuadro N° 1: Características químicas del compost obtenido
Fuente: Elaborado por el Autor

El suelo utilizado para la mezcla con el compost en la proporción 2:1, en el cuadro N° 2, se pueden observar sus características físicas y químicas, clasificándosele con el nombre textural de Franco - Arcillo – Limoso; tomada la muestra y el suelo a utilizar en predios del asentamiento campesino "El Toco", en la localidad de Aricagua, Municipio Antolín del Campo, donde se ubica la zona agrícola del Estado Nueva Esparta y muy cerca de la playa Varadero, donde se recolectaron las algas de la arribazón ocurrida en Febrero del año 2014.

El suelo se secó al aire y se pasó por una malla metalica con orificios de 2 mm de diámetro antes de realizar la aplicación de las diferentes dosis de los tratamientos correspondientes. La muestra de suelo una vez secada al aire, cribada y homogenizada, se sometió a análisis químico y físico en el laboratorio, procediéndose por los métodos convencionales que se indican a continuación:

Análisis químico suelo:

La reacción del suelo o PH, se determinó por medio de un Potenciómetro Coleman, modelo 28C, según el método propuesto por Jackson, M.L. (1970).

La materia orgánica se determinó por medio del método de Walkey y Black. (1938)

La capacidad de Intercambio Cationico se obtuvo utilizando el método de acetato de amonio 1N a PH 7,00, descrito por Perch, et. al (1947).

Los cationes de intercambio (Ca, Mg, K) se determinaron del extracto obtenido para determinar la Capacidad de Intercambio Cationico, en un aparato de absorción atómico Perkim Elmer, modelo 303.

El Aluminio (Acidez total), se determinó por el método del Cloruro de Potasio 1N, descrito por Lin, C. y Coleman, N.T. (1960).

Análisis físico suelo:

Los porcentajes de arena, limo y arcilla fueron determinados por el método combinado del Hidrómetro y Bouyucos modificado por Day, según como lo indica Forsythe, W. (1975).

En el cuadro N° 2, se pueden apreciar los valores de las características físicas y químicas del suelo utilizado en este trabajo para combinar en proporción 2:1 con el compost obtenido de las arribazones de algas marinas, se puede observar que es un suelo acido, arcilloso e insaturado.

CARACTERISTICA	VALOR (%)
Arena (%)	19
Limo (%)	46
Arcilla (%)	35
Nombre textural	Franco – Arcillo - Limoso
PH (Kcl)	4,20
PH (H_2O)	4,90
M.O.	3,50
C.I.C. (meq /100 gr)	4,68
Al (meq /100 gr)	1,00
Ca (meq /100 gr)	1,50
K (meq /100 gr)	0,18
Mg (meq /100 gr)	0,50
Ca / Mg	3,00
Ca / K	8,33
Mg / K	2,78
(Ca + Mg) / K	11,11
100 K / Ca + Mg +K	8,26

Cuadro 2. Características físicas y químicas del suelo utilizado para la mezcla compost – suelo, proporción 2:1

Fuente: Elaborado por el Autor

- **Evaluar el efecto agronómico en el crecimiento de las plántulas de ají (Capsicum sp.), utilizando diferentes dosis del compost vegetal.**

El ensayo de la evaluación agronómica de las plantas de Ají (*Capsicum sp.*), se realizó en los terrenos del jardín posterior a la sede del Centro Regional de Investigaciones Ambientales (CRIA), del Núcleo Nueva Esparta de la Universidad de Oriente (UDO), el cual se encuentra ubicado a una altura de 48 m.s.n.m., la temperatura promedio anual es de 32 °C y la precipitación promedio mensual es de 25 mm, distribuidos en dos picos máximos en los meses de Diciembre - Enero y Junio – Julio. (MARNR, 1994).

El estudio se llevó a cabo en el periodo comprendido entre el 10 de Julio 2015 y 30 de Octubre de este año; el mismo se sembró en semillero formado por un almacigo de madera, luego se trasplantaron a una caja vacía de refrescos, colocada sobre un mesón de trabajo, el cual simuló la parcela de terreno. (Figura 15).

El ensayo consistió en 4 tratamientos del compost obtenido con 4 repeticiones cada uno, siendo los tratamientos los siguientes:

TRATAMIENTO 1 (T_1) = 0 Kg / m^2 (Testigo)
TRATAMIENTO 2 (T_2) = 2 Kg / m^2
TRATAMIENTO 3 (T_3) = 4 Kg / m^2
TRATAMIENTO 4 (T_4) = 6 Kg / m^2

Para llevar a cabo la evaluación de las plántulas durante las 6 primeras semanas después del trasplante, se tomaron medidas de aspectos morfológicos como son:
Longitud de tallo
N° de hojas

En las siguientes figuras se pueden observar, la distribución al azar de los 4 tratamientos, toma de medidas en plántulas y llenado de envases con mezcla compost – suelo 2:1 para el trasplante.

T_1	T_3	T_2	T_4
T_3	T_2	T_1	T_4
T_2	T_3	T_4	T_1
T_4	T_1	T_2	T_3

Figura 14: Distribución al azar de los 4 tratamientos y sus 4 repeticiones
Fuente: Elaborada por Autor

Figura 15: Distribución al azar de los 4 tratamientos en proporción 2:1.
Fuente: Elaborada por Autor

Figura 16: Medida de aspecto morfológico (longitud de tallo y nº de hojas).

Fuente: Elaborada por Autor

Figura 17: llenado de envases con mezcla compost – suelo 2:1 para el trasplante.

Fuente: Elaborada por Autor

En los siguientes cuadros se indican las mediciones promedios de las plántulas, llevadas a cabo con los diferentes tratamientos de composi en proporción 2:1, durante las primeras 6 semanas después del trasplante.

Tratamiento Nº 1 (0 Kg/m2). Testigo				
Plantulas	1	2	3	4
Long. De tallo (cm)	10	10	11	12
Nº de hojas	8	9	9	10

Cuadro 3. Medidas de las plántulas a las 6 semanas con tratamiento Nº 1.

Fuente: Elaborado por el Autor

Tratamiento Nº 2 (2 Kg/m2).				
Plantulas	1	2	3	4
Long. De tallo (cm)	14	14	15	15
Nº de hojas	12	10	12	14

Cuadro 4. Medidas de las plántulas a las 6 semanas con tratamiento Nº 2.

Fuente: Elaborado por el Autor

Tratamiento Nº 3 (4 Kg/m2).				
Plantulas	1	2	3	4
Long. De tallo (cm)	16	16	15	16
Nº de hojas	15	14	14	15

Cuadro 5. Medidas de las plántulas a las 6 semanas con tratamiento Nº 3.

Fuente: Elaborado por el Autor

Tratamiento Nº 4 (6 Kg/m2).				
Plantulas	1	2	3	4
Long. De tallo (cm)	11	10	11	10
Nº de hojas	7	9	10	8

Cuadro 6. Medidas de las plántulas a las 6 semanas con tratamiento Nº 4.

Fuente: Elaborado por el Autor

En las siguientes gráficas se pueden observar el comportamiento resultante a las seis semanas trasplantadas de la longitud del tallo y Nº de hojas de las plántulas

de ají (*Capsicum sp.*) sometidas a 3 dosis de tratamiento en proporción 2 partes de compost por 1 parte de suelo (2:1) y testigo sin tratamiento.

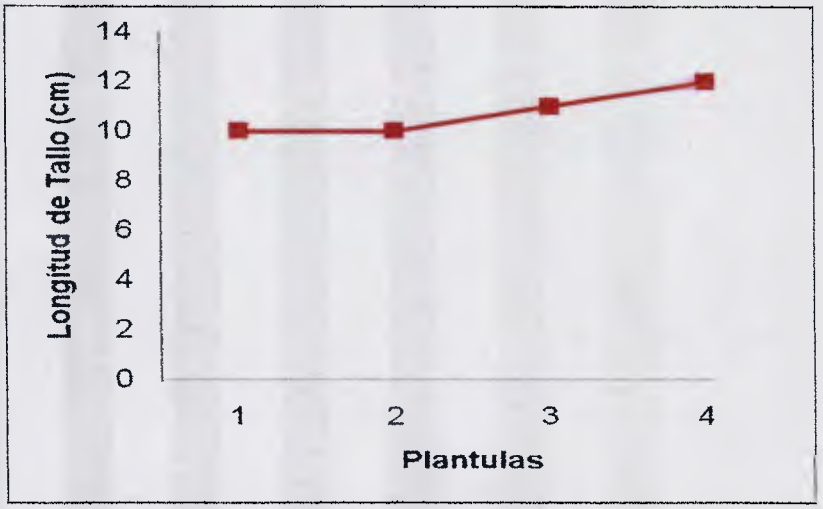


Figura 18. Longitud de tallo con tratamiento N° 1 (0 kg/m^2) Testigo

Fuente: Elaborado por Autor

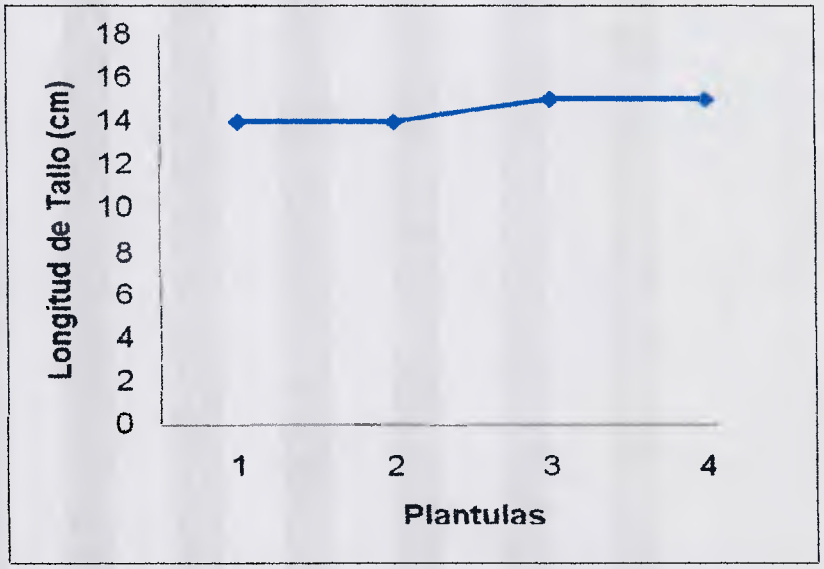


Figura 19. Longitud de tallo con tratamiento N° 2 (2 kg/m^2)

Fuente: Elaborado por Autor

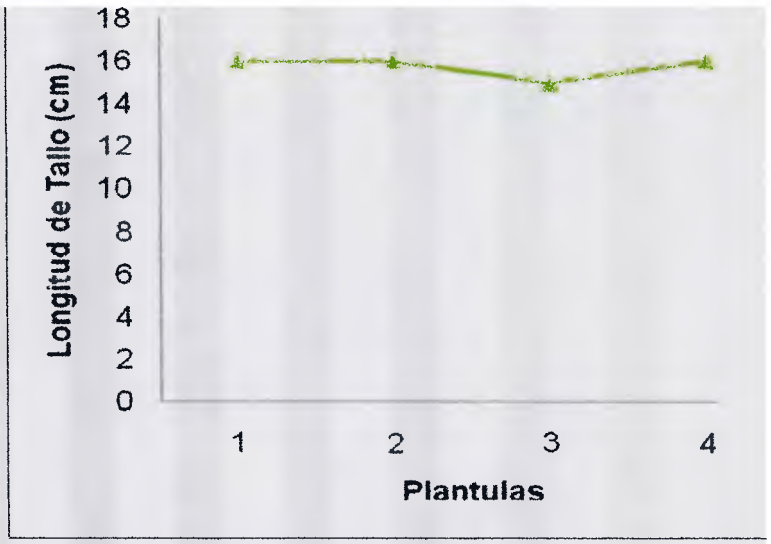


Figura 20. Longitud de tallo con tratamiento N° 3 (4 Kg/m^2)

Fuente: Elaborado por Autor

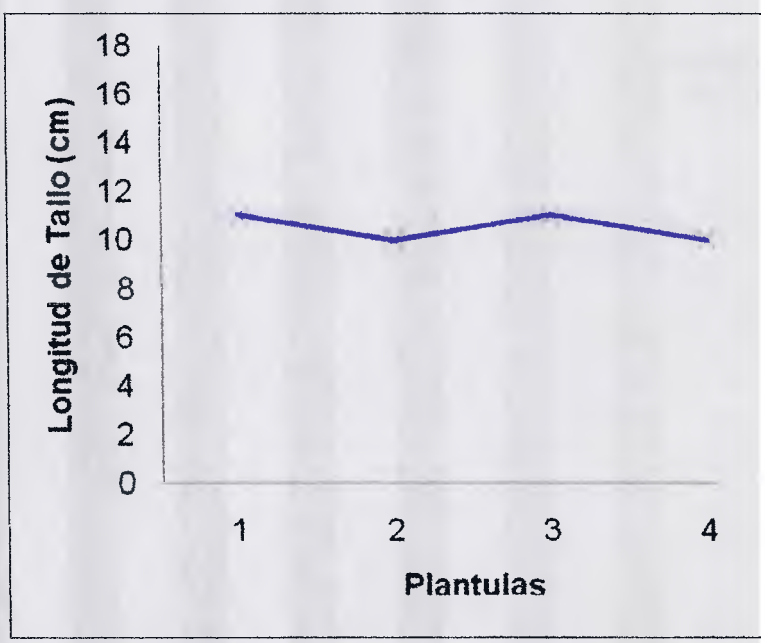


Figura 21. Longitud de tallo con tratamiento N° 4 (6 Kg/m^2)

Fuente: Elaborado por Autor

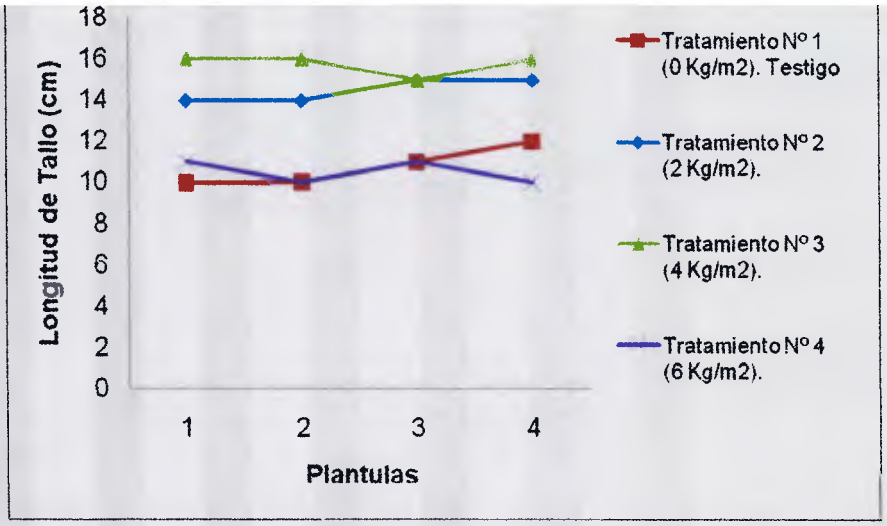


Figura 22. Longitud de tallo a los diferentes tratamientos

Fuente: Elaborado por Autor

En la grafica anterior, se puede observar que la mayor longitud del tallo de las plántulas se presentan cuando son sometidas al tratamiento N° 3 (4 Kg/m^2), estando las mismas en el rango de 15 a 16 cm y con el tratamiento N° 4 (6 Kg/m^2), la longitud baja a niveles muy parecidos al Testigo, en el cual las plántulas se encuentran sembradas solamente en suelo, no existiendo la mezcla 2:1, lo cual es probable se deba a la baja relación C/N (10,5) que presenta el compost obtenido de las algas, ya que la relación optima para un compost debe encontrarse en el rango de 25/1 a 35/1.

Muchos materiales orgánicos, incluyendo estiércol de pollo, residuo de plantas y desechos de comida, contienen diferentes contenidos de nutrientes. Es probable que el excesivo o deficiente contenido de carbono (C) o nitrógeno (N), afecte el proceso de compostaje, debido a que los microorganismos usan el carbono para la obtención de energía, el crecimiento; mientras el nitrógeno es esencial para la síntesis de proteínas, multiplicación, crecimiento y desarrollo de los microorganismos (Rynk *et al.*,1992; Kalil, 2007).

Por lo tanto en el tratamiento N° 4 (6 Kg/m^2), existe más compost obtenido de algas que suelo, el cual es de un estado de fertilidad pobre (Cuadro 2.)

De igual manera en las graficas siguientes, se pueden observar el numero de hojas brotadas a las 6 semanas de trasplantadas, sometidas a los diferentes tratamientos y el testigo.

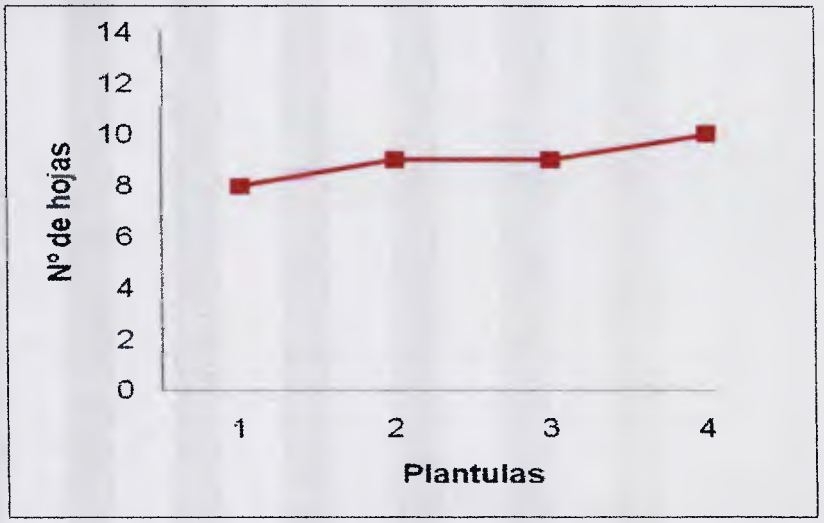


Figura 23. Numero de hojas tratamiento 1Testigo (0 kg/m^2) a las 6 semanas de trasplantadas.

Fuente: Elaborado por Autor

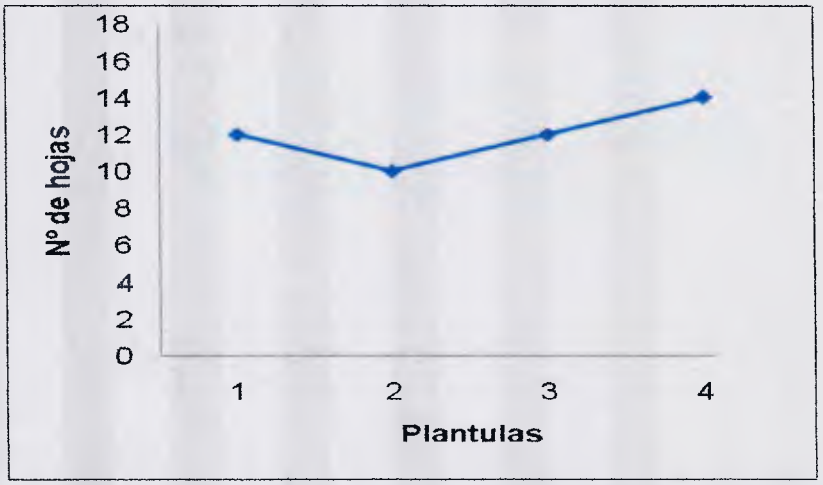


Figura 24. Numero de hojas Tratamiento 2 (2 Kg/m^2) a las 6 semanas de trasplantadas

Fuente: Elaborado por Autor

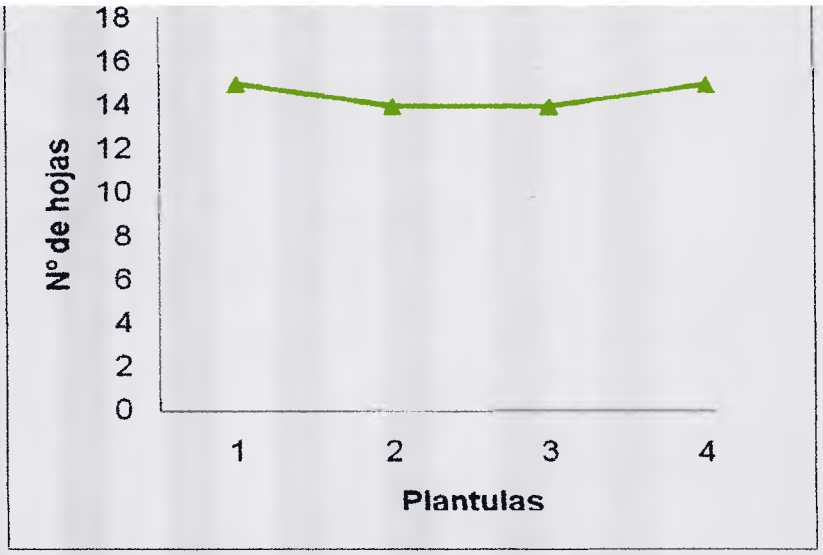


Figura 25. Numero de hojas Tratamiento 3 (4 Kg/m^2) a las 6 semanas de trasplantadas

Fuente: Elaborada por Autor

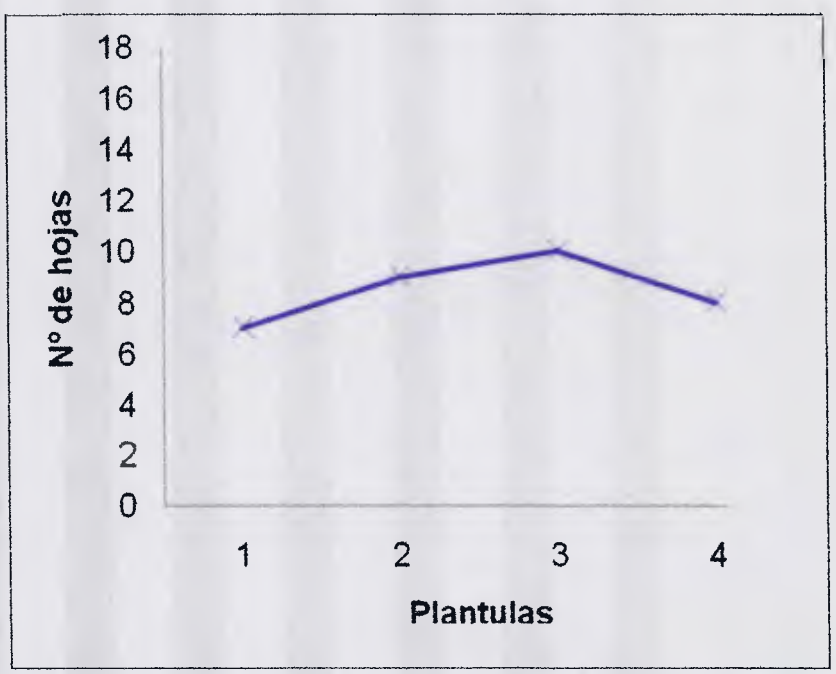


Figura 26. Numero de hojas tratamiento 4 (6 Kg / m^2) a las 6 semanas de trasplantadas

Fuente: Elaborada por Autor

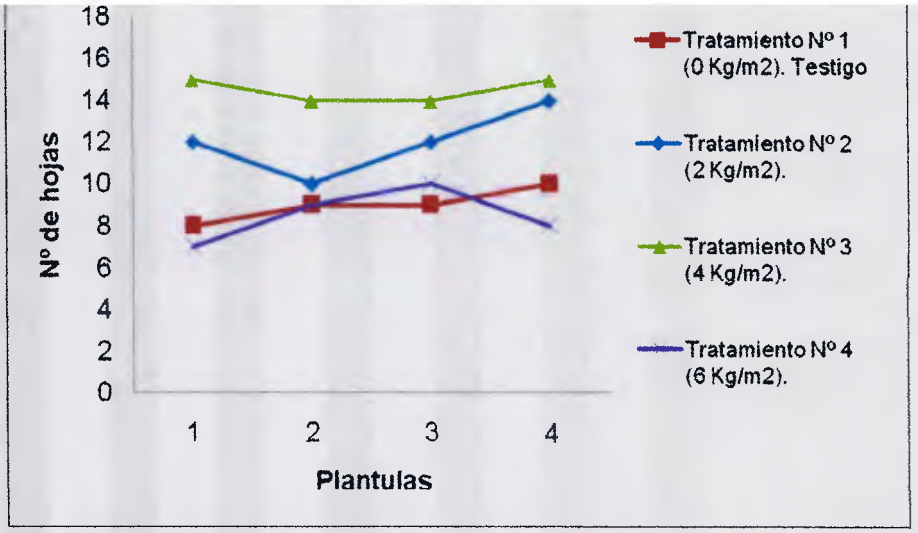


Figura 27. Numero de hojas a los diferentes tratamientos, 6 semanas después del trasplante.

Fuente: Elaborada por Autor

En el caso de las graficas anteriores referentes al número de hojas brotadas a las 6 semanas después del trasplante, se presenta la misma situación que en el caso de longitud del tallo, ya que el mayor numero de hojas (14 a 15) se presentan en las plántulas sometidas al tratamiento N° 3 (4 Kg/m^2), lo cual evidencia que el compost obtenido solo de algas, no mezclado con otros residuos orgánicos como pueden ser los vegetales, estiércol de gallina,etc., es pobre en nutrientes y posee una relación C/N baja, lo cual trae como consecuencia la inhibición de otros elementos químicos nutrientes para las plantas.

Análisis estadístico.

Para determinar las variaciones de los diferentes tratamientos aplicados, fueron determinados los mayores promedios mediante un análisis de varianza de una vía para el tiempo de estudio. Para aquellos promedios que presentaron diferencia estadística significativa, se les aplico un prueba *a posteriori Duncan (P<0,05)*.

Las pruebas estadísticas antes mencionada fueron aplicadas, utilizando el paquete estadístico Statgraphics Centurion versión 15, determinándose que la mayor longitud de tallo y el mayor numero de hojas se obtuvo con el tratamiento

N° 3 de 4 Kg / m^2, debido a las razones antes expuestas.

Como complemento de esta investigación, en cuadros (1A a 8A) y figuras (1A a 8A) del Anexo se puede observar el comportamiento del crecimiento de otras especies pertenecientes a la familia de las Solanáceas, 6 semanas después del trasplante, como lo son el Tomate (*Licopersicum esculentum*) y Berenjena (*Solanum melongena*), las cuales también se siembran con mucho éxito en la Isla de Margarita.

Los tratamientos considerados en el ensayo a los cuales se sembraron las plantas fueron cuatro, conformados de la siguiente manera:

Compost 1: Algas, Residuos vegetales y Estiércol de gallinaza (**AG + RV + EG**)
Compost 2: Algas, Residuos vegetales y Lodo de planta de tratamiento (**AG +RV+LPT**)
Compost 3: Algas y Estiércol de gallinaza (**AG + EG**)
Compost 4: Algas y Lodo de planta de tratamiento (**AG + LPT**)

Para cada uno de los tratamientos anteriores después de las 6 semanas de realizado el trasplante, se procedió a promediar las longitudes de aspectos morfológicos, tales como: Vástago, Raíz y Longitud total, obteniéndose los siguientes resultados (Ver Anexo) cuadros 1A a 8A y figuras 1A a 8A; en los mismos se puede observar que la mayor longitud de vástago y longitud de raíz ,la presentan las plántulas con el tratamiento del compost 2 (AG + RV + LPT), algas mas residuos vegetales y lodo de planta de tratamiento, los cuales son materiales que elevan la relación C/N que presentan las algas.

De igual manera se graficaron los diferentes aspectos morfológicos de las plántulas de tomate (*Licopersicum esculentum*), con la totalidad de los tratamientos (4 compost) a objeto de precisar mejor la existencia de diferencias entre ellos. (Cuadro 9A y figuras 9A a 11A del anexo).

- **Determinar la relación de sedimentología entre las zonas donde ocurre la arribazón y zonas donde no ocurren.**

Para dar cumplimiento a este objetivo, como es la relación de sedimentos entre una zona donde se produce arribazón y otra donde no se produce, primeramente se procedió a seleccionar el tramo en playa Varadero, para tomar sus respectivas medidas, utilizando la herramienta del programa de Sistema de Información Geográfica (SIG) Arc-View, para su respectiva georeferenciación, tal como se puede observar en las siguientes figuras

Figura 28. Ubicación del arribazón de algas marinas en Playa Varadero, Municipio Antolín del Campo
Fuente: Elaborada por Autor

Una vez seleccionado el sitio donde se produce arribazón, se procedió de igual manera con el lugar donde no se produce arribazón.

Figura 29. Medición del área ocupada por arribazón en estado fresco en Playa Varadero
Fuente: Elaborado por Autor

Para el cálculo del sedimento en ambos sitios, se utilizó la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), para lo cual se obtienen todos los factores que integran a la misma, con la ayuda de los cuadros y figuras presentadas en (Bolinaga, 1979).

$$Pas = r * Ks * C * LS * CE$$

Donde:

Pas = Perdida anual estimada de suelo en una Cuenca hidrográfica

r = Medida del poder erosivo de la lluvia (Ton / Ha / año)

Ks = La erosionabilidad del suelo

(LS) = Un factor topográfico adimensional que representa el efecto combinado de la longitud del tramo y de la pendiente del mismo.

C = Un factor que interpreta el grado de protección por cultivo o cobertura vegetal.

(CE) = Un factor que toma en cuenta las prácticas para el control de la erosión.

Sedimento en playa Varadero:

r = 250 Ton / Ha / año

Ks = 0,27

(LS) = 0,75.

C = 0,70

(CE) = 0,90.

Pas = 250 * 0.27 * 0.70 * 0,75 * 0.90

Pas = 31,89 t/ha/año

La Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE), fue desarrollada para determinar la perdida de suelo, la cual no equivale al aporte de sedimentos de un area, ya que parte de esa perdida es depositada de nuevo sobre la misma area y en consecuencia nunca sale de ella. Para estimar el aporte se utiliza la relación de entrega de sedimentos, la cual corresponde a la proporción entre el sedimento aportado a un sitio especifico y la erosión bruta estimada a partir de la ecuación (Bolinaga, 1979):

Cálculo del Aporte de sedimentos respecto al Factor de Entrega

Utilizando la ecuación:

$$E = As/Pas$$

Por lo tanto el aporte de sedimentos, se calcula por:

$$As = E * Pas$$

As = Aporte de sedimento
E = Relación de entrega
Pas = Perdida anual estimada de suelo en una Cuenca hidrográfica (Ton/ha/año)

Tomando en cuenta el área ocupada en Km^2 (1.624) por el arribazón de algas en esta playa, se seleccionó el Factor de Entrega, resultando 0,50, según (Bolinaga,1979).

Fe = 0.50

$$As = 0.50 * 31,89$$

$$As = 15,94 \text{ t/ha/año}$$

Para una playa donde no se caracterizan arribazones de algas, como lo es la playa de Bella Vista en la ciudad de Porlamar, se procedió de igual manera a fin de calcular el sedimento que se deposita en la línea de costa de la misma, por lo tanto se tiene:

Sedimento en playa Bella Vista:

r = 450 Ton / Ha / año
Ks = 0,35
(LS) = 0,75.
C = 1,00
(CE) = 1,00.

$$Pas = 450 * 0,35 * 1,00 * 0,75 * 1,00$$

$$Pas = 118,12 \text{ t/ha/año}$$

Aporte de sedimentos respecto al Factor de Entrega

Utilizando la ecuación: $E = As/Pas$

Por lo tanto el aporte de sedimentos, se calcula por:

$$As = E * Pas$$

As = Aporte de sedimento
E = Relación de entrega
Pas = Perdida anual estimada de suelo en una Cuenca hidrográfica (Ton/ha/año)

Tomando en cuenta que no existe área ocupada en Km^2 por el arribazón, se seleccionó el Factor de Entrega para un área urbana de 1 Ha = 10.000 m2 = 0,01 Km2, resultando 0,50

Fe = 0.50

$$As = 0.50 * 118,12$$

$$As = 59,06 \ t/ha/año$$

Se puede observar que el aporte de sedimentos es mayor en aquellas zonas donde no se produce arribazón, en vista de las condiciones que presentan las mismas, las cuales conllevan a que los factores de la Ecuación Universal de Perdida de Suelos (USLE) sean de mayor valor.

- **Proponer un plan de sensibilización a los habitantes de la playa de Varadero, Municipio Antolín del Campo del Estado Nueva Esparta; para aprovechamiento como recurso de los arribazones de macroalgas marinas.**

Se elaboró material divulgativo de la importancia del aprovechamiento de los arribazones de algas marinas en compost (Abono orgánico), a fin de asesorar e informar a los pequeños agricultores de solanáceas (Aji, Tomate y Berenjena) en la zona del municipio Antolín del Campo.

Dicho material contiene de manera resumida el procedimiento para la elaboración del compost, su importancia y aplicación del mismo como producto ecológico.

El material divulgativo en referencia el cual será utilizado en charlas, talleres y reuniones con los habitantes de la zona (Agricultores y Pescadores), consistió en dos Trípticos, uno cuyo contenido son aspectos generales del proceso de Compostaje y otro sobre la obtención del compost (Producto ecológico), a partir de

las algas marinas de los arribazones en las orillas de playas. Dicho material divulgativo se logró hacer llegar a la población escolarizada (Escuelas y Liceos) de este municipio, a fin de que los estudiantes de las mismas se vayan familiarizando con esta actividad. (Ver en figuras siguientes y en sobre del Anexo material divulgativo en Tríptico).

EN VENEZUELA

Centros de Investigaciones Ambientales y Ecológicas:

Fundagrea: Fundación para la agricultura ecológica y ambiental.

Instituto Limnológico, UDO, Bolívar.

Centro ecológico: Maracay.

CRIA: Centro Regional de Investigaciones Ambientales, UDO, Nueva Esparta.

MERCADO DE PRODUCTOS ORGÁNICOS

NUEVAS TECNOLOGÍAS

Arribazones de algas:

Bora:

Enziclean:

CONCLUSIÓN.

El compostaje reduce el volumen y peso de los residuos sólidos por medio de la descomposición biológica.

En Venezuela la producción de compost se limita a centros de investigación ambiental y fundaciones ecológicas y fincas tecnificadas para el uso del producto en jardines y cultivos.

Existen nuevas tecnologías en la producción de compost tales como: arribazones de algas, bora y uso de bacterias benéficas (enziclean).

UCAB Universidad Catolica ANDRÉS BELLO

UNIVERSIDAD CATOLICA ANDRES BELLO
ESTUDIOS DE POSTGRADO
INGENIERIA AMBIENTAL

TRATAMIENTO DE RESIDUOS ORGÁNICOS (COMPOSTAJE)

ASIGNATURA:

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO (TEG)

ELABORADO POR:

Ing. Américo Vásquez G.

Porlamar, Julio 2015

Figura 30. Tríptico de material divulgativo sobre compost
Fuente: Elaborado por Autor

INTRODUCCION

El compostaje es un proceso natural, por lo tanto y en consecuencia muy antiguo aunque solo hace poco está siendo redescubierta y potenciada con nuevos aportes biotecnológicos.

Se define como: descomposición de los residuos orgánicos por la acción microbiana de bacterias aeróbicas, biotransformándose en abono (compost) para ser utilizado en agricultura y entre otras funciones:

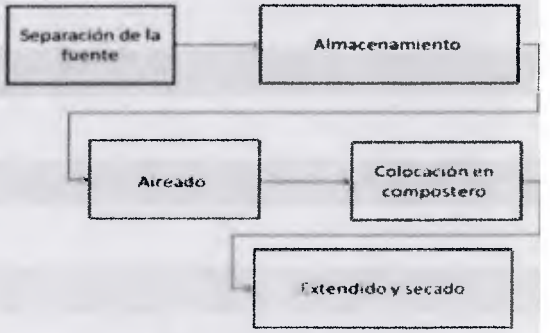
- Facilita gestión de los residuos orgánicos (reduce volumen y peso)
- Beneficios: ambientales, sociales y económicos

RESIDUOS ORGÁNICOS

Son aquellos residuos que provienen de restos de productos de origen orgánico, son biodegradables (se descomponen naturalmente), desintegrándose o degradándose rápidamente, transformándose en otro tipo de materia orgánica.

Ejemplo: restos de comidas, frutas, verduras, carnes, huevos, algas marinas,etc.

FASES PROCESO COMPOST



EXPERIENCIA MUNDIAL

Madrid (España): cuenta con tres métodos para el tratamiento de residuos.

Bolivia: tiene sus propias experiencias en compostaje.

Argentina: puso en marcha un importante proyecto relacionado con la utilización de residuos verdes.

Brasil: en muchas localidades de Brasil realizan compostaje a partir de residuos sólidos orgánicos.

Colombia: elaboración de compost y transformación, recuperación y disposición final de residuos sólidos.

Figura 31. Continuación Tríptico de material divulgativo sobre compost
Fuente: Elaborado por Autor

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Con la efectiva recogida de las arribazones, se trata de buscar un mayor beneficio social y medioambiental en las zonas afectadas, ya que se elimina el impacto ambiental generado por el mismo, tal como lo es: **GENERACION DE OLORES PUTREFACTOS (CONTAMINACION ATMOSFERICA).**

- La obtención del compost o abono orgánico de algas marinas, se realiza por medio de las siguientes etapas consecutivamente: 1. Recolecta de las algas en estado fresco, 2. lavado de las algas, 3.secado, 4. Molienda de las algas y agregado de residuos vegetales, 5.Mezcla en seco de los materiales orgánicos, 6. Humedad al 70% con agua, 7. Mezclado en húmedo de todos los materiales, 8. Llenado de los armazones o Composteros con materiales húmedos al 70% y 9. Se tapa con palmeras y bolsas para evitar la pérdida de humedad.

- Cada 15 días, se chequea la humedad, lo cual puede ser por medio de balanza deshumificadora o por medio del método manual (Figura 15A). A los 45 días, se volca la pila colocando en la parte superior la mitad de la mezcla que estaba de abajo y la otra mitad de arriba se colocó en la parte inferior. Se ajustó la humedad a un 70% y se agregó nuevamente la cobertura. A los 90 días de transcurrido el proceso de compostaje, el abono estuvo listo, lo cual se verificó porque la temperatura promedio de la pila disminuyo a temperatura ambiente, presento un color pardo oscuro, un olor a tierra húmeda de campo y se desmenuzo en su totalidad (Figura 13A).

- La mayor longitud del tallo de las plántulas y el mayor numero de hojas, se presentan cuando son sometidas al tratamiento N° 3 (4 Kg/m^2), estando la longitud del tallo en el rango de 15 a 16 cm y el numero de hojas de 14 a 15 y con el tratamiento N° 4 (6 Kg/m^2),la longitud y numero de hojas bajan a niveles muy parecidos al Testigo, en el cual las plántulas se encuentran sembradas solamente en suelo, no existiendo la mezcla 2:1, lo cual es probable se deba a la baja relación C/N (10,5) que presenta el compost obtenido de las algas, ya que la relación optima para un compost debe encontrarse en el rango de 25/1 a 35/1.

- En las características químicas del compost obtenido de las arribazones de algas, es de destacar que el mismo presenta una relación C/N baja, ya que contiene 28,6 % de Carbono y 2,73% de Nitrógeno, para una C/N de 10,5 según diferentes autores manifiestan que la relación C/N optima para el proceso de compostaje oscila entre 25/1 a 35/1 (Polprasert, 1989; Dalzell *et al.*, 1991; Jiménez y García, 1991; Rynk *et*). Es evidente que, en esta investigación la relación C/N de los arribazones de macroalgas fue menor al rango óptimo, y se eleva cuando el compost obtenido de las algas se mezcla (AG+RV+LPT) con residuos vegetales y lodo de planta de tratamiento, obteniéndose con este tratamiento N° 2 los mayores valores referentes a aspectos morfológicos de las plantas.

- Muchos materiales orgánicos, incluyendo estiércol de pollo, residuo de plantas y desechos de comida, contienen diferentes contenidos de nutrientes. Es probable que el excesivo o deficiente contenido de carbono (C) o nitrógeno (N), afecte el proceso de compostaje, debido a que los microorganismos usan el carbono para la obtención de energía, el crecimiento; mientras el nitrógeno es esencial para la síntesis de proteínas, multiplicación, crecimiento y desarrollo de los microorganismos (Kalil, 2007).

- El aporte de sedimentos es mayor en aquellas zonas donde no se produce arribazón, en vista de las condiciones que presentan las mismas, las cuales conllevan a que los factores utilizados en la ecuación universal de pérdida de suelos (USLE), sean de mayor valor.

Recomendaciones

- Es recomendable la recogida de las algas de los arribazones acumuladas en las orillas de las playas a maquinas recolectoras, ya que el impacto ambiental negativo de los olores putrefactos desaparece en menor tiempo.

- Al preparar compost (Abono orgánico), a partir de algas marinas de los arribazones en las playas, en vista de que este es un compost de baja relación C/N, se recomienda mezclar con otros residuos orgánicos tales como: Residuos vegetales, Estiércol de gallina, Lodo de planta de tratamiento, a objeto de aumentar la relación C/N, lo cual es de vital importancia en un abono.

- En vista de que la Isla de Margarita posee una superficie pequeña (934 Km^2) y no se dispone sino de un solo vertedero de basura a cielo abierto, ubicado en el Municipio García (El Piache), muy cercano a la ciudad de Porlamar, la cual es el centro de las actividades comerciales, se hace necesario implementar con las otras 10 alcaldías restantes programas de recolección de las algas cuando se originan los arribazones, ya que los mismos aparecen con frecuencia en los siguientes lugares: Varadero, Puerto Abajo y playa El Agua en el municipio Antolín del Campo, Los Cocos en el municipio Mariño, La Isleta en el Municipio García y bahía Boca del Río en el municipio Península de Macanao y de esta manera

actuar lo más pronto posible para el retiro de las algas antes del secado de las mismas y evitar que se inicien los olores putrefactos, los cuales generan contaminación atmosférica en el ambiente, ocasionando incomodidad a turistas y residentes de estos lugares.

- Implementación de un plan de sensibilización, el cual logre la enseñanza y aprendizaje para la elaboración de compost (Abono orgánico), en los pequeños productores de Solanáceas (Ají, Tomate y Berenjena) de la zona del municipio Antolín del Campo, la cual es la zona agrícola de la isla de Margarita y cercana a la misma se encuentran las playas de Varadero y Puerto Abajo en las cuales se producen arribazones muy frecuentemente. Dicho plan debe hacerse extensivo a la población escolarizada de este municipio por medio de material divulgativo como: Trípticos, Folletos, a objeto de que en las escuelas y liceos se inicie y se divulgue la preparación de compost o abono orgánico a partir de las algas marinas de las arribazones y de esta manera se evita contaminación por tratarse de un producto ecológico.

- Acondicionar un área de terreno aproximadamente de 100 a 150 m^2, en los Jardines posteriores al Centro Regional de Investigaciones Ambientales (CRIA) del Núcleo Nueva Esparta de la UDO, en el sector Guatamare, con el objeto de llevar a cabo la instalación de ensayos de este tipo, en los cuales puedan considerarse otras variables tales como: la distancia y densidades de siembra, y de esa manera obtener resultados más satisfactorios

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Barreno, E.; Brugués, M.; Costa, M.; Devesa, J.; Fernández, F.; Gallardo, T.; Llimona, X.; Prada, C.; Talavera, S. y Valdés, B. (1997). Botánica. 2da. Edición. Mcgrow-Hill. Bogotá, Colombia.

Bolinaga, J. J. (1979). Drenaje Urbano. INOS

Bula, G., Meyer. (2004). Las macroalgas marinas en la Agronomía y el uso potencial del Sargassum flotante en la producción de fertilizantes en el archipiélago de San Andrés y Providencia, Colombia.

Capecchi, M. (1989). Estudio sobre las algas de arribazones en la Isla de Margarita y su utilización como fertilizantes para cultivar fitoplancton. Trabajo de Grado. Universidad de Oriente. Núcleo de Nueva Esparta. Escuela de Ciencias Aplicada del Mar. Boca del Río, Venezuela.

Dalzell, H.; Biddlestone, A.; Gray, K. y Thurairajan, K. (1991). Manejo del suelo, producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales. FAO Informe Técnico de Suelo Nº 56. Roma, Italia.

FONAIAP. (1990). Análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad. Manual de Métodos y Procedimientos de Referencia. Serie Información N° 26. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Maracay, Venezuela.

Forsythe, W. (1975). Manual de Laboratorio de Fisica de Suelos, I.I.C.A., Turrialba, Costa Rica

Fundación Servicio para el Agricultor (FUSAGRI), (1974). Solanáceas (Tomate, Ají, Pimentón y Berenjena). Serie A Nº 37, Cagua, Venezuela.

Hoyos, J. (1985). Flora de la Isla de Margarita.Edit. Texto. Caracas, Venezuela.

Jackson, M.L. (1964). Análisis químico de suelos Segunda Edición, Ediciones Omega, S.A., Barcelona, España.

Jaramillo, G. y Liliana, Z. (2008), Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia, Monografía para optar el título de Especialista en Gestión ambiental, Universidad de Antioquia, Colombia.

Jiménez, E.I. y García, V.B. 1991. Composting of domestic refuse and sewage sludge. Evolution of temperature, pH, C/N ratio and cation exchange capacity. Resources Conserve. Recycling. 16.

Kalil, S. (2007). Seguimiento del proceso de humificación en compost inoculado. Trabajo de Grado. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias. Bogotá, Colombia.

Lin, C. and Coleman, N.T. (1960). The measure of exchangeable aluminium in soil and clays. Soil Science 24.

Martínez, E. J. y Marín, Y. (2011). Ocurrencia de Arribazones de macroalgas marinas en algunas playas de la Isla de Margarita y su aprovechamiento para la elaboración de compost. Universidad de Oriente. Núcleo Nueva Esparta. Boca de Río. Venezuela.

McHugh, D. (2002). Perspectiva para la producción de algas marinas en los países en desarrollo. FAO Informe Técnico de pesca N° 968. Roma, Italia.

Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), (1994). Atlas del Estado Nueva Esparta.

Ortiz, V. y Álvarez, R. (1998). Observaciones sobre arribazones de macroalgas

en la playa de Marbella, Cartagena, Colombia. J. Caribbean Sci. 34

Pedrosa, A., Vega, J. Y Tabraue, H. (2005). Validación Agronómica del compost elaborado con restos de poda y arribazones en cultivo de tomate (*Licopersicum esculentum*). Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. España.

Peech, M., Alexander, L.T., Dean, L.A., Reed, J.F. (1947), Methods of soil analysis for soil fertility investigations, U.S.D.A., Circ. N° 737

Polprasert,C. (1989). Organic wastes recycling.Edit.John Wiley&Sons.Bangkok, Thailand.

Rodriguez, J. C., (1997). Balance de la relación carbono-nitrógeno para una óptima descomposición aeróbica de la Bora (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) en abono orgánico. Rev. Uni. Oriente. 9(1)

Rodríguez, J. C. (2004). Manual de métodos para la conversión de la bora en productos aprovechables. Edit. Universidad de Oriente. Cumaná, Venezuela.

Rodríguez, J. C., Marcano, A. E. y Montaño, N. (2004). Caracterización química del compost Nutribora y su uso combinado con un fertilizante comercial en el cultivo del tomate (*Licopersicum esculentum*). Universidad de Oriente. Núcleo Caicara del Orinoco. Estado Bolívar. Venezuela.

Rodríguez, W., Orellana, R. (2008). Utilización de algas marinas como componente de sustrato para la producción de plántulas de acelga y lechuga, Universidad de Ciego Ávila, Cuba.d

Walkey, A. and Black, I.A. (1938). An examination of the Degyareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of carbonic acid titration method. Soil Science. 37

REFERENCIAS ELECTRONICAS

FAO, (2013). CAPITULO3, Los Fertilizantes en cuanto a contaminantes del agua Disponible: http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s05.htm#TopOfPage.

INFOAGRO, (2010), El Compostaje Primera parte, Caracas, Venezuela Disponible: http:// www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm.

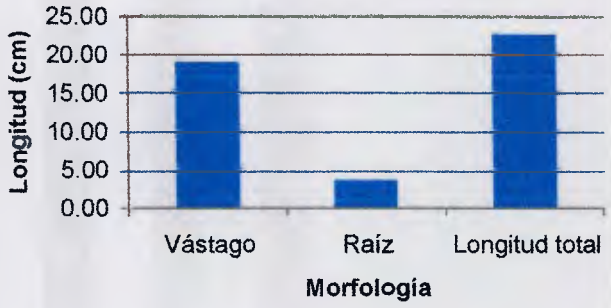
Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, (1999), Gaceta Oficial extraordinaria N° 36.860, Caracas, Venezuela.
Disponible: http:// www.oas.org/dif/esp/constitución_venezuela.pdf

Ley Orgánica del Ambiente, (2006), Gaceta N° 5.833 Extraordinario, Caracas, Venezuela.
Disponible: http:// justicia.net/ recursos/ legislación. html.

Ley Orgánica de Ordenación Urbanística, (1987). Gaceta N° 33.868, Caracas, Venezuela.
Disponible: http:// justicia.net/ recursos/ legislación.html

Tomate (*Licopersicum esculentum*)

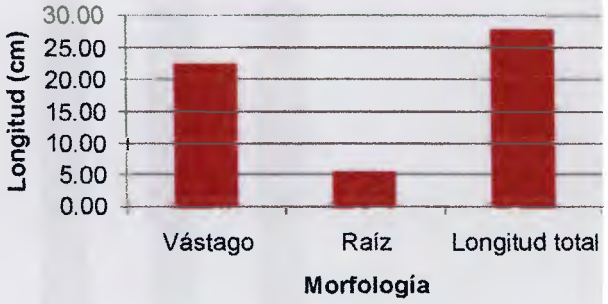
Zona	Longitud (cm)
Vástago	19.00
Raíz	3.60
Longitud total	22.60



Cuadro 1A. Longitud a las 6 semanas con tratamiento Compost 1:AG+RV+EG
Fuente: Elaborado por Autor

Figura 1A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 1 : AG + RV + EG

Zona	Longitud (cm)
Vástago	22.45
Raíz	5.40
Longitud total	27.85



Cuadro 2A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 2: AG + RV + LPT
Fuente: Elaborado por Autor

Figura 2A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 2: AG + RV + LPT

Zona	Longitud (cm)
Vástago	22.20
Raíz	4.95
Longitud total	27.15

Cuadro 3 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 3:AG + EG
Fuente: Elaborado por Autor

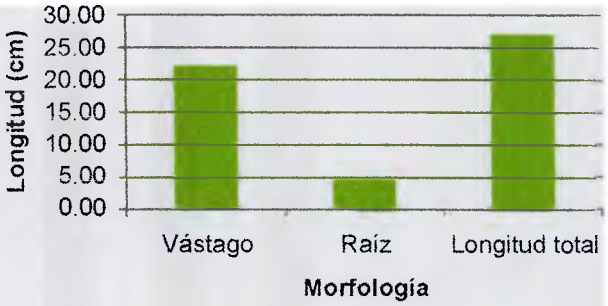


Figura 3 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 3: AG + EG

Zona	Longitud (cm)
Vástago	9.90
Raíz	2.38
Longitud total	12.28

Cuadro 4 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 4: AG + LPT
Fuente: Elaborado por Autor

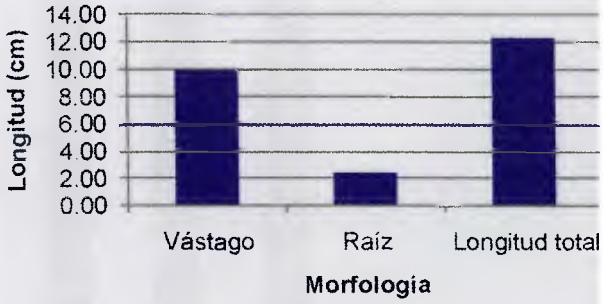
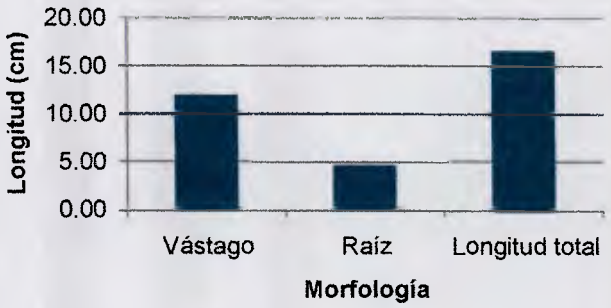


Figura 4 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 4: AG + LPT

Berenjena (*Solanum melongena*)

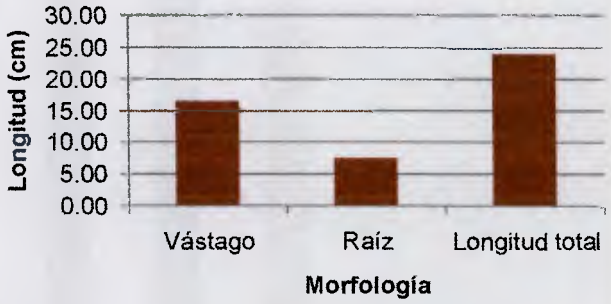
Zona	Longitud (cm)
Vástago	11.95
Raíz	4.60
Longitud total	16.55



Cuadro 5 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 1: AG+RV+EG
Fuente: Elaborado por Autor

Figura 5 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 1: AG+RV+EG

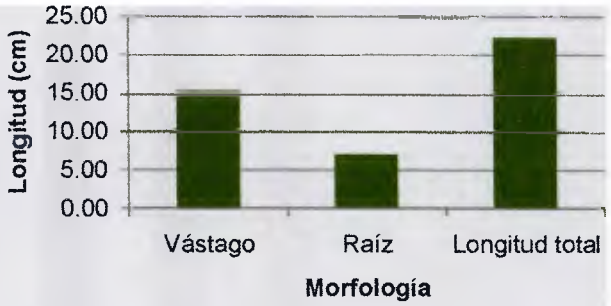
Zona	Longitud (cm)
Vástago	16.45
Raíz	7.40
Longitud total	23.85



Cuadro 6 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 2: AG+RV+LPT
Fuente: Elaborado por Autor

Figura 6 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 2: AG+RV+LPT

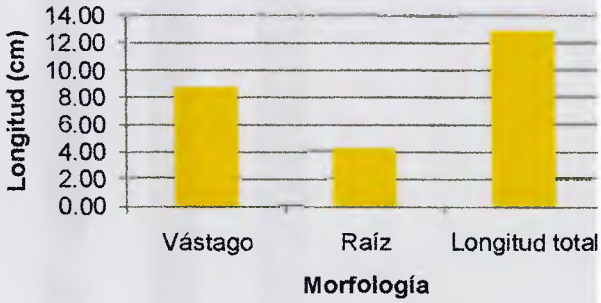
Zona	Longitud (cm)
Vástago	15.25
Raíz	7.00
Longitud total	22.25



Cuadro 7 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 3: AG + EG
Fuente: Elaborado por Autor

Figura 7 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 3: AG + EG

Zona	Longitud (cm)
Vástago	8.67
Raíz	4.17
Longitud total	12.84



Cuadro 8 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 4: AG+LPT
Fuente: Elaborado por Autor

Figura 8 A. Longitud a las 6 semanas con Tratamiento Compost 4: AG+LPT

Tratamiento	Longitud de vástago (cm)	Longitud de raíz (cm)	Longitud total (cm)	N° de hojas	Peso de materia seca (gr)	Peso de materia húmeda (gr)
1	19.00	3.60	22.60	4	0.06	0.926
2	22.45	5.40	27.85	5	0.16	2.480
3	22.20	4.95	27.15	5	0.19	2.423
4	9.90	2.38	12.18	2	0.03	0.350

Cuadro 9 A. Aspectos Morfológicos y peso de materia seca y húmeda obtenidos con los 4 tratamientos de compost en plantas de tomate (*Licopersicum esculentum*)

Fuente: Elaborado por Autor

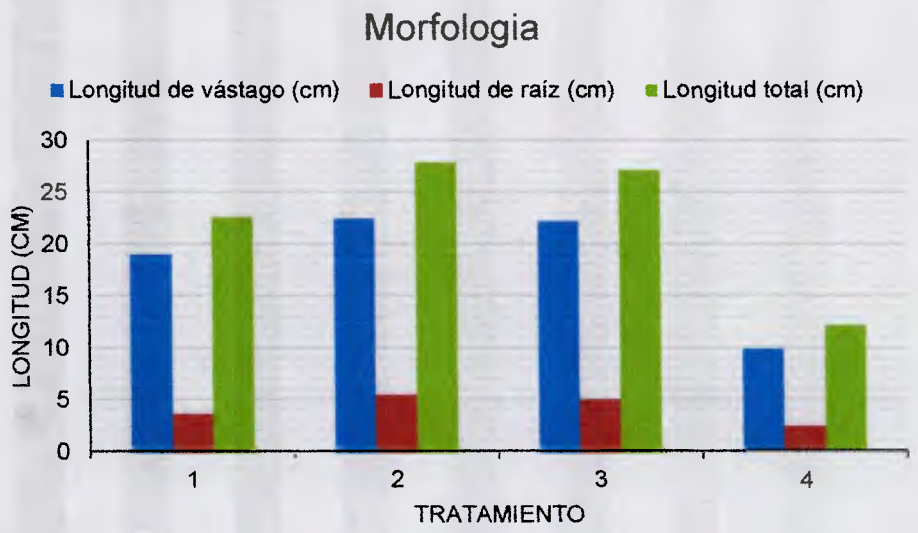


Figura 9 A. Longitud de vástago, raíz y total a las seis semanas con los 4 tratamientos de compost.

Fuente: Elaborado por Autor

Figura 10 A. Numero de hojas a las seis semanas con los 4 tratamientos de compost.

Fuente: Elaborado por Autor

Figura 11 A. Peso de materia seca y húmeda a las seis semanas con los 4 tratamientos de compost.

Fuente: Elaborado por Autor

Figura 12 A. Llenado de envases con el abono listo para el trasplante

Fuente: Elaborado por Autor

Figura 13 A. Abono listo a los 90 días de compostaje

Fuente: Elaborado por Autor

Figura 14A. Algas marinas producto de arribazón en orilla de playa en estado seco

Martínez, E. J. y Marín, Y. (2011)

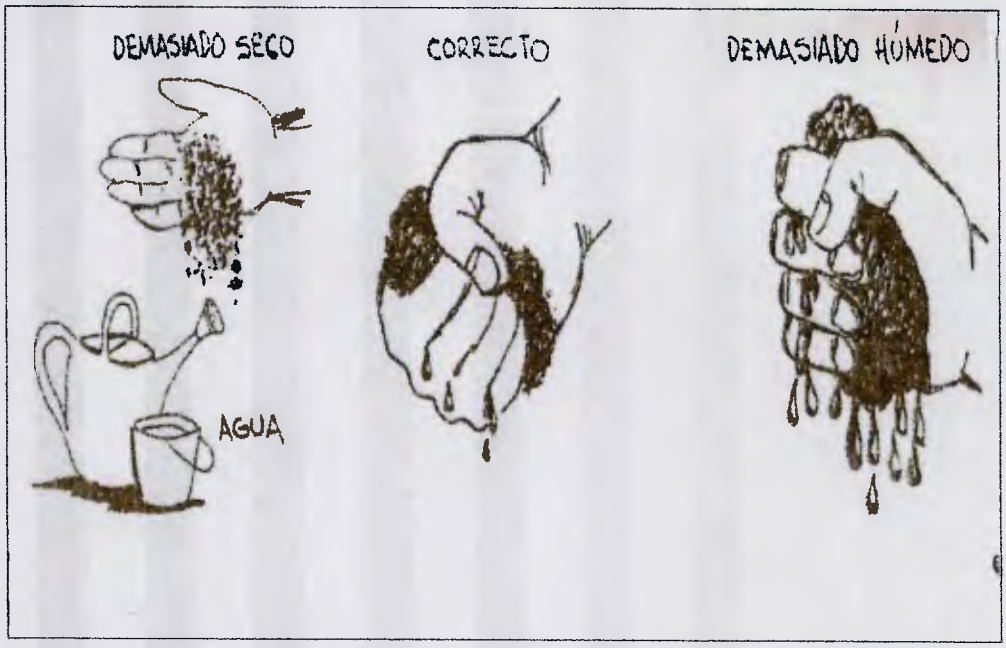


Figura 15A. Prueba manual de humedad del Compost o abono orgánico

Fuente: Rodríguez, J.C. (2004)