



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

T E S I S

Descripción de la población de
anfípodos en composta para jardín,
Comitán de Domínguez, Chiapas

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

César Alfredo Morales Albores

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

noviembre 2020



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

INSTITUTO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS

T E S I S

Descripción de la población de
anfípodos en composta para jardín
Comitán de Domínguez Chiapas

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA

César Alfredo Morales Albores

Director

Dr. Gustavo Rivera Velázquez

Laboratorio de Acuicultura y Evaluación Pesquera

Instituto de Ciencias Biológicas UNICACH



Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

noviembre 2020



Lugar: Tuxtla Gutiérrez, Chiapas
Fecha: 15 de septiembre del 2020

C. César Alfredo Morales Albores

Pasante del Programa Educativo de: Licenciatura en Biología

Realizado el análisis y revisión correspondiente a su trabajo recepcional denominado:

Descripción de la población de anfípodos en composta para jardín, Comitán de Domínguez, Chiapas

En la modalidad de Tesis Profesional

Nos permitimos hacer de su conocimiento que esta Comisión Revisora considera que dicho documento reúne los requisitos y méritos necesarios para que proceda a la impresión correspondiente, y de esta manera se encuentre en condiciones de proceder con el trámite que le permita sustentar su Examen Profesional.

ATENTAMENTE

Revisores:

Mtro. Reynaldo Moctezuma Román

Mtro. José Ignacio Sánchez Vázquez

Dr. Gustavo Rivera Velázquez

Firmas:

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	MARCO TEÓRICO.....	2
2.1.	Anfípodos	2
2.1.1.	Descripción Morfológica de los anfípodos.....	5
2.1.1.1.	Cefalón.....	5
2.1.1.2.	Pereion.....	7
2.1.1.3.	Pleon.....	8
2.1.1.4.	Morfología interna.....	8
2.1.1.5.	Sistema nervioso.....	8
2.1.1.6.	Sistema digestivo.....	8
2.1.1.7.	Sistema Circulatorio.....	9
2.1.2	Locomoción.....	10
2.1.2.1	Reproducción.....	10
2.2.	Composta.....	12
2.2.1.	Composta en sistemas abiertos y sistemas cerrados.....	12
2.2.1.1.	Sistema abierto forma de pila.....	13
2.2.1.2.	Sistema de recipiente o sistema cerrado.....	14
2.2.2.	La composta de acuerdo a su composición.....	16
2.2.3.	Fases de degradación la composta.....	16
2.2.3.1.	Fase de latencia.....	16
2.2.3.2	Fase termófila.....	17
2.2.3.3	Fase de enfriamiento.....	18
2.2.3.4.	Fase de maduración.....	18
2.3.	Factores fisicoquímicos.....	18
2.3.1.	Temperatura.....	18
2.3.2.	Humedad.....	18
2.3.3.	pH.....	19
2.4.	Mesofauna de composta.....	19
2.5.	Ecología de poblaciones.....	20

2.5.1.	Proporción de sexos.....	21
2.5.2.	Caracteres estructurales de una población.....	21
2.5.3.	Dinámica de poblaciones.....	21
2.5.4.	Muestreo.....	22
2.5.5.	Muestreo estratificado simple.....	23
III.	ANTECEDENTES.....	24
IV	OBJETIVOS.....	26
V.	MARCO DE REFERENCIA.....	27
5.1.	Clima.....	27
5.2.	Flora y fauna.....	27
5.3.	Geología, edafología y uso de suelo.....	28
VI.	MÉTODO.....	29
6.1.	Etapa de campo.....	29
6.1.1.	Muestreo.....	29
6.1.1.1	Muestreo de composta.....	29
6.1.1.2.	Parámetros físicos y químicos.....	29
6.1.1.2.1	Temperatura.....	29
6.1.1.2.2	Humedad.....	30
6.1.1.2.3.	pH.....	30
6.1.1.3.	Obtención de organismos	30
6.2.	Etapa Laboratorio.....	30
6.2.1.	Conteo de los ejemplares encontrados.....	30
5.2.2.	Medición de longitud total.....	31
6.2.3.	Peso.....	31
6.2.4.	Identificación de sexo.....	31

6.2.5.	Identificación de la especie.....	31
6.2.6.	Análisis de datos.....	32
VII.	RESULTADOS.....	33
7.1.	Identificación de especie.....	36
7.2.	Estructura de tallas.....	37
7.3	Composición de sexos.....	39
7.4	Variación estacional de población de anfípodos.....	40
7.5	Frecuencia de tallas.....	40
7.6.	Parámetros ambientales.....	42
7.6.1	Temperatura.....	42
7.6.2	Humedad.....	45
7.6.3.	pH.....	48
VIII	DISCUSIÓN.....	51
IX	CONCLUSIONES.....	59
X	REFERENCIAS DOCUMENTALES.....	60
XI	ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Tallas de anfípodos en mm encontrados en meses junio 2017 a enero 2018.....	37
Cuadro 2.	Porcentaje de hembras, machos e indeterminados durante en meses junio 2017 a enero 2018.....	40
Cuadro 3.	Temperatura mensual registrada en las capas de composta alta, media, baja y ambiental en meses junio 2017 a enero 2018.....	43
Cuadro 4.	Humedad mensual registrada en las capas de composta alta, media, baja y ambiental durante un ciclo anual.....	46
Cuadro 5.	Valores de pH mensuales registrados en capas de composta alta, media baja de junio 2017 a enero 2018.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Fotografías de anfípodos (García <i>et al.</i> ,2012)	2
Figura 2.	Principales subórdenes de anfípodos. A Hyperiidia; B Ingolfiellidea; C y D Senticaudata (Chiesia y Alonso, 2014).....	3
Figura 3.	Ejemplo de anfípodo Senticaudata (Grintsov y Sezgin, 2003).....	4
Figura 4.	Partes principales de anfípodo (Mazé, 2015).....	6
Figura 5.	Partes bucales de anfípodo, a mandíbula b maxila 1, c maxila 2 d maxilípedo (Zeini <i>et al.</i> , 2008).....	7
Figura 6.	Anatomía interna de anfípodo corazón marrón, diversas partes del intestino verdes, sistema nervioso azul, gónada y gonoducto amarillo, y riñón, o glándula renal, rosa (Bartelme <i>et al.</i> , 2008).....	9
Figura 7.	Representación gráfica de oostegitos y branquias en región de pereion (Chiesia y Alonso 2014).....	11
Figura 8.	Apéndice con un oosteguito característico de hembra de anfípodo.....	11
Figura 9.	Ejemplo de composta en condiciones aerobias.....	13
Figura 10.	Composta de tipo cerrada: diferentes tipos de recipientes para composta (Rodríguez, 2006).....	15
Figura 11.	Ejemplos de la técnica del recipiente o de sistema cerrado (Román, 2013).....	15
Figura 12.	Fases de degradación de la materia orgánica (Castro, 2011).....	17

Figura 13. Macro localización del área de estudio Comitán de Domínguez Chiapas México.....	28
Figura 14. Ejemplo de Composta alta.....	34
Figura 15. Ejemplo de Composta media.....	35
Figura 16. Ejemplo de Composta baja.....	36
Figura 17. Anfípodo terrestre <i>Caribitroides Mexitroides chiapensis</i>	38
Figura 18. Frecuencia de tallas de anfípodos de composta para jardín en Comitán Chiapas. Periodo junio 2017 enero 2018.....	39
Figura 19. Proporción de sexos de anfípodos entre los meses de junio 2017- enero 2018.....	40
Figura 20. Oostegitos con huevecillos.....	41
Figura 21. Pirámide de edades hembras y machos durante un ciclo anual.	42
Figura 22. Seguimiento de la temperatura en capas de la composta de la composta (alta, media, baja) y ambiental entre los meses Abril 2017- Abril 2018.....	43
Figura 23 Promedio de un ciclo anual de temperatura en las diferentes capas de la composta.....	44
Figura 24 Correlación entre temperatura y número de anfípodos.....	45
Figura 25. Seguimiento de la humedad durante un ciclo anual abril 2017- abril 2018.....	46
Figura 26 Promedio de un ciclo anual de humedad en las diferentes capas de la composta.....	47

Figura 27	Correlación entre humedad y número de anfípodos en las capas de la composta.....	47
Figura 28.	Comportamiento de pH durante un ciclo anual abril 2017- abril 2018.....	49
Figura 29	Promedio de un ciclo anual de en las diferentes capas de la composta.....	49
Figura 30	Correlación entre pH y número de anfípodos.....	50
Figura 31.	Representaciones del efecto chimenea (Barrena, 2006).....	53

RESUMEN

Se estudió la población de anfípodos que se desarrolla en composta para jardín fabricada tradicionalmente por los habitantes de Comitán de Domínguez, Chiapas. Estos son parte de la mesofauna de composta, para su estudio se realizaron muestreos durante un ciclo anual abril 2017 a abril 2018 tomando datos de temperatura, humedad y pH en composta tipo. La especie se identificó como *Caribitroides Mexitroides chiapensis*, invertebrado terrestre que pertenece al subfilum Crustacea. Los estudios realizados para esta especie son escasos, la mayoría de los estudios con anfípodos van enfocados a especies marinas y dulceacuícolas. Se obtuvieron un total de 140 ejemplares de los cuales se presentaron 20 machos, 103 hembras y 17 indeterminados. La proporción de sexo fue 1:5 (machos: hembras). Los anfípodos solo se presentaron la capa baja de la composta en los meses de junio de 2017 a enero de 2018, la mayor correlación la presentaron con la humedad (0.76) seguido de la temperatura (0.52) y por último con el pH (0.42). La distribución temporal se relaciona con la época lluviosa del año.

I. INTRODUCCIÓN

La composta que se elabora en Comitán de Domínguez, emplea básicamente restos de plantas procedentes de la actividad de poda (Moreno, 1991). Esta es una composta de sistema abierto (se hace al aire libre) en forma de pila, se caracteriza por la presencia de anfípodos terrestres en ciertas épocas del año, que de manera natural se distribuyen en la región, pero de los cuales se tiene escaso conocimiento.

Los anfípodos son crustáceos de pequeño tamaño, que rara vez superan los 10 mm, se caracterizan principalmente por la ausencia de un caparazón externo y por su cuerpo generalmente comprimido lateralmente. Existen especies herbívoras, carnívoras, detritívoras, carroñeras, y filtradoras, muchas forman parte esencial de la dieta de otros animales, como peces, aves e invertebrados. Existen alrededor de 8.000 especies de anfípodos en todo el mundo (Krapp y Vader, 2015). La mayoría son marinos, algunos grupos han colonizado el agua dulce y unas pocas especies habitan ambientes terrestres (Grabowski, 2007).

Una composta es un sistema que reúne las características de hábitat natural de un anfípodo, es un abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición; los microorganismos que llevan a cabo la descomposición o mineralización de los materiales ocurren de manera natural en el ambiente (Torres SAGARPA nd., Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación).

Los anfípodos de ambientes terrestres, son escasamente conocidos, incluso no se tenía conocimiento de su presencia en la región de Comitán de Domínguez, tampoco en un hábitat como la composta que se usa tradicionalmente. Es por ello que en este estudio se determinó la especie, se describieron las características que tiene una población de anfípodos en composta en cuanto a distribución en el sustrato, estructura poblacional y relación que tienen estos organismos con las épocas del año, sentando la base para comprender el papel que desempeñan los organismos en este hábitat.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Anfípodos

Los anfípodos son crustáceos de la clase Malacostraca, junto con los isópodos, cumáceos, mysidáceos, y tanaidáceos pertenecen al superorden Peracarida, cuyo ciclo de vida se caracteriza por desarrollo directo (Chiesia y Alonso, 2014). Son de pequeño tamaño, que rara vez superan los 10 mm (Figura 1) se caracterizan principalmente por la ausencia de un caparazón externo y por su cuerpo generalmente comprimido lateralmente. Existen especies herbívoras, carnívoras, detritívoras, carroñeras y filtradoras muchas forman parte esencial de la dieta de otros animales, como peces, aves e invertebrados. Existen alrededor de 8000 especies en todo el mundo; el 70% son marinas, 27% dulceacuícolas y 3% terrestres. En el mar, se los encuentra en todo tipo de hábitats, desde intermareal hasta la zona abisal. La gran mayoría de las especies son bentónicas y de vida libre (Krapp y Vader, 2015).

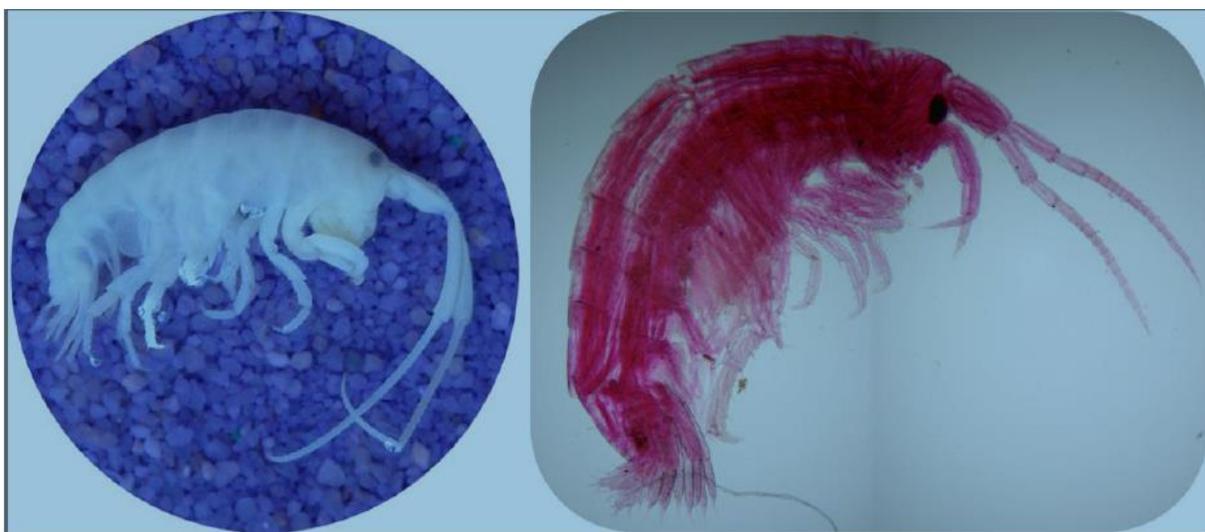


Figura 1. Fotografías de anfípodos (García *et al.*, 2012).

Tradicionalmente, Amphipoda fue dividido en subórdenes Hyperiidea, Ingolflellidea y Senticaudata (Figura 2) (Chiesiay Alonso, 2014).

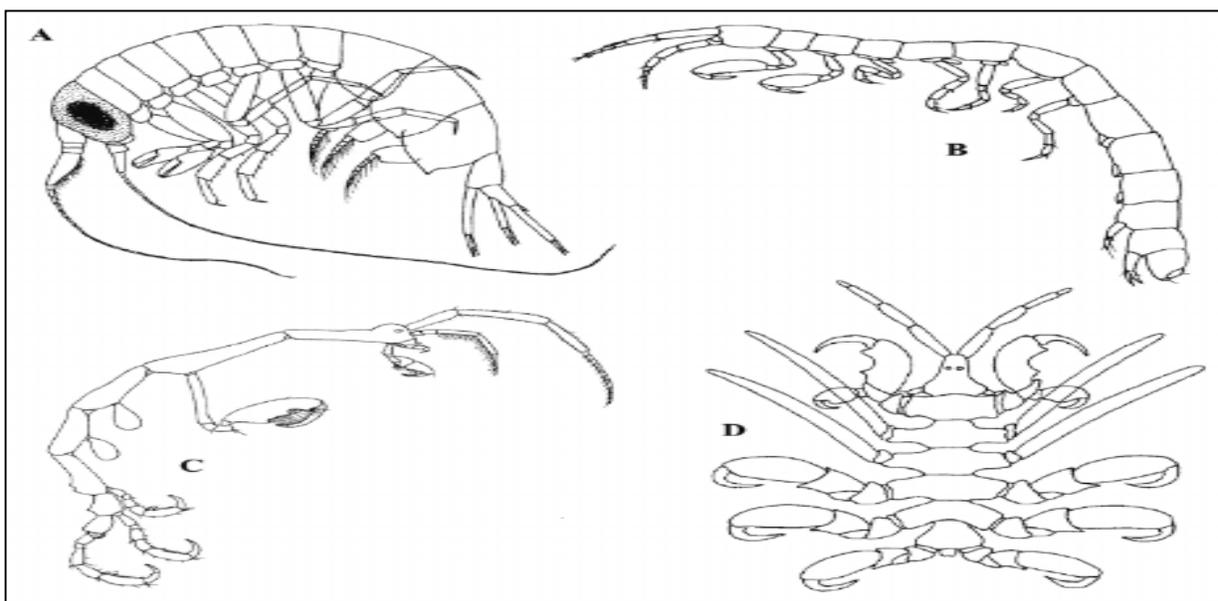


Figura 2. Principales subórdenes de anfípodos. A Hyperiidea; B, Ingolfiellidea; C, y D Senticaudata (Chiesia y Alonso, 2014).

Los anfípodos hiperídeos son uno de los grupos de crustáceos pelágicos más frecuentemente encontrados y están entre los más diversos del zooplancton marino. Se conocen más de 280 especies, La mayor parte se asocian en distintos grados con grupos del zooplancton se extiende en los océanos y en regiones tropicales (García *et al.*, 2012).

Los anfípodos Ingolfiellidea conforman un pequeño grupo de especies primitivas que habitan ambientes acuáticos subterráneos, marinos y de agua dulce. Poseen un cuerpo alargado y cilíndrico que les permite vivir entre el sedimento, carecen de ojos, las placas coxales son rudimentarias y las epimerales están ausentes, los gnatópodos son subquelados y los pleópodos unirramosos. Se conocen 45 especies en el mundo, y una sola especie (*Ingolfiella uspallatae*) fue hallada en Argentina a 2000 metros de altura, entre el sedimento aluvial en la zona de Uspallata. Senticaudata (Figura 3) incluye 5000 especies, contiene gran parte de la diversidad mundial de anfípodos de agua dulce, mayormente las especies son marinas (Chiesia y Alonso 2014).



Figura 3. Ejemplo de anfípodo Senticaudata (Gritsov y Sezgin, 2003).

Los que se encuentran en ecosistemas marinos son esencialmente habitantes del fondo, la mayoría de los miembros pueden nadar. Los caprelidos se adaptan para subir, también realizan excavaciones y algunos tubos de construcción de barro o de material secretado (Barnard y Karaman, 1991) Las madrigueras pueden ser horizontales, verticales o en forma de U con dos aberturas. Son buenos masticadores comen desechos de plantas acuáticas o detritus (Raja *et al.*, 2013).

Los anfípodos que habitan en ecosistemas de agua dulce, en general se les ha encontrado en una profundidad de 0 a 60 m. incluye 1900 especies, son un componente importante de las faunas acuáticas continentales y se les puede encontrar en casi todo tipo de hábitat dulceacuícola superficial, como ríos, riachuelos, vertientes, lagos, lagunas y charcos. Además, han logrado colonizar hábitats subterráneos, como cavernas y aguas freáticas. El género *Hyaletta* Smith, 1874 incluye aproximadamente 70 especies asociados con los sedimentos del fondo (fauna bentónica) o la vegetación acuática tiene una distribución restringida al hemisferio occidental con la mayoría de las especies que se encuentran en América del Sur (García *et al.*, 2012).

Los terrestres se establecen en el estrato superficial de bosques con suelos ricos con materia en descomposición de la que se alimentan (Rodríguez-Almaraz y García- Madrigal, 2014). El color de las especies terrestres varía de marrón pálido a verdoso o negro parduzco cuando están vivos, cuando mueren se vuelven de color rosa a rojo (Fasulo, 2014).

Caribitroides es un género del orden Amphipoda del suborden Senticaudata. El género se divide en subgéneros *Caribitroides* (*Caribitroides*) y *Caribitroides* (*Mexitroides*) (Fasulo, 2014).

2.1.1 Descripción Morfológica de los anfípodos

Presentan un cuerpo dividido en tres regiones céfalon, pereion y pleon (Figura 4) (Mazé, 2015). El cuerpo comprimido, ojos sésiles y ausencia de caparazón, las anténulas son casi siempre birrámeas. El primer par de pereiópodos está transformado en un par de maxilípedos (García *et al.*, 2012). El 2º y 3º par de pereiópodos suelen estar engrosados y subquelados o quelados, formando unas estructuras llamadas gnatópodos, el resto son locomotores, los tres últimos dirigidos hacia atrás (García *et al.*, 2012).

2.1.1.1 Céfalón

A la región cefálica se fusionan uno o dos segmentos del pereion. En la parte ventral se agrupan las piezas bucales que son: un par de mandíbulas que generalmente tienen un palpo formado por tres artejos y una zona molar cuya forma se adapta al tipo de alimentación. Dos pares de maxilas de pequeño tamaño y un par de maxilípedos, que son las piezas de mayor tamaño que corresponden con el primer par de pereiópodos (Figura 5). Dorsalmente, en algunos anfípodos, el céfalón tiene una proyección dorsal denominada rostro, situada entre el par de ojos. De manera excepcional puede haber dos o tres pares de ojos, no se distinguen o se encuentran fusionados dorsalmente; dos pares de antenas están bien desarrollados. Las anténulas, o primer par de antenas, están formadas por un pedúnculo de tres artejos, un flagelo multiarticulado y, en algunas especies, un flagelo accesorio formado por un solo artejo, difícil de ver, o por varios. Segundo par de antenas, tienen el pedúnculo formado por cinco artejos y un

solo flagelo multiarticulado. En algunos, las anténulas y antenas están más desarrolladas en machos que en hembras (Mazé, 2015).

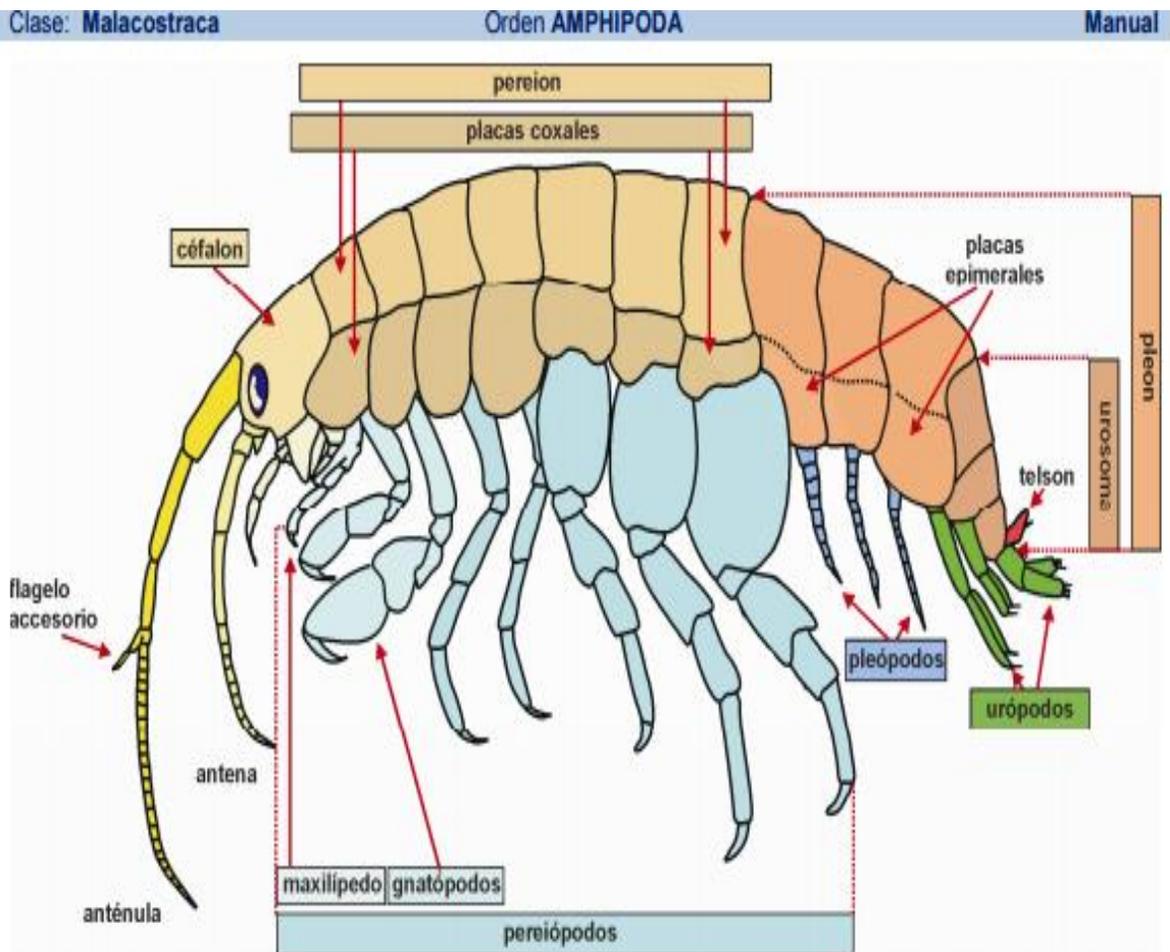


Figura 4. Partes principales de anfípodo (Mazé, 2015).

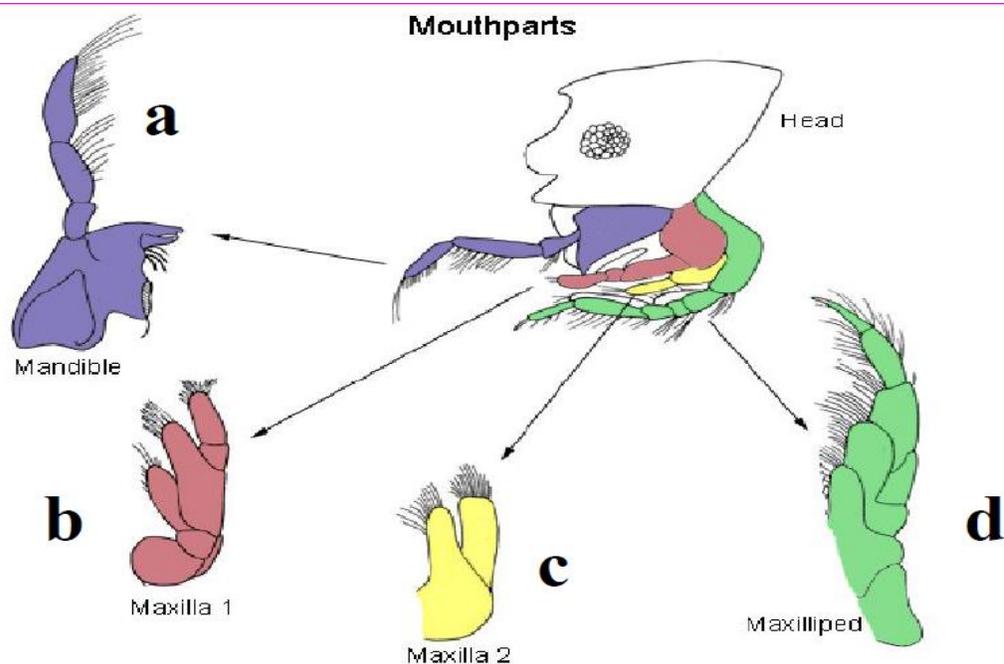


Figura 5 Partes bucales de anfípodo, a mandíbula b maxila 1, c maxila 2 d maxilípodo (Zeini *et al.*, 2008).

2.1.1.2 Pereion

Cada segmento del pereion lleva un par de pereiópodos. Los dos primeros suelen estar engrosados y subquelados o quelados, denominándose gnatópodos normalmente se numeran 1 y 2). Generalmente estos apéndices son más grandes que el resto de pereiópodos y muestran, en muchas familias, un considerable dimorfismo sexual. El resto de los pereiópodos son locomotores y unguiculados (se numeran 3, 4, 5, 6 y 7); los tres últimos están dirigidos hacia atrás. Cada pereiópodo está compuesto de siete artejos: coxa, base, isquio, meros, carpo, propodio y dácilo (Mazé, 2015).

Las placas coxales son básicamente redondeadas o cuadrangulares y las 4 primeras son más grandes y se solapan entre sí. El resto de las placas (5, 6 y 7) suelen tener un tamaño decreciente. A partir de este plan básico se pueden encontrar modificaciones en cuanto a reducción del tamaño, aumento del tamaño, reducción de la primera placa, etc. Desde el margen interno de cada coxa surgen las branquias y además, en las hembras, los oostegitos; estos últimos presentes en los pereiópodos 2 al 5 y forman una cámara de incubación o marsupio (Mazé, 2015).

2.1.1.3 Pleon

Está constituido por pleonitos claramente diferenciados. En el primer caso el número de pleonitos es de seis, con igual número de apéndices birrámeos denominados pleópodos. Los tres primeros pleonitos llevan expansiones laterales, denominadas placas epimerales. Los tres últimos pleonitos conforman el urosoma y sus apéndices se dirigen hacia atrás y se denominan urópodos (se numeran 1, 2 y 3). En el extremo posterior se diferencia el telson (Mazé, 2015).

2.1.1.4 Morfología interna

La anatomía interna en los anfípodos se conforma por diferentes partes principales en las que se puede resaltar el sistema nervioso, sistema digestivo y el sistema circulatorio (Figura 6).

2.1.1.5 Sistema nervioso

Se encuentra a lo largo de la mitad de la superficie ventral. Los ganglios supraesofágicos están situados por encima del esófago junto con los nervios que corren alrededor del esófago, los ojos se comunican directamente por nervios ópticos. Los nervios corren hacia las antenas que son sensoriales (Bartelme *et al.*, 2008).

2.1.1.6 Sistema digestivo

La boca está situada cerca de la base de la cabeza, y conduce a un esófago corto que pasa verticalmente al estómago, situado apenas detrás de la cabeza. Dentro del estómago están algunas placas quitinizadas alineadas con las crestas que sirven para moler la comida. Un intestino largo pasa a través del cuerpo; dos a ocho bolsitas o ciegos surgen del intestino medio justo detrás del estómago, uno muy corto se eleva de la parte superior del intestino y corre hacia adelante una corta distancia hacia la cabeza (Bartelme *et al.*, 2008).

2.1.1.7 Sistema circulatorio

Corazón tubular largo está suspendido de la pared del cuerpo dorsal en el tórax. Tres pares de aberturas con válvulas, llamadas "ostia", permiten que la sangre fluya hacia el corazón desde el espacio circundante. Cuando el corazón se contrae la sangre bombea hacia delante y hacia atrás a través de la aorta anterior o posterior, respectivamente. Los vasos sanguíneos laterales conducen desde el corazón hasta la pared del cuerpo (Bartelme *et al.*, 2008).

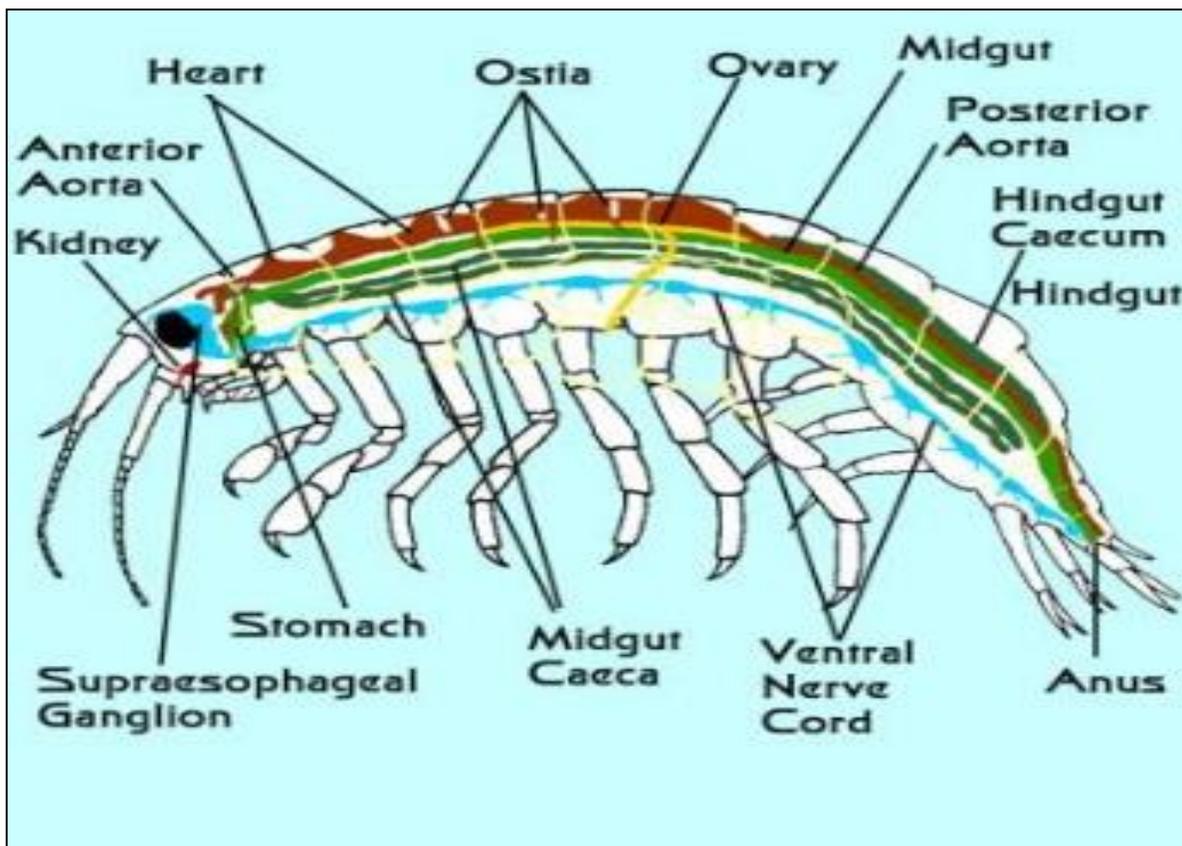


Figura 6. Anatomía interna de anfípodo corazón marrón, diversas partes del intestino verdes, sistema nervioso azul, gónada y gonoducto amarillo, y riñón, o glándula renal, rosa (Bartelme *et al.*, 2008).

2.1.2 Locomoción

Emplean apéndices llamados pereopodos para caminar sobre el fondo; son capaces de saltar mediante una sacudida fuerte del abdomen sobre el suelo. Muchos son nadadores activos gracias al movimiento de los pleópodos. Además, las especies semiterrestres realizan considerables saltos mediante la rápida extensión del urosoma y los apéndices (Thiel y Hinojosa, 2009).

2.1.3 Reproducción

Tienen un ciclo de vida directo que les permite reproducirse bien en sistemas acuáticos y terrestres. Generalmente tienen sexos separados y los hermafroditas son raros. Los machos tienen un par de penes, apéndices torácicos modificados, y la fecundación es interna (Thiel y Hinojosa, 2009). La mayoría de los anfípodos se reproducen una vez en su vida. Los machos son atraídos por feromonas femeninas que detectan mediante los estetascos localizados en las anténulas estas sedas sensoriales están ubicadas generalmente en la cara inferior del flagelo de la antena y anténula. En su interior lleva un nervio sensible a estímulos químicos. El aparato reproductor del macho consta de un par de testículos en forma de tubos que se extienden desde el tercer hasta el sexto pereionito, éstos se continúan en los vasos deferentes y conductos eyaculatorios que por último desembocan en un par de penes cortos y delgados (con forma de papila) ubicados en la parte ventral del séptimo pereionito. Las hembras presentan en la región del pereion un par de ovarios en forma de tubos, éstos se continúan en oviductos, los cuales finalizan en gonoporos que se abren al exterior en la parte ventral del quinto pereionito. Una característica en las hembras es el marsupio que es una bolsa ventral destinada a la incubación está formada por oostegitos (figura 7 y 8), La forma y tamaño de los oostegitos es muy variable y el marsupio puede parecer una cesta abierta o una bolsa completamente cerrada dependiendo del taxón (Thiel y Hinojosa, 2009).

Durante el acoplamiento el macho sujeta a la hembra mediante apéndices modificados, generalmente los gnatópodos. Los huevos se depositan directamente en el marsupio donde la hembra los portará hasta las fases embrionales tardías o las juveniles tempranas (Chiesia y Alonso, 2014).

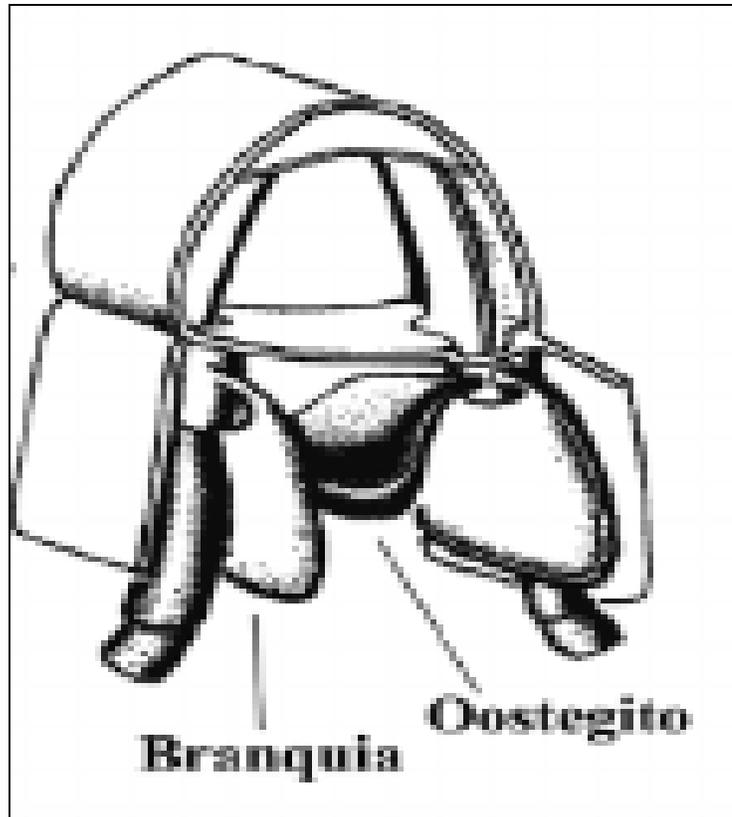


Figura 7. Representación gráfica de oostegitos y branquias en región de pereion (Chiesa y Alonso 2014).

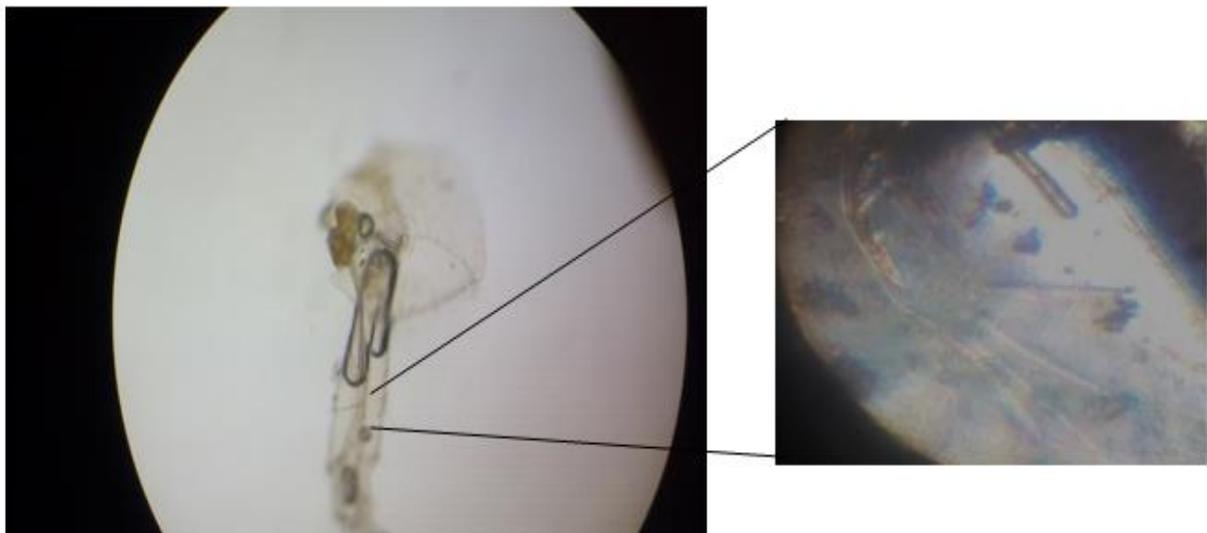


Figura 8. Apéndice con un oostegito característico de hembra de anfípodo.

2.2 Composta

La composta es el resultado de un proceso de biodegradación de materia orgánica llevado a cabo por organismos y microorganismos del suelo bajo condiciones aerobias (Figura 9) El nombre correcto de acuerdo a la Real Academia es compost y significa humus obtenido artificialmente por descomposición bioquímica en caliente de desechos orgánicos. Los organismos descomponedores del suelo necesitan carbono, nitrógeno, agua y oxígeno para poder realizar efectivamente su función (Acosta, 2012). Sin embargo, en México se utiliza el término composta que en el diccionario se sitúa como un sinónimo de composición ya que proviene del latín *componere* que significa juntar (Rodríguez, 2006).

La composta tiene una gran importancia para las plantas. Aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo y la capacidad de intercambio de cationes en el mismo, es fuente de alimentos para los microorganismos, amortigua los cambios de pH en el suelo y disminuye los cambios bruscos de temperatura. Hablando de las plantas pueden absorber más nitrógeno como consecuencia de la relación carbono nitrógeno en el suelo (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación SAGARPA, nd).

2.2.1 Composta en sistemas abiertos y sistemas cerrados

Los sistemas abiertos son aquellos que se hacen al aire libre, se realiza cuando hay una abundante y variada cantidad de residuos orgánicos sobre un metro cubico y los cerrados se hacen en recipientes o bajo techo (Román, 2013).



Figura 9. Ejemplo de composta en condiciones aerobias.

2.2.1.1 Sistema abierto forma de pila

Consiste en hacer un montón o arrumbe de capas de desechos de origen vegetal: hojas, ramas, cascaras, flores y frutos (Figura 9) Las capas pueden estar sobre otras o mezcladas (Ramírez *et al.*, 2014). El proceso de pilas es el más recomendable para áreas rurales y para producir mayores cantidades (Rodríguez, 2006).

2.2.1.2 Sistema de recipiente o sistema cerrado

Una compostadora es un recipiente especialmente diseñado para elaborar composta dentro del cual se ponen los residuos orgánicos, permite elaborar composta de manera moderada dentro del hogar. Emplea mecanismos, de volteo, mezclado, aireación forzada para realizar la fermentación controlada que aumenta la velocidad en que se realiza el proceso (Figura 10), (Rodríguez, 2006).

Tiene una serie de características favorables, evita la acumulación de lluvia, protege al material de vientos fuertes, facilita los labores de volteo, la extracción de lixiviado, controla la invasión de vectores (ratones, aves), evita el acceso al material en descomposición por personal no autorizado y animales, este método puede alcanzar altas temperaturas (Figura 11) (Román, 2013).

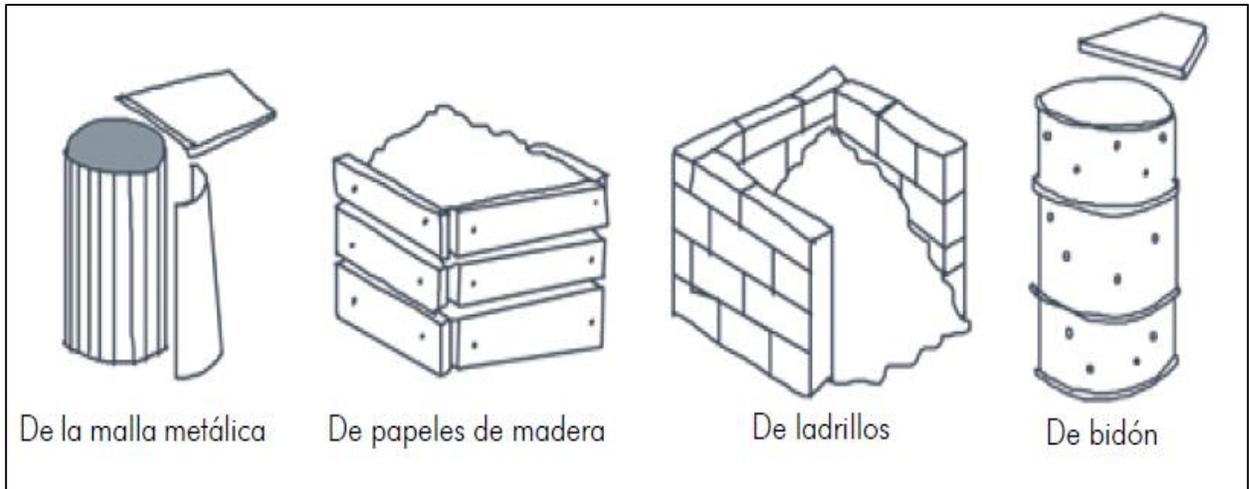


Figura 10. Composta de tipo cerrada: diferentes tipos de recipientes para composta (Rodríguez, 2006).

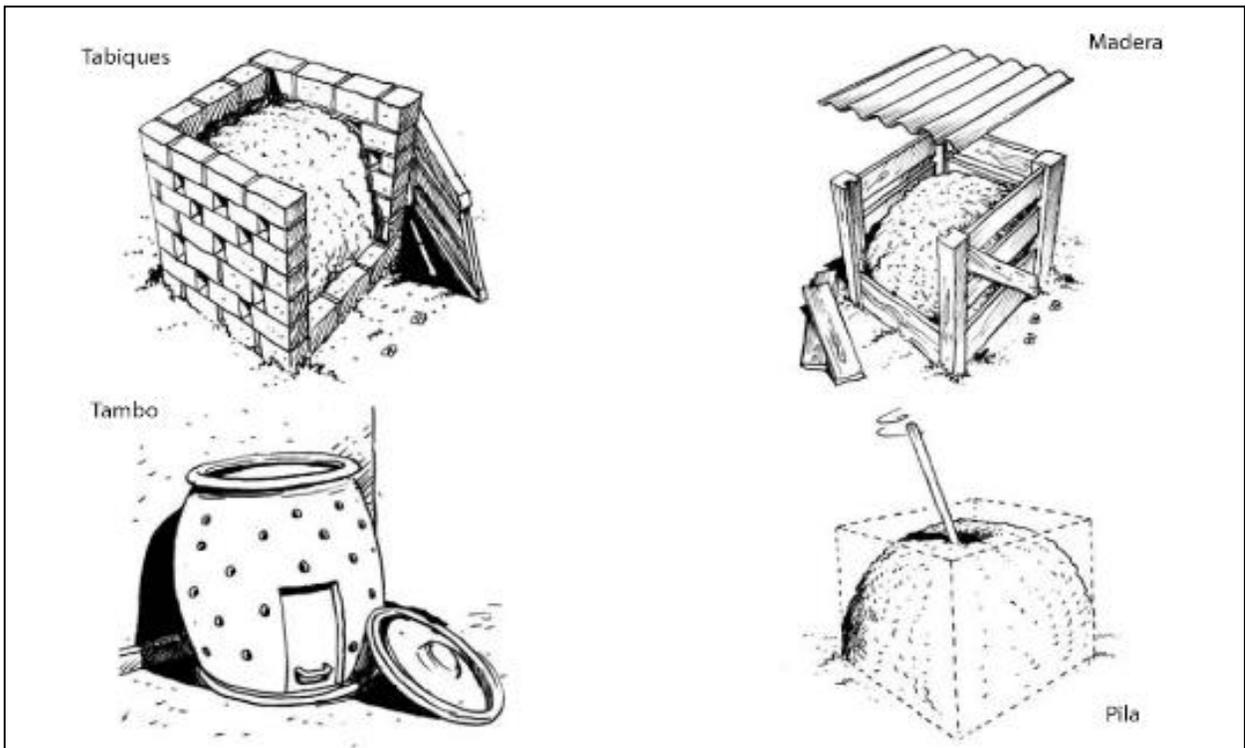


Figura 11. Ejemplos de la técnica del recipiente o de sistema cerrado (Román, 2013).

La pila a partir del volteo es oxigenada periódicamente, el volteo depende del tipo de material, humedad y rapidez con que se pretende realizar el proceso (Álvarez, 2006). En la actualidad las nuevas tendencias se orientan hacia los sistemas de compostaje por volteo forzado mediante volteadoras con control automático. Por

ejemplo una compostadora funciona con reloj temporizador para el mezclado automatizado (Rodríguez, 2006). Los tiempos de fermentación o de estancias en las compostadoras suelen ser de dos a cuatro semanas (Negro, 2000).

2.2.2 La composta de acuerdo a su composición

La clasificación de la composta se pueden encontrar los siguientes tipos de composta; composta de pila avícola, jardín, subproductos agrícolas, desecho de ganado, forestal, desechos urbanos, pulpa de café y agros industriales.

En la pila avícola: utilizan elementos vegetales y animales libres de químicos, plaguicidas o agroquímicos. La composta de Jardín: Incluye restos de cultivos de huertas, flores muertas, tallos, pastos hojarasca. En subproductos agrícolas: contienen residuos de cosecha de prácticamente todo cultivo. La composta de desechos de ganado estiércoles orina deyecciones de todo tipo de animales son excelentes para el compostaje ya que contienen un alto porcentaje de nutrientes. En el caso de la pulpa de café, esta contiene materiales como pulpa de café, rastrojo picado, boñiga fresca de res, ceniza de fogón y tierra. Por último, los desechos urbanos y agroindustriales constituyen la fracción biodegradable de basura, como cartón, papel, residuos finos de comida, fibras naturales y residuos que proceden de la industrialización (Ramírez *et al.*, 2004; Torres SAGARPA, n.d.).

2.2.3 Fases de degradación de la composta

La degradación de la materia orgánica, en el proceso de compostaje, puede dividirse en fases de Latencia, Termófila, Enfriamiento y Maduración (Figura 12), (Castro, 2011).

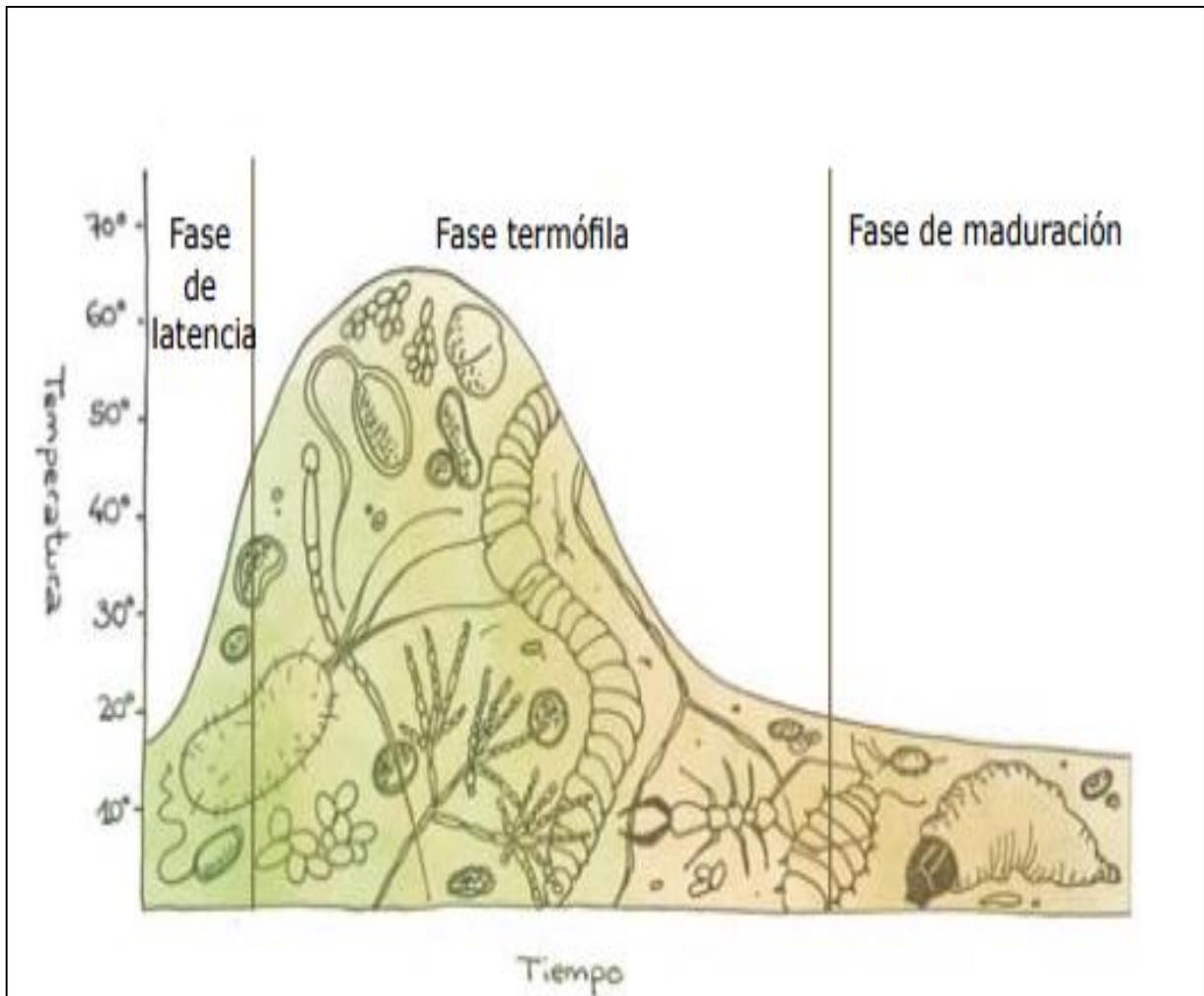


Figura 12. Fases de degradación de la materia orgánica (Castro, 2011).

2.2.3.1 Fase de latencia

Ocurre desde que se coloca los restos hasta que alcanzan una temperatura de 40°C. La pila se va poblando de bacterias que empiezan a descomponer los restos orgánicos (castro, 2011).

2.2.3.2 Fase termófila.

La actividad microbiana comienza a generar calor y la temperatura aumenta hasta llegar a los 60-70 °C según como se va descomponiendo la materia orgánica, disminuye la actividad bacteriana, y con ella la temperatura. (Palmero, 2010). En esta

etapa, los materiales pierden su aspecto original y se observa una gran disminución del volumen, lo que permitirá realizar nuevos aportes a la composta (Castro, 2011).

2.2.3.3 Fase de enfriamiento

Ocurre cuando prácticamente se ha transformado la materia orgánica, la temperatura empieza a descender y nuevamente los microorganismos mesófilos actúan degradando la celulosa y lignina restantes, lo cual dará lugar a las sustancias húmicas. El pH se estabiliza y la demanda de oxígeno se reduce (Roman, 2013).

2.2.3.4 Fase de maduración

Se da cuando el montón alcanza la temperatura ambiente. Los organismos que actúan en esta fase son básicamente invertebrados como cochinillas, lombrices, etc. que se encargan de terminar la descomposición. (Castro, 2011).

2.2.4 Factores fisicoquímicos

En la composta hay diferentes factores que intervienen en su conformación, estos pueden dividirse en físicos y químicos. Dentro de estos factores se toman en cuenta temperatura humedad, pH y composición de la composta (Negro, 2000).

2.2.4.1 Temperatura

Variara según el sistema, los cerrados tienden a temperaturas más altas que los abiertos (Román, 2013). Además, influye la fase de maduración en que se encuentren (Castro, 2011).

2.2.4.2 Humedad

Es una propiedad que describe el contenido de agua presente, se puede expresar en términos de varias magnitudes. Algunas de ellas se miden directamente y otras se calculan a partir de magnitudes o medidas. El contenido en agua del material en compostaje disminuye a lo largo del proceso a causa del calor generado por el propio proceso. La evolución de este parámetro se utiliza como indicador del funcionamiento del proceso. El contenido en agua del material a compostar es muy importante ya que los microorganismos sólo pueden utilizar las moléculas orgánicas si están disueltas en

agua. Además, el agua favorece la migración y colonización microbiana (Barrena, 2006). Aunque durante el proceso se ha de mantener una humedad adecuada para la supervivencia de los microorganismos, al final del proceso se tiene que conseguir que la humedad haya disminuido lo suficiente para que el producto se pueda manejar con facilidad (Martínez, 2007).

2.2.4.3 pH (potencial de Hidrogeno)

Es un parámetro que condiciona la presencia de microorganismos, ya que los valores extremos son perjudiciales para determinados grupos. Para conseguir que al inicio del compostaje la población microbiana sea la más variada posible hay que trabajar a pH cercanos a 7 (Barrena, 2006).

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. La supervivencia de los microorganismos depende de cada grupo el cual tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6.0-7.5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5.5-8.0. El rango ideal es de 5.8 a 7.2. En cada capa de la composta se encuentra un pH diferente, en la composta superficial el pH por lo general se mantiene neutro, por otra parte, la composta baja se presenta pH ácido, por lo que se debe tener en cuenta el lugar en donde se haga la medición de pH (Román, 2013).

2.2.5. Mesofauna de composta

La composta se compone de fauna que puede utilizarse para evaluar la madurez y la calidad de la composta además de estar correlacionados con el funcionamiento del ecosistema, estos organismos responden a prácticas de manejo (Steel y Bert, 2011).

En una pila se tiene una interacción entre microorganismos y macro organismos que efectúan su trabajo sobre los residuos compostables. (Cardemil *et al.*, 1990) Presenta hasta al final de su proceso de descomposición, una enorme población de microorganismos y también algunos macroorganismos. Acelera la tasa de

descomposición al aumentar el área superficial por unidad de volumen de los residuos. Sin embargo, el proceso de compostaje está principalmente gobernado por la acción de los microorganismos (Bohórquez, A. 2013).

La mesofauna es una categoría zoológica cuyos componentes pasan toda su vida en el suelo y muchos de estos grupos son bioindicadores de la estabilidad y fertilidad del suelo (González *et al.*, 2014). ácaros (*Acari*), colémbolos (*Collembola*), sínfilos (*Symphyla*), proturos (*Protura*), dipluros (*Diplura*), paurópodos (*Pauropoda*), tisanópteros (*Thysanoptera*), socópteros (*Psocoptera*), enquitreidos (*Enchytraeidae*) y polixénidos (*Polixenida*) de 0.2-2.0 mm de diámetro (Socarrás, 2013) Sin embargo, la información disponible sobre la mesofauna en composta es limitada y principalmente sólo presente en la literatura "gris" o trabajos no científicos (Steel y Bert, 2011); los reportes encontrados incluyen Isopoda, Myriapoda, Acari, Collembola, Oligochaeta, Tardigrada, Hexapoda y Nematoda

Los mesoinvertebrados del suelo se incluyen cada vez con mayor frecuencia en monitoreo y evaluaciones ambientales, como indicadores confiables de cambio ecológico debido a su abundancia, diversidad, facilidad de recolección, respuesta rápida a perturbaciones del medio ambiente y a su papel funcional (Marín, 2015).

2.3. Ecología de poblaciones

Una población se define como un conjunto de individuos de una especie que habita un área determinada (Álvarez, 2016). La población tiene una serie de atributos que las definen: natalidad, mortalidad, proporción de sexos, abundancia, distribución, densidad, estructura de edades (López, 2004).

2.3.1 Proporción de sexos

Podemos definir el agrupamiento de los miembros de la población, en las diferentes clases de edades, como la proporción de machos y hembras dentro de la población. Se estima como $(N^{\circ} \text{ de machos} / N^{\circ} \text{ de hembras}) \times 100$ (Aquino, 2006).

Las dificultades para determinar la proporción de sexo pueden ser dadas por hermafroditismo, similitud morfológica entre machos y hembras, disimilitud machos y hembras (pueden ser tan distintos que si no se conoce bien la especie pueden tomarse como pertenecientes a especies distintas), diferencias de comportamiento que hacen que los recuentos en base a capturas no reflejen la realidad, inversión espontánea del sexo a determinada edad o bajo influencias de circunstancias ambientales (Aquino, 2006).

2.3.2 Caracteres estructurales de una población

Entre los caracteres estructurales de una población se encuentran; abundancia, densidad y estructura de edades. La abundancia es el número absoluto de individuos, la densidad se refiere al número de individuos sobre unidad de espacio superficie o volumen. Cuando por alguna característica del organismo no resulta posible trabajar con números, se utiliza la biomasa por unidad de espacio como una medida adecuada de la densidad. La biomasa total resulta de multiplicar el peso individual por el número de individuos (Morláns, 2004). La estructura de edades es la proporción de individuos de diferentes edades que se encuentran en la población, el conocimiento de la estructura de edades permite predecir cambios futuros en el tamaño de la población (Pillado, 2008).

2.3.3 Dinámica de poblaciones

La ecología de poblaciones también llamada demoecología o ecología es una rama de la demografía que estudia las poblaciones formadas por los organismos de una misma especie desde el punto de vista de su tamaño, estructura y dinámica (Vovides *et al.*, 2009).

La dinámica de poblaciones estudia cómo varía el número de sus componentes a lo largo del tiempo y los factores que influyen en dicho número. Hay cuatro parámetros que afectan al tamaño de las poblaciones: 1. Natalidad (N), 2. Mortalidad (M), 3. Emigración (E), 4. Inmigración (I) (Aquino, 2006).

Las especies se comportan de diferente manera en el ajuste de sus poblaciones a la capacidad de carga del ecosistema debido a una serie de características intrínsecas. En general se pueden considerar dos comportamientos extremos las especies r estrategias y las especies k estrategias (Martínez, 2016).

Las especies r estrategias son especies con un potencial biótico muy alto, con tasa de natalidad muy elevada. Son individuos de pequeño tamaño, de organización y estructura sencilla, con poca capacidad competidora (Martínez, 2016). Las especies K estrategias son especies con potencial biótico bajo, con una tasa de natalidad baja. Son individuos grandes, de organización y estructura compleja, con gran capacidad competidora (Martínez, 2016).

La proporción de sexos, así como una indicación de la capacidad reproductiva y la probabilidad de la continuación de una especie, permite conocer la tendencia de las poblaciones (Remis, 2011). Las relaciones intraespecíficas son las que se producen entre dos o más individuos de la misma especie. La relación intraespecífica que más determina el tamaño de una población es la competencia intraespecífica, actúa, sobre todo, en la competencia por el alimento, territorio, suele producir reducciones en el crecimiento, en la tasa de natalidad, mayores tasas de mortalidad, y, en ocasiones, puede inducir una emigración de un grupo de individuos (Martínez, 2016).

2.4 Muestreo

Es el proceso de seleccionar un conjunto de individuos de una población con el fin de estudiarlos y poder caracterizar el total de la población. (Scheaffer *et al.*, 2006) Los invertebrados tienen la virtud de ser pequeños y de explotar generalmente una pequeña área (microhábitats), ocupando diferentes microhábitats durante los distintos estados del ciclo de vida (Karyanto *et al.*, 2012). El muestreo de invertebrados ocupa

diversos tipos de trampas que permiten obtener índices de abundancia, por ejemplo las trampas de agua y las trampas de intersección. El muestreo por succión se utiliza en invertebrados que viven en vegetación baja menor a 15 cm, se realiza succionando mecánicamente los individuos de un área de vegetación conocida, los cuales son depositados dentro de una bolsa (Telleria *et al.*,2012). Para los invertebrados habitantes de la mesofauna, se realizan muestreos de suelo; implica tomar muestras de volumen conocido, la cantidad de individuos extraídos (gusanos, larvas de escarabajos, colémbolos, lombrices, etc.) dependerá del tipo de suelo (Karyanto *et al.*, 2012).

2.4.1 Muestreo estratificado simple

Se emplea en aquellos casos en que se dispone de poca información previa acerca de las características de la población a medirse. El muestreo aleatorio estratificado emplea y separa en subgrupos o estratos que tienen cierta homogeneidad, dentro cada subgrupo se debe hacer un muestreo aleatorio simple (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Este procedimiento se emplea cuando el ambiente a muestrear es heterogéneo y la probabilidad de encontrar individuos es diferente en las distintas partes del hábitat (Martella *et al*, 2012).

III. ANTECEDENTES

3.1 Estudios en especies de anfípodos marinos

En anfípodos existe escasa información, la mayoría de los estudios se refieren a especies marinas, seguidos por los ecosistemas de agua dulce y terrestre. Existen estudios muy antiguos como el trabajo de Stebbing (1884), quien realizó colectas durante los viajes de Willem Barentsz en mares árticos mismos que fueron descritos por el carcinólogo Hoek relatando que encontraron una gran variedad de anfípodos, la mayoría del suborden Senticaudata.

Encontramos estudios recientes como el de Mazé (2015), hace referencia a la morfología presente en estos animales describiendo las partes del organismo, así como su distribución, las especies que se encuentran, formas en que se presentan, especies que se encuentran en riesgo y especies invasoras. Estudios similares a este último es el trabajo de Jazsdewski y Konopacka (2007), hablan sobre crustáceos invasores en aguas de Polonia.

Otros trabajos relatan la importancia de los anfípodos en la dieta de especies de interés acuícola del litoral, por ejemplo, el realizado por Prada *et al.* (2015) mencionan la importancia, a un nivel nutricional, para los peces que son cultivados y de interés acuícola; realizaron estudios sobre la alimentación de 10 especies que se encontraban en peces y cefalópodos.

Raja *et al.* (2013) en India, encontraron anfípodos en sedimentos continentales que identificaron, cuantificaron y obtuvieron datos de la especie que se encuentra de menor a mayor profundidad.

Otro estudio realizado por Satheeshkumar (2011), habla de anfípodos intersticiales encontrados en manglares de Pondicherry en el sureste de la costa de India; encontraron siete especies de anfípodos, fueron identificados y descritos realizando una pequeña diagnosis describiendo ojos, antenas, color, distribución hábitat y familia de cada uno de los anfípodos encontrados.

García *et al.*, (2012) trabajaron con anfípodos hiperideos del Parque Nacional de la Isla de Cocos en Costa Rica del Pacífico tropical oriental donde recogieron con remolques verticales y horizontales con una red de plancton con mallas de 200 a 500 micras, encontraron con mayor cantidad las especies *Lestrignus shoemakeri* L. *bengalensis*, *Hyperiodes sibaginis* y *Phronimopsis spinifera*.

3.2 Estudios en anfípodos de agua dulce y terrestre

En anfípodos de agua dulce se encuentran el de Bradbury y Jazdzewski (2008) que describe la diversidad global de anfípodos en agua dulce. Escalante *et al.*, (2012) estudiaron patrones de distribución de especies sudamericanas de anfípodos Hyalellidae mediante una aproximación pambiogeográfica.

Linderman (1989), incluyó 2 claves, para la identificación de anfípodos terrestres. Para la costa de América Central presenta especies como, *Cerrorchestia hyloraina*, *Tethorchestia Bousfield*, *Chelorchestia Bousfield*, 1984, *Chelorchestia* gen., *Talitroides Bonnier*, 1898, *Caribitroides Bousfield*, 1984, *Mexitroides* n. gen. y la clave especies de anfípodos terrestres (hojarasca forestal) en México y América Central incluye especies como *Cerrorchestia hyloraina* n.sp, *Talitroides topitotum*(Burt), *Caribitroides tuxtliensis* sp, *Caribitroides newtoni* n.sp, *Mexitroides pecki* sp, *Caribitroides chiapensis* n sp. El estudio consistió en introducir los anfípodos en agua dulce y salada. Otra aportación la realizaron Alfaro y Umaña (2013) quienes obtuvieron el primer registro e histología básica de un anfípodo terrestre *Talitroides topitotum* una especie introducida en las zonas montañosas de Costa Rica predominaron juveniles y hembras adultas, se describen las estructuras histológicas principales como corazón, intestino, hepatopáncreas, cordón nervioso, branquias y oosteguito.

IV OBJETIVOS

General:

Describir la estructura poblacional de anfípodos de composta para jardín de la región de Comitán de Domínguez Chiapas.

Específicos

Identificar la especie de anfípodo de la composta de Comitán.

Describir la estructura de tallas de la población de anfípodos de la composta.

Establecer la proporción de sexos en la población de anfípodos.

Describir la variación estacional de la población de anfípodos

Determinar la relación que existe entre la población de anfípodos y los parámetros ambientales (temperatura, humedad y pH).

V. MARCO DE REFERENCIA

Las muestras de anfípodos se obtuvieron de un jardín tipo de la ciudad de Comitán de Domínguez, Chiapas, esta ciudad es cabecera municipal y se localiza en los límites del Altiplano Central y la Depresión Central de Chiapas (Figura 13), su relieve es semiplano con algunas elevaciones sobresalientes en el norte y en el sur, sus coordenadas geográficas son 16°15'N y 92° 08' W, su altitud es 1600 msnm. Limita al norte con los municipios de Amatenango del Valle y Chanal, al este con Las Margaritas y La Independencia, al sur La Trinitaria y Tzimol al oeste con Socoltenango y Villalás Rosas (Villavicencio, 2003).

5.1. Clima

Predomina el clima templado subhúmedo con lluvias en verano, siendo ligeramente más cálido hacia la Depresión Central, en la cabecera municipal la temperatura media anual es de 18°C con una precipitación pluvial de 1020 milímetros anuales (Villavicencio, 2003).

5.2. Flora y fauna

La vegetación dominante en el municipio corresponde a Pino-Encino (CONABIO, 2013) las especies más comunes de pinos son *Pinus montezumae*, *Pinus oocarpa*, *Pinus ayacahuite* y de encino *Quercus crispipilis*, *Quercus crassifolia*, *Quercus candicans*, etc. Como subregión dentro del municipio puede ser considerada la zona de Comitán con especies como el palo blanco (*Ilex discolor*), palo granizo (*Harpalyce macrobotrya*), frijolillo (*Gliricidia guatemalensis*), encino (*Quercus sebifera*) pipal (*Erythrina chiapasana*), ciprés de Comitán (*Juniperus comitana*), etc (Miranda, 2015) La fauna del municipio la integran una gran variedad de especies destacan boa, falsa nauyaca, corre caminos, iguana de roca, iguana de ribera, chachalaca, gavián coliblanco, culebra ocoatera y gavián golondrino (Juárez, 2010).

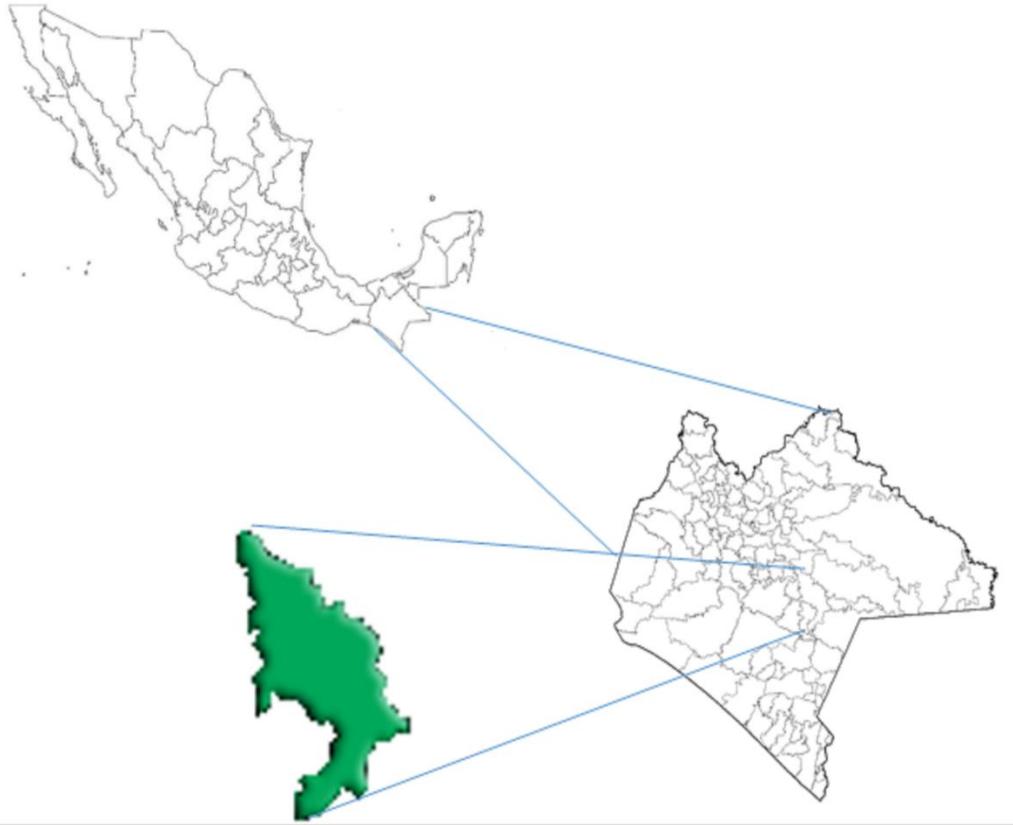


Figura 13. Macro localización del área de estudio Comitán de Domínguez Chiapas México.

5.3. Geología, Edafología y Uso de Suelo.

El municipio está constituido geológicamente por terrenos del Cretácico superior e inferior, los tipos de suelo que predominan son; lioso, vertisol, litosol y acrisol. Los principales usos son agricultura y silvícola, correspondiendo la mitad de la superficie a terrenos ejidales y el resto se divide en proporciones iguales entre privadas y terrenos nacionales (Villavicencio, 2003).

VI.MÉTODO

La obtención de datos se realizó en dos etapas: campo y laboratorio.

6.1. Etapa de campo

6.1.1. Muestreo

Se seleccionó una composta de jardín, tipo sistema abierto, con antigüedad de 5 años. Se realizaron muestreos mensuales, entre abril del 2017 y abril del 2018, abarcando las dos épocas del año. Todos los muestreos se realizaron a las 12:00 horas.

6.1.1.1 Muestreo de composta

Para la toma de la muestra se aplicaron sondeos manuales y un nucleador (recipiente de plástico de 500 ml) para obtener una misma cantidad en cada muestreo. Se tomó una muestra de la capa alta, media y baja de la composta. En la capa alta, se tomó una muestra retirando cuidadosamente la capa alta de la composta, con el nucleador, se retiró el resto de la composta del primer estrato hasta llegar a la capa media diferenciándolo por la presencia de hongos de color blanco, con otro nucleador se tomó una muestra de esta capa; de la misma manera se tomó la muestra de la capa baja de la composta caracterizándose por un color café.

6.1.1.2. Parámetros físicos y químicos

Se midieron temperatura, humedad y pH en la composta en las tres capas.

6.1.1.2.1 Temperatura

Para la medición temperatura ambiental se utilizó un termómetro de mercurio se expuso fuera de la composta para observar la temperatura resultante y anotar el valor de la medición arrojada.

Se localizaron cada uno de las capas alta, media y baja, introduciendo el bulbo del termómetro en cada uno de las capas de la composta anotando el resultado.

6.1.1.2.2 Humedad

Con la ayuda de un higrómetro se obtuvo el porcentaje de humedad en cuatro diferentes sitios; ambiental y tres capas de la composta. El higrómetro consta de dos partes pantalla donde se leyeron los valores obtenidos, y sonda que registró la humedad. La sonda se dejó expuesta un periodo de un minuto para obtener el porcentaje de humedad anotando el resultado. Para las capas de la composta se localizó cada uno de ellas y se dejó la sonda en contacto con el sustrato correspondiente a cada capa.

6.1.1.2.3 pH

Se tomó una muestra de las capas de diez gramos de composta madura, se colocó en un vaso de precipitados de 50 ml después se agregó 25 ml de agua destilada se agitó durante un periodo de 25 minutos (Castrillo, 2005) pasado el tiempo, con un potenciómetro se registró el pH.

6.1.1.3. Obtención de los organismos

Para obtener los organismos alojados en la muestra, el contenido del nucleador se depositó en una malla mosquitera separando cuidadosamente del sustrato las piezas de mayor tamaño como hojas, ramas pequeñas y piedras. El sobrante se colocó en una superficie de contraste color blanco, para que se observaran con mayor facilidad, realizando una selección manual de anfípodos encontrados. Se colocaron en un recipiente de plástico y se fijaron con alcohol etílico en una concentración del 70%.

6.2. Etapa Laboratorio

6.2.1. Conteo de los ejemplares encontrados

Consistió en tomar a cada organismo de las muestras realizadas en campo y depositarlo en tubos eppendorf de 50 microlitros, se etiquetaron y contabilizaron.

6.2.2. Medición de longitud total

Con un vernier electrónico, se midió de la comisura de los ojos en el céfalon hasta la punta del telson en la parte terminal del pleon anotando la medida correspondiente, los ejemplares se llevaron nuevamente a los contenedores de cada muestra. Este procedimiento se utilizó para cada uno de los ejemplares obtenidos.

6.2.3. Peso

Los organismos fueron pesados en una balanza analítica, colocando al organismo en un vidrio de reloj (previamente pesado en la misma balanza analítica) la diferencia dio el peso del organismo. El organismo pesado se depositó nuevamente en su recipiente, dicho procedimiento se realizó para cada uno de los ejemplares.

6.2.4. Identificación de sexo

Para las hembras se observaron las estructuras especializadas llamadas oostegitos, que se presentaron en los pereopodos 2 al 5.

Para obtener dicha estructura se tomó al organismo del tubo de eppendorf depositándolo en una caja de Petri, con un microscopio estereoscópico y agujas de disección se realizaron cortes y se extrajo la parte seleccionada. La muestra obtenida se observó en un microscopio compuesto utilizando objetivos de 10x y 40x, en machos no se presentan oostegitos.

6.2.5. Identificación de la especie

La identificación del organismo se realizó utilizando la clave de Linderman (1989), para lo cual fue necesario extraer de los organismos, auxiliándose con un microscopio estereoscopio, antenas, anténulas, apéndices, urosoma y oostegitos. Posteriormente se realizó la observación directa de las estructuras con un microscopio compuesto.

6.2.6. Análisis de datos

Para determinar la fluctuación poblacional de la especie se contabilizó el número de individuos colectados por fecha de colecta, con estos datos se elaboraron gráficas de fluctuación condensados mensualmente durante un año de muestreo.

Para establecer el grado de asociación entre la fluctuación de la abundancia de la poblacional de anfípodos y la temperatura, la humedad y el pH, se realizó un análisis de correlación.

Para el análisis de la frecuencia de tallas, primero se determinó el número de intervalos de tallas, aplicando el método de Herbert Sturges $K=1+3.3 \log (n)$. Para la amplitud del intervalo se utilizó la fórmula $C=R/K$ donde C es la amplitud R el rango y K número de intervalos (González, 2018).

VII. RESULTADOS

Únicamente se capturaron organismos del mes de junio de 2017 al mes de enero de 2018, en los otros meses no se presentaron los anfípodos. Se colectaron un total de 140 organismos únicamente en la capa baja de la composta.

Para la composta estudiada, en la estación de seca, el riego fue de dos veces por semana, en la época de lluvias el riego se suspendió. Las partículas más grandes se encontraron en la capa alta, de un color que vario de verde a café, (Figura 14). La capa media mantuvo la presencia de hongos de color blanco y tonalidades amarillas (Figura 15) La capa baja presentó restos de materia orgánica de color negro (Figura 16).



Figura 14. Capa alta aportación de la materia orgánica.



Figura 15. Capa media presencia de hongo blanco.

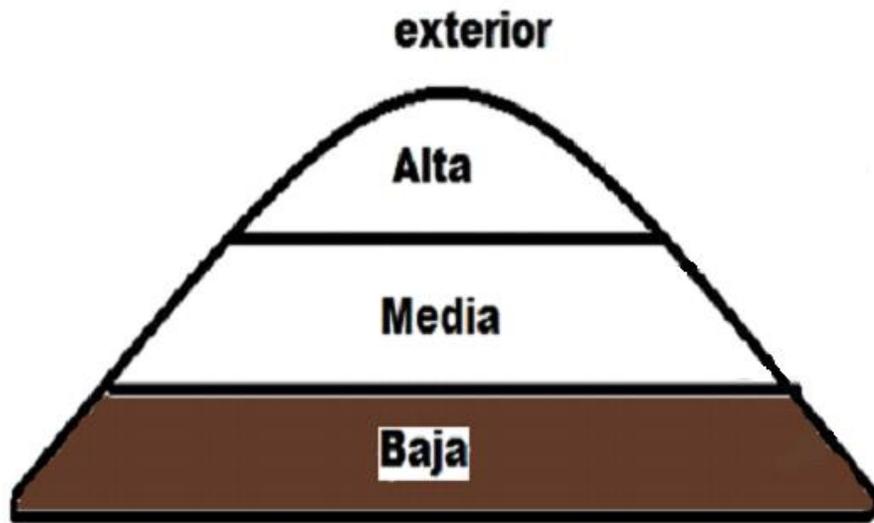


Figura 16. Capa baja etapa final de proceso de descomposición de color negro.

7.1. Identificación de especie

Los individuos son de una sola especie (Figura 17), la cual corresponde a *Caribitroides chiapensis* (Linderman, 1989).

Taxonómicamente esta especie se clasifica de la siguiente manera (Consejo Editorial de WoRMS, 2018).

REINO: Animalia

PHYLUM: Artrópoda

SUBPHYLUM: Crustacea

SUPERCLASE: Multicrustacea

CLASE: Malacostraca

SUBCLASE: Eumalacostraca

SUPERORDEN: Peracarida

ORDEN: Amphipoda

SUBORDEN: Senticaudata

INFRAORDEN: Talitrida

PARVORDEN: Talitridira

SUPERFAMILIA: Talitroidea

FAMILIA: Talitridae

GÉNERO: *Caribitroides*

SUBGÉNERO: *Caribitroides (Mexitroides)*

ESPECIE: *Caribitroides (Mexitroides) chiapensis* Linderman 1989.



Figura 17. Anfípodo terrestre *Caribitroides Mexitroides chiapensis*.

7.2. Proporción de sexos

De los 140 ejemplares recolectados 103 fueron hembras que representan 74 %, 20 machos 14% y 17 indeterminados 12% (Figura 18), significó que por cada macho se encontraron aproximadamente cinco hembras. Los meses de junio y diciembre fueron en los que se encontró menor número de organismos, solamente ocho, y en diciembre el total de organismos fueron hembras. Por el contrario, el mes de octubre 2017 presentó mayor número de organismos 32 ejemplares; 29 hembras, 1 macho y 2 indeterminadas además hembras ovadas (Figura 20).

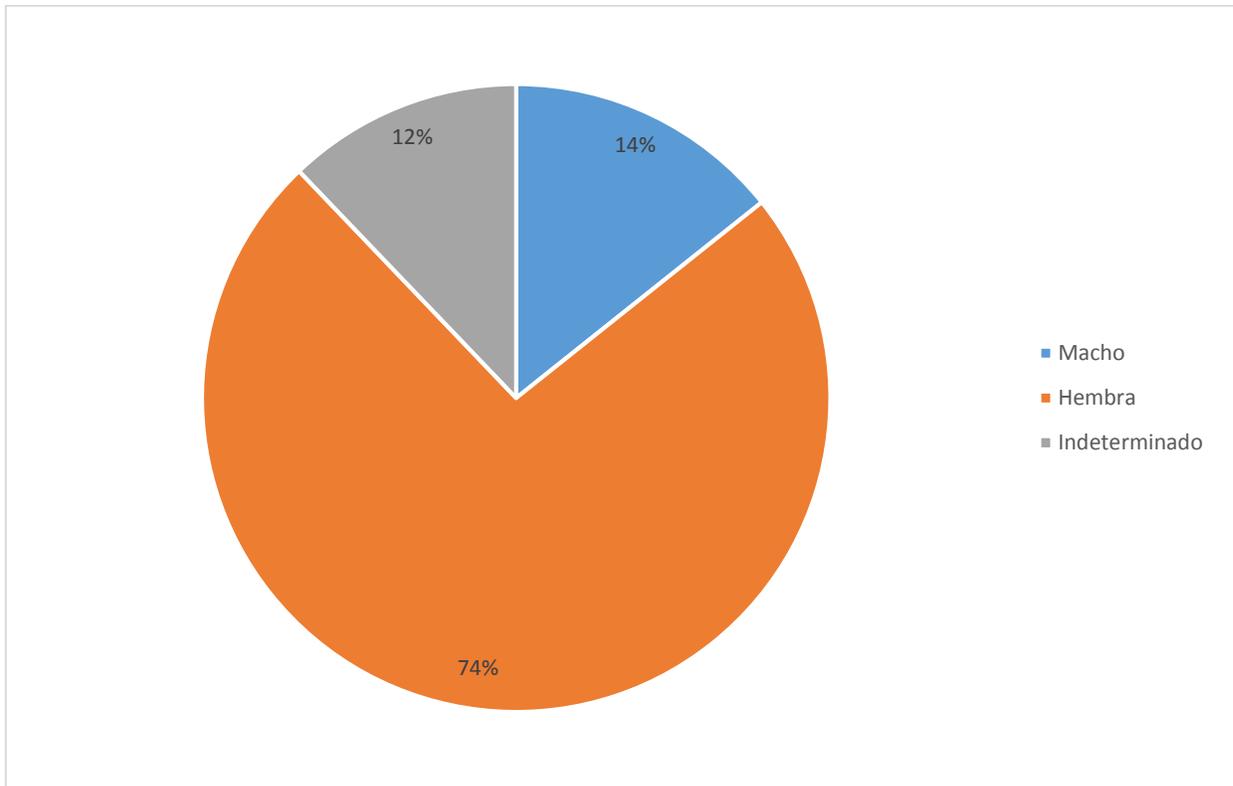


Figura 18. Proporción de sexos de anfípodos entre los meses de junio 2017-enero2018.

7.3 Variación estacional de población de anfípodos

En el ciclo anual de muestreo de anfípodos en composta, de febrero a mayo no se registraron organismos, estos meses pertenecen a la temporada de estío. Mientras que los meses de junio a diciembre presentaron organismos siendo, el mes más abundante octubre con 32 organismos; la mayor parte de estos meses están dentro de la temporada de lluvia.

7.4 Frecuencia de tallas

Las longitudes de los organismos encontrados variaron entre 6.08 mm talla máxima en el mes de septiembre del año 2017 y 1.29 talla mínima colectada en el mismo mes (Cuadro 1). El promedio de tallas fue 3.77mm.

Cuadro 1. Tallas de anfípodos en mm encontrados entre los meses junio 2017- enero 2018.

Mes	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Total
Número de organismos	8	31	17	26	32	13	6	7	140
Longitud promedio	3.83	4.04	3.82	4.07	3.34	3.50	4.56	3.05	3.77
Longitud máxima	4.47	5.03	5.01	6.08	3.96	4.53	5.07	5.29	6.08
Longitud mínima	3.56	2.58	2.34	1.29	1.88	1.87	3.21	1.87	1.29

El mayor número de individuos se encontró en el intervalo de longitud 3.07 -3.66 mm, contabilizando un total de 55 organismos, siguieron los anfípodos entre longitudes 3.67- 4.25 mm con un total de 31 organismos. El intervalo de longitudes con menor frecuencia fue de 5.44 - 6.08 mm con 2 organismos (Figura 19).

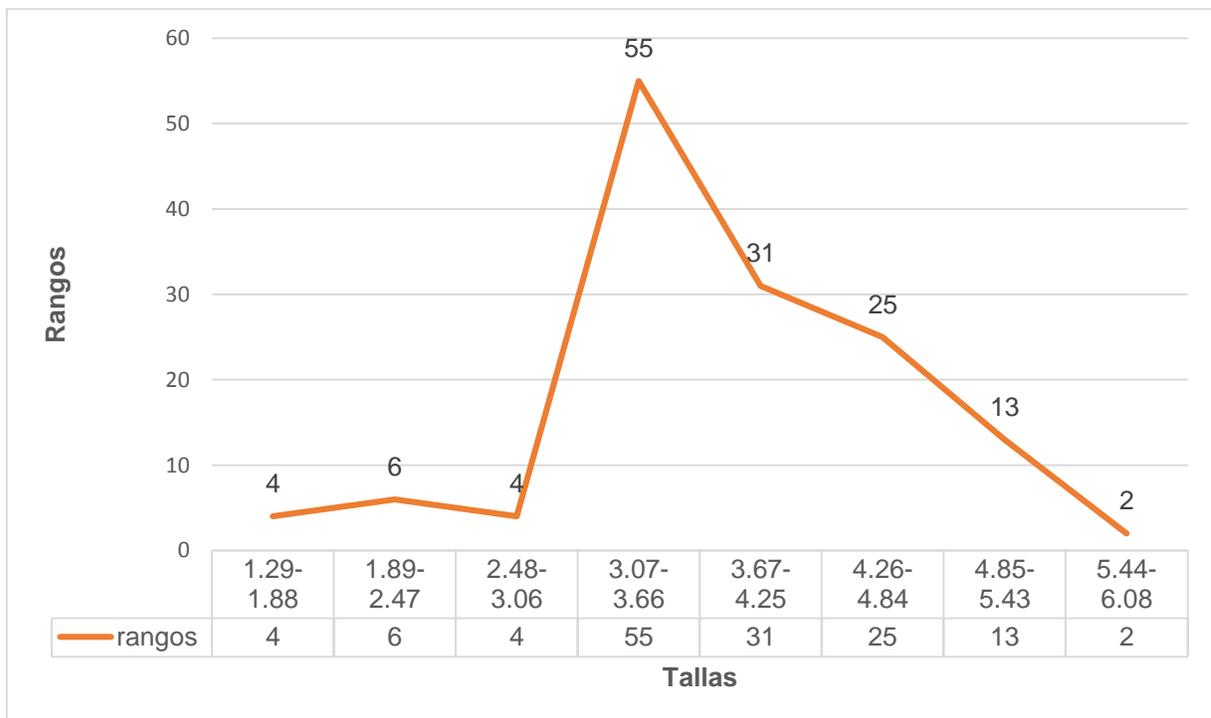


Figura 19. Frecuencia de tallas de anfípodos de composta para jardín en Comitán Chiapas. Periodo junio 2017 enero 2018.

Durante el ciclo anual del estudio, encontramos que las menores frecuencias de tallas se presentaron en intervalos de tallas de los extremos (Cuadro 2); anfípodos de intervalo 5.4-6.3 mm, con 2 organismos, de 1.29 a 1.88 mm, 5 organismos y el intervalo con mayor número de anfípodos encontrados fue 3.07-3.66 mm con 54 organismos.

Cuadro 2. Porcentaje de hembras, machos e indeterminados en meses junio 2017 a enero 2018.

Moda	Hembra	Macho	Indeterminado	% Hembra	% Macho	%Indeterminado
1.29-1.88	1	0	4	-1%	0%	-16%
1.89-2.47	2	0	3	-2%	0%	-21%
2.48-3.06	2	2	1	-2%	2%	-11%
3.07-3.66	47	4	3	-38%	3%	-21%
3.67-4.25	23	5	3	-19%	4%	-16%
4.26-4.84	15	7	3	-12%	6%	-16%
4.85-5.43	11	2	0	-9%	2%	0%
5.44-6.03	2	0	0	-2%	0%	0%
total	103	20	17	-84%	16%	-100%



Figura 20. Oosteguito con huevecillos.

De acuerdo a la pirámide de población presenta una base estrecha, que se encontró en el ciclo anual, la población presenta un mayor número de individuos en todos los intervalos, aunque el mayor número está en los intervalos intermedios; los datos se presentan en la Figura 21, la cual representa un gráfico piramidal de la distribución de tallas.

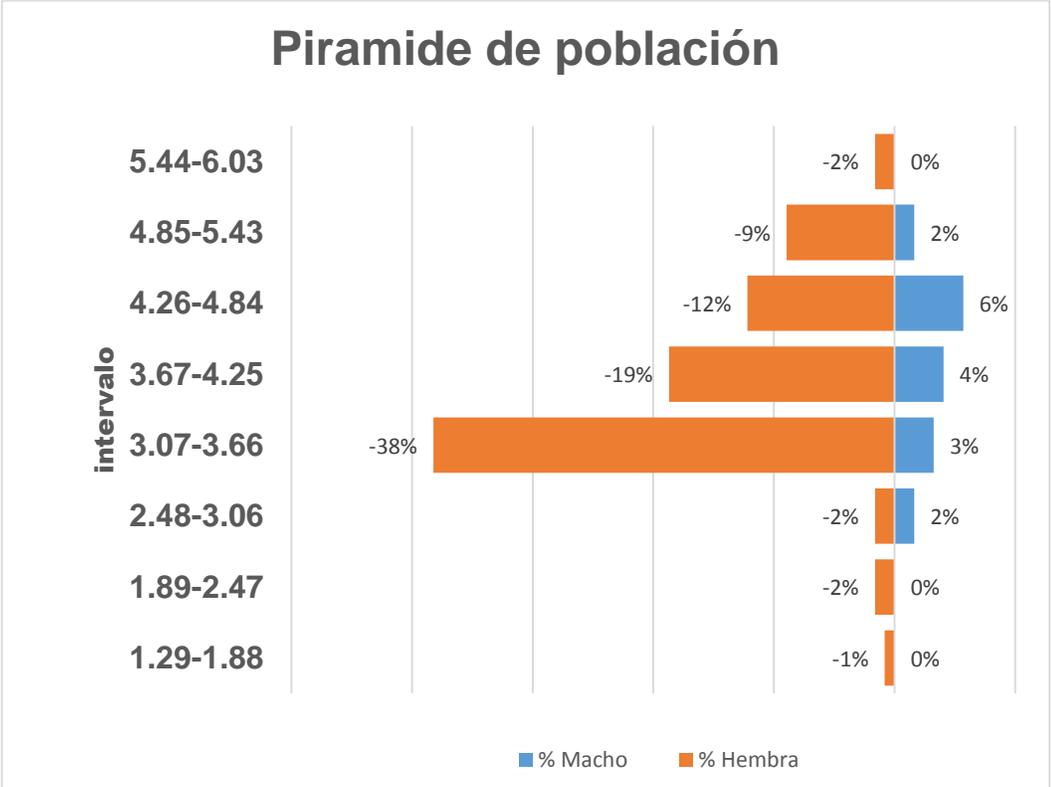


Figura 21. Pirámide de población hembras y machos durante un ciclo anual. Nota anfípodos indeterminados no incluidos.

7.5 Parámetros ambientales

7.5.1 Temperatura

En el ciclo de muestreo la temperatura ambiental varió de 16°C a 36°C (Cuadro 3, Figura 22). La temperatura máxima ambiental se presentó en el mes de febrero del año 2018 con 36°C y una mínima ambiental de 16°C. La temperatura máxima en composta se presentó en febrero con 35°C del mismo año y una mínima de 13°C que correspondió al mes de diciembre del año 2017. Las temperaturas máximas en cada capa fueron 35°C alta, 33°C media y 30°C baja y las mínimas en cada capa fueron 16°C alta ,15°C media y 13°C baja.

Cuadro 3. Temperatura mensual registrada en las capas de composta alta, media, baja y ambiental en meses junio 2017 a enero 2018.

Capa	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Alta	29	31	25	24	31	30	25	23	16	20	35	33	28
Media	26	28	23	22	33	27	24	22	15	18	33	30	29
Baja	23	24	22	21	27	24	22	19	13	15	30	27	26
Ambiental	31	30	24	23	30	29	27	24	16	19	36	35	29

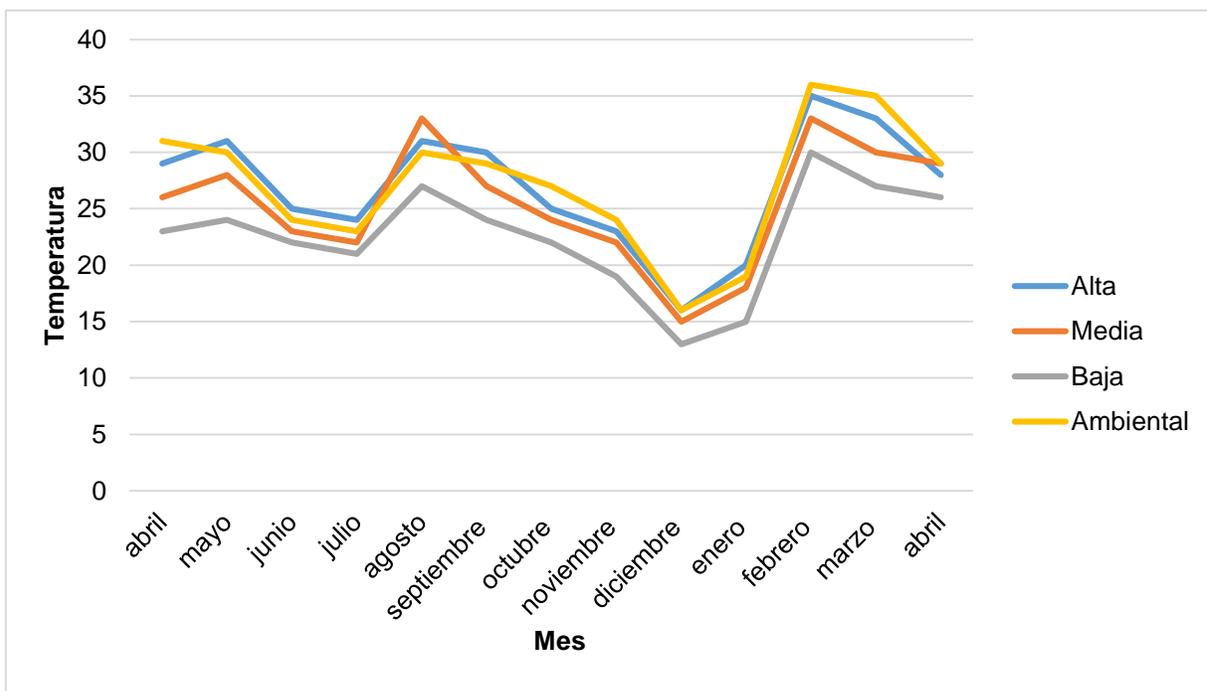


Figura 22. Seguimiento de la temperatura en las tres capas de la composta (alta, media, baja) y ambiental entre los meses Abril 2017-Abril 2018.

A medida que se va descendiendo en las capas de la composta se denota que la temperatura disminuye, siendo la capa baja la de menor temperatura y la capa alta la que presenta los valores más elevados (Figura 23).

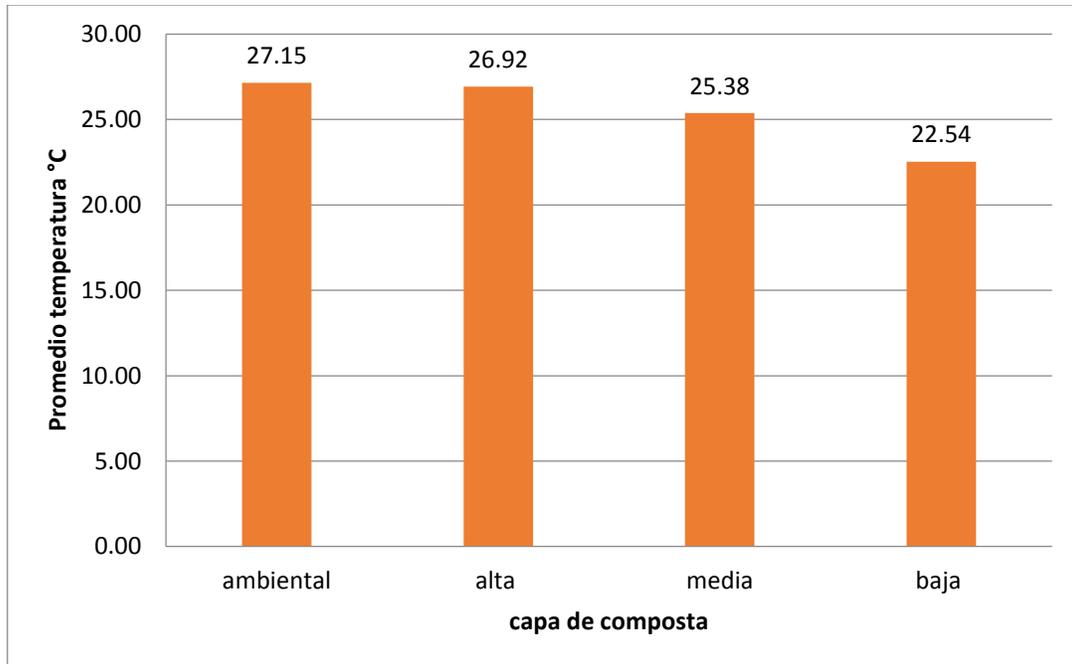


Figura 23. Promedio de un ciclo anual de temperatura en los diferentes capas de la composta.

Los anfípodos se presentaron únicamente en la capa baja de la composta, en un intervalo de temperaturas de 13 a 27°C. Sin embargo, no se aprecia correlación fuerte entre el número de individuos y la temperatura, 0.5269 (Figura 24.).

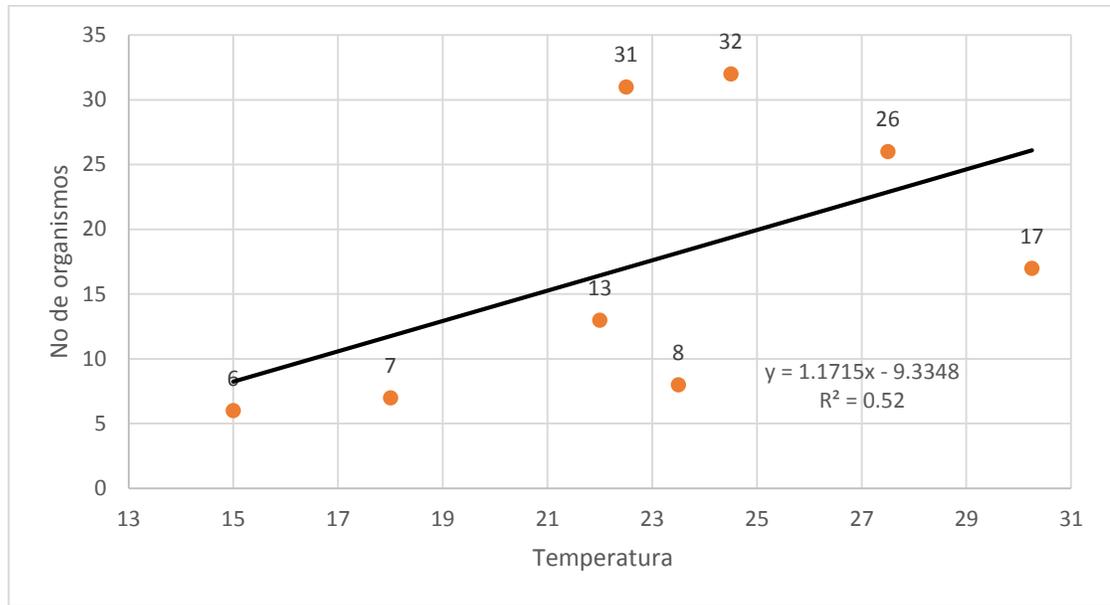


Figura 24. Correlación entre temperatura y número de anfípodos.

7.5.2 Humedad

Los valores de humedad registrados, a lo largo del ciclo de estudio, fueron diferentes tanto en el ambiente como en las capas (Cuadro 4). La humedad ambiental y la capa alta presentaron pocas diferencias, con valores máximos ambientales de 79% en el mes de octubre del año 2017 y mínimo de 30% en febrero del año 2018, en la capa alta un máximo de 82% en septiembre del año 2017 y un mínimo de 30% en abril 2018. Por otra parte la humedad presente en la capa media tuvo un valor máximo de 92% en el mes de julio del año 2017 y mínimo 63% en febrero 2018, mientras que la capa baja el valor máximo 100% se registró en los meses agosto, septiembre, octubre y noviembre de 2017 y enero del 2018, mientras que el mínimo 74% en mayo 2017.

La tendencia en la variación de la humedad a lo largo del ciclo fue similar en todos los casos, con una propensión a presentar los valores altos en los meses de lluvia y los valores bajos en la época de estío (Figura 25). En la capa baja de la composta una vez que comienza la época de lluvia, la humedad se mantuvo en niveles arriba de 94%.

Cuadro 4. Humedad mensual registrada en las capas de composta alta, media, baja y ambiental en meses junio 2017 a enero 2018.

	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Alta	52	49	73	79	72	70	82	74	62	55	32	42	30
Media	68	66	81	92	84	82	87	85	79	69	63	64	67
Baja	78	74	94	99	100	100	100	100	99	100	99	97	91
Ambiental	52	49	72	72	74	70	79	75	62	57	30	41	32

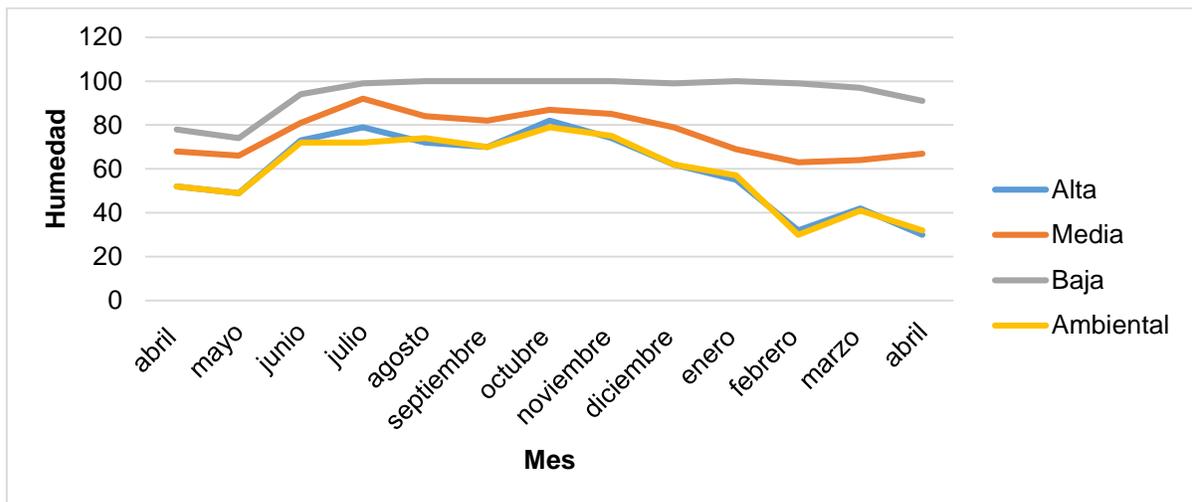


Figura 25. Seguimiento de la humedad durante un ciclo anual abril 2017- abril 2018.

El promedio de humedad encontrado fue mayor del 50 % en todas las capas, siendo el más bajo el ambiental con 58.8% y más alto en la capa baja con un 94.7% (Figura 26). Los organismos se presentaron únicamente en la capa baja con una humedad de 94% a 100%, la correlación entre la humedad y el número de organismos fue 0.76 (Figura 27).

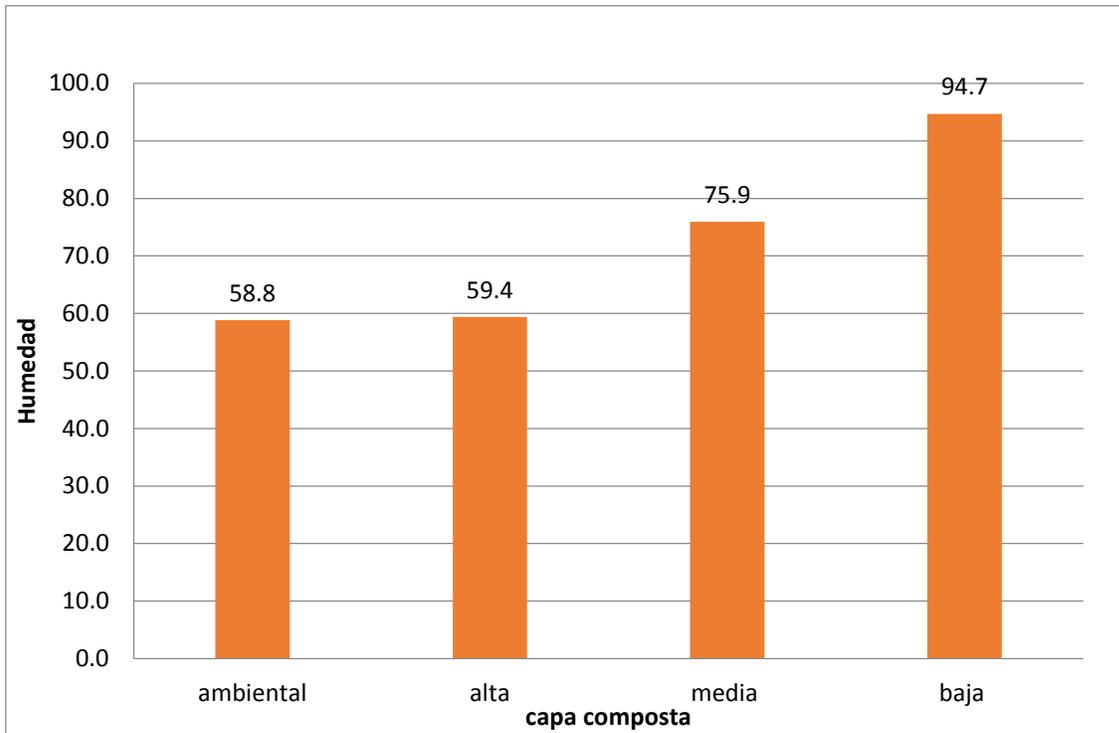


Figura 26. Promedio de un ciclo anual de humedad en las diferentes capas de la composta.

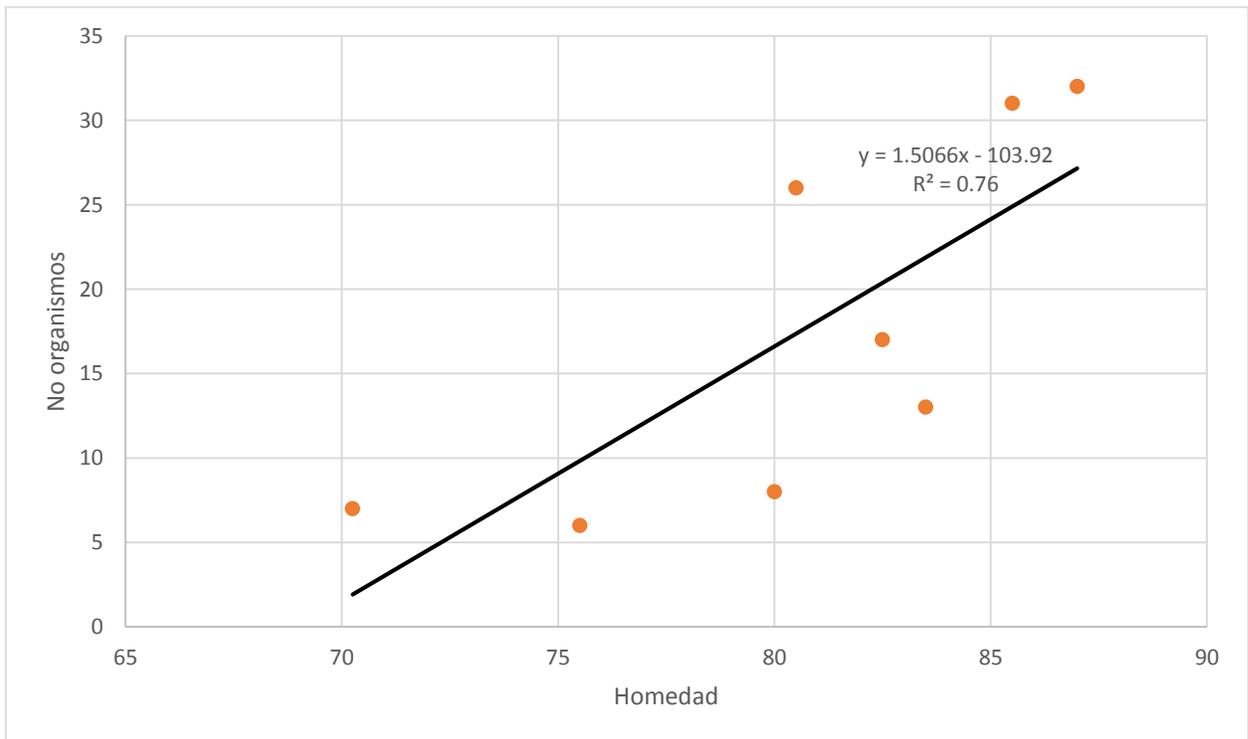


Figura 27. Correlación entre humedad y número de anélidos en las capas de composta.

7.5.3. pH

El pH varió escasamente, se mantuvo en los valores de ligeramente ácido a ligeramente básico, dependió de la temporada y la capa de composta en que se midió. Los valores menores de pH de la composta se presentaron en la capa baja con intervalo de 6.51 a 7.52 en el mes de julio (Cuadro 5) (Figura 28). La capa media presentó valores de 7.08 a 7.34, y en la capa alta fueron de 7.00 a 7.17, siendo esta última donde se encontró el menor intervalo de pH.

Cuadro 5. Valores de pH mensuales registrados en las capas de composta alta, media baja de junio 2017 a enero 2018.

	Abr	Ma y	Jun	Jul	Ag o	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr
Alta	7.0 9	7.0 2	7.0 1	7.1 1	7.0 4	7.1 4	7.1 7	7.0 3	7.1 1	7.0 0	7.0 1	7.0 7	7.0 6
Medi a	7.3 2	7.2 8	7.2 5	7.3 4	7.1 9	7.2 3	7.0 8	7.1 3	7.1 6	7.2 1	7.1 9	7.2 4	7.2 8
Baja	6.6 6	6.8 6	7.3 2	7.5 2	6.9 9	6.8 8	6.7 6	6.7 5	6.7 1	6.5 5	6.5 1	6.5 9	6.6 4

El promedio de pH de la capa baja se mantuvo ligeramente ácido, de la capa media se obtuvo valor promedio ligeramente básico y la capa alta presentó valor de pH prácticamente neutros (Figura 29). Los anfípodos se presentaron en el intervalo de pH 6.51 a 7.52. La correlación entre el pH y la presencia de anfípodos fue de 0.42 (Figura30).

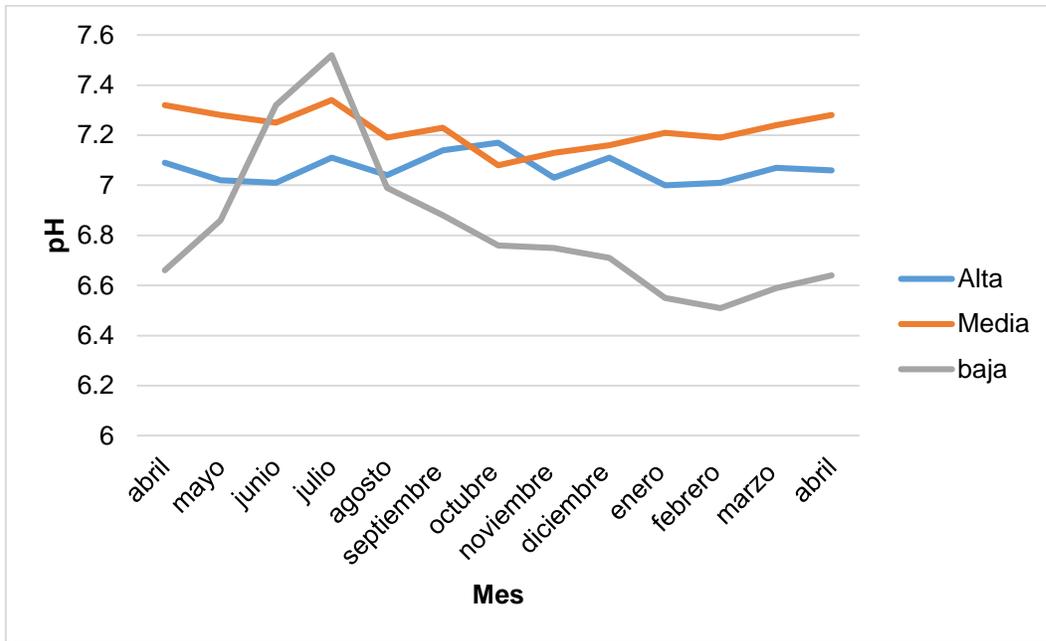


Figura 28. Variación pH durante un ciclo anual abril 2017-abril 2018

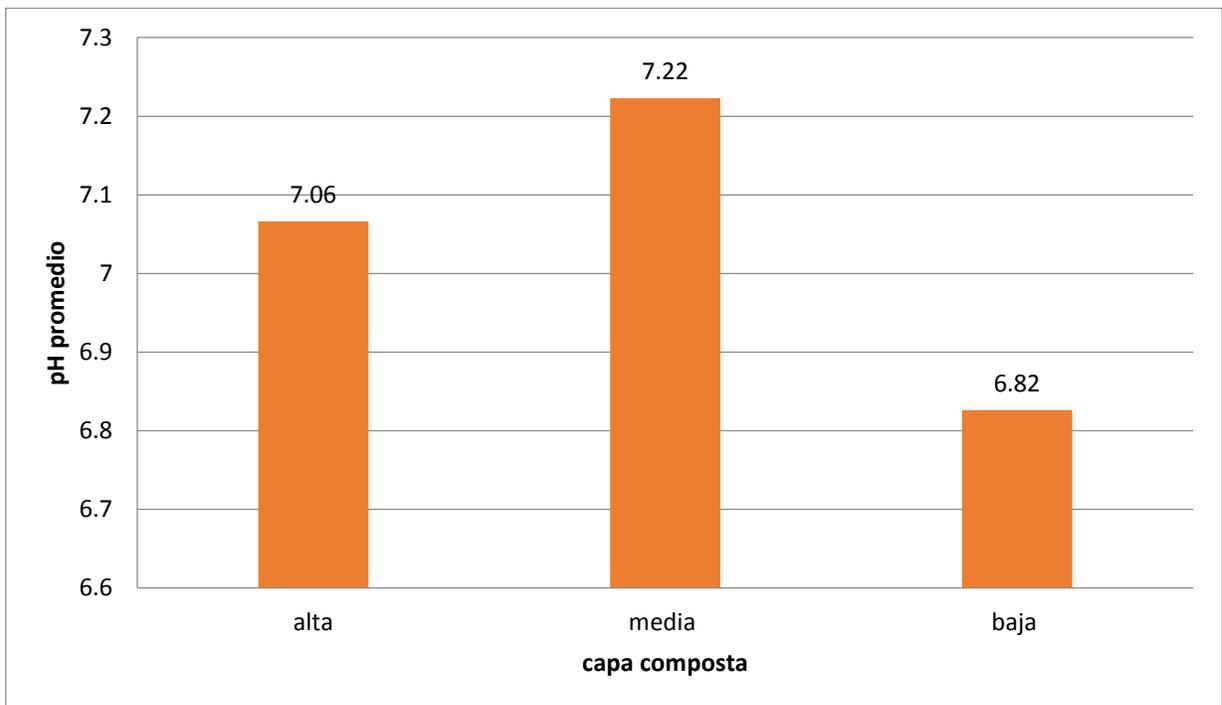


Figura 29. Promedio de pH en un ciclo anual de los diferentes capas de la composta.

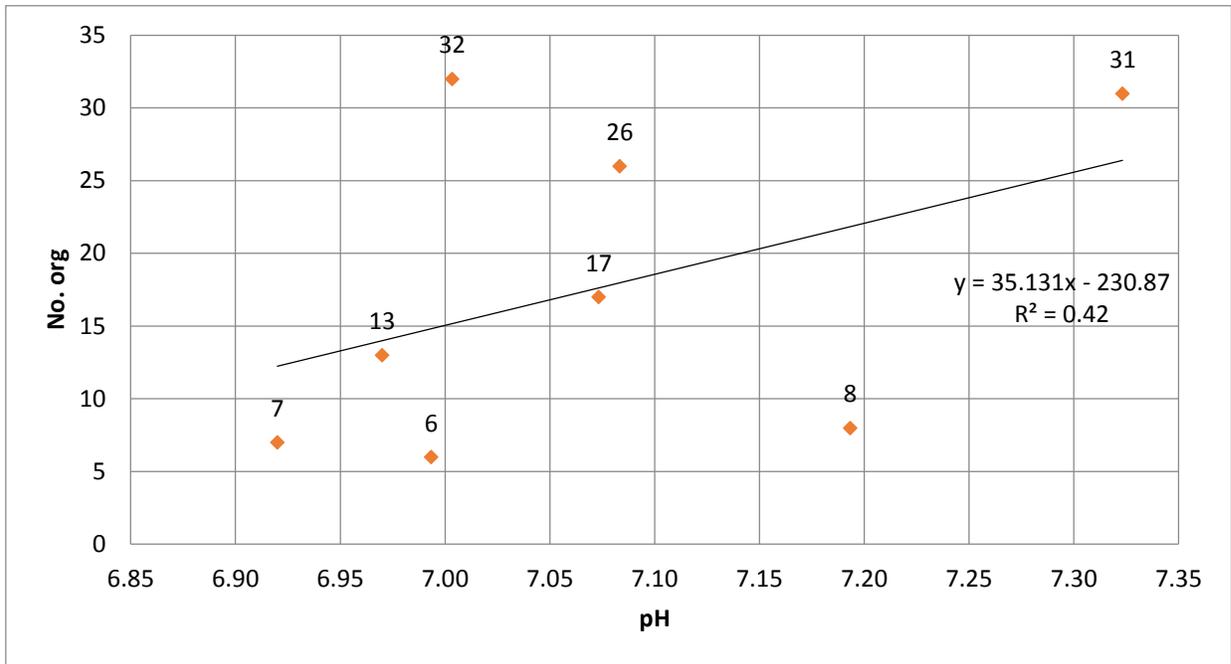


Figura 30. Correlación entre pH y número de anfípodos.

VIII Discusión

Los datos existentes sobre *Caribitroides chiapensis* son escasos debido a que son organismos poco estudiados, posiblemente, a su tamaño no obstante, según Winfield (2011) el estudio de los peracáridos se ha intensificado durante las últimas décadas poniendo de manifiesto su gran abundancia y riqueza de especies, su distribución geográfica amplia y su asociación con el número extenso de procesos biológicos.

La utilización de composta para fines de abono orgánico para jardinería en la ciudad de Comitán de Domínguez Chiapas es una actividad que se realiza por costumbre en la región, sin embargo, no se había realizado ningún estudio a la mesofauna en la que se encontró a *Caribitroides Mexitroides chiapensis*, por lo que no se había reportado en esta acumulación de materia orgánica. En el trabajo referente al subgénero *Mexitroides* realizado por Liderman (1989) *Caribitroides Mexitroides chiapensis* se encontró solamente en hojarasca, no se presentó en arroyos, lagunas, árboles podridos, oquedades de ramas de árboles o bromelias. En su estudio capturó más anfípodos cerca de grandes troncos en descomposición; no capturó en tierras despejadas. Aunque en el estudio no menciona patrones de distribución de los anfípodos, señala que en el tamizado de la hojarasca se tendía a capturar más organismos. En este sentido, dado que la composta es la acumulación de hojas de poda de plantas de jardín y su subsecuente descomposición en la pila, representó condiciones ideales para la presencia de este organismo.

Los datos referentes a anfípodos terrestres, en los estudios de Fasulo (2014), revelan que viven en la superficie (superior a media pulgada) del mantillo del suelo húmedo; estos hábitats se encuentran en montañas con una buena humedad. Los efectos generados por la composta hacen que estos organismos puedan encontrar mejores condiciones.

Las tallas presentes dependen principalmente de la especie de anfípodo, por ejemplo los estudios de Alfaro y Umaña (2013) revelan que *Talitroides topitotum* es una especie que está bien establecida en estrato superficial de bosques con suelos ricos en materia orgánica en descomposición, se ha observado su presencia en los

meses de lluvias (junio-noviembre) presenta longitudes de 7 a 12mm. Para el estudio realizado por Linderman (1989) se presentaron dos especies de anfípodos *Caribitroides (Mexitroides)*, *C. Mexitroides perki* con un intervalo de 8 a 10 mm en machos y 9 a 12mm hembras, *C. Mexitroides chiapensis* de 8 a 11 mm en machos y 10 a 13 mm hembras. Para este estudio *Caribitroides Mexitroides chiapensis* presentó tallas de 1.29 a 6.28 en el periodo de muestreo, abril 2017 a abril de 2018.

La temperatura dependiendo las capas de la composta va disminuyendo o aumentando, esto se debe a la humedad y aireación. En este estudio, al ser una composta de sistema abierto se encuentra asociada a la temperatura ambiental y las corrientes de aire naturales, presentando la capa superficial mayor temperatura ya que se encuentra en mayor contacto con la luz solar y presenta menor humedad, la capa más profunda presenta mayor humedad y una menor temperatura, en este sentido la pila de composta se asemeja a la dinámica del suelo. La composta de sistema abierto que se prepara en Comitán de Domínguez presentó temperaturas de 13°C a 30°C a, a diferencia de lo reportado por Rodríguez, 2006 la composta a nivel industrial o de sistema cerrado que se encuentran en recipientes cubiertos alcanzan temperaturas de 70°C. Según Barrena (2006), en la composta de pila o de sistema abierto hay un efecto llamado “efecto chimenea” el cual juega un papel importante en la renovación del aire y contenido de agua de la pila; en el interior de la pila el aire se calienta y se satura en agua desplazándose hacia arriba por efecto de su menor densidad y provocando un ligero vacío que produce la entrada de aire fresco del exterior (Figura 31).

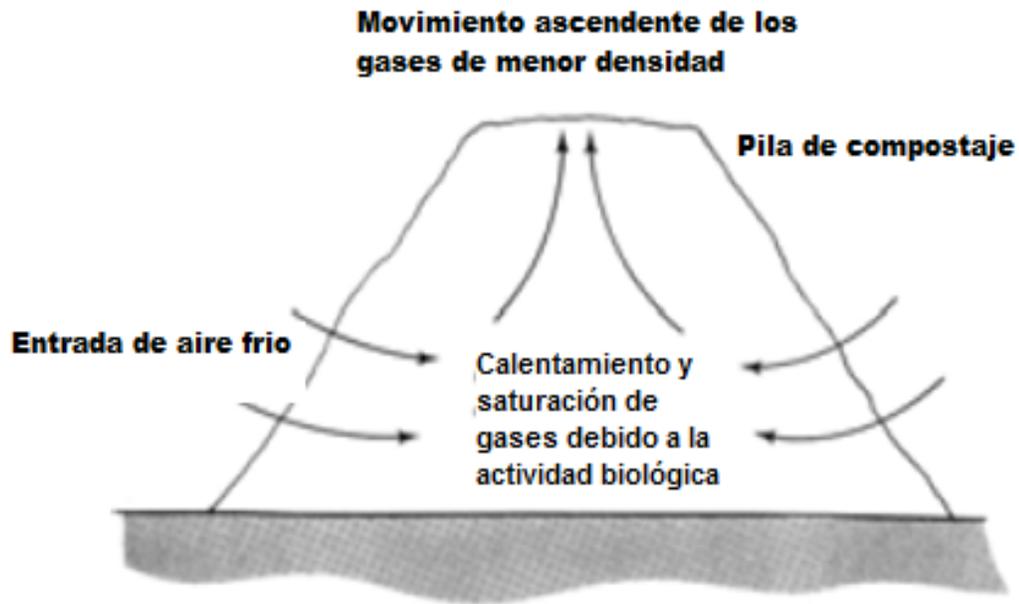


Figura 31. Representaciones del efecto chimenea (Barrena, 2006).

La temperatura es un factor para que los anfípodos y otros organismos presentes en la mesofauna puedan sobrevivir, ya que éstos desempeñan un papel importante con base a la degradación final y aireación en la composta. En la capa alta se presentaron las temperaturas más elevadas seguida por la capa media y finalmente la capa baja. Para la capa media presentaron valores de 15°C a 33°C. Según Torres (n.d) la actividad microbiana produce un incremento en la temperatura atribuido a las oxidaciones biológicas exotérmicas; esta fase se llama termofílica y es donde ocurre la descomposición más rápida de la materia orgánica. La temperatura óptima de descomposición termofílica es de 50°C a 60°C considerando la producción de CO₂; en algunas ocasiones la temperatura por actividad microbiana puede alcanzar hasta 76°C. La fase de enfriamiento puede alcanzar temperaturas ambientales (Negro, 2000). Los anfípodos se presentaron en la capa baja de la composta siendo la fase de enfriamiento o maduración donde, según Castro (2011), se encargan de terminar la descomposición y obtener un producto estable.

La humedad en las diversas capas de la composta depende de factores como materiales empleados en el compostaje, cantidad de lluvia y riego, la cantidad de agua obtenida se ve reflejada en la medición presente en las capas. La humedad se presentó en mayor porcentaje en la capa baja, precisamente donde se debe de tener

buena humedad para que los organismos participen en el proceso de degradación de la composta. Se presentaron diferencias en el porcentaje de humedad en relación a la estación del año, el tamaño de las partículas de la composta hace que pueda haber mayor o menor retención de agua, dado que la capa baja es un sustrato formado por degradación, esto lo hace de alta porosidad aumentando el poder de retención de agua. Además de los anfípodos, los microorganismos de la composta necesitan agua como vehículo para transportar los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular (Román, 2013).

Los anfípodos, según los trabajos de Linderman (1989), se encuentran en la hojarasca con alto grado de degradación en bosques. La humedad presente en cada capa de la composta va a depender del tamaño de las partículas, en la parte superficial se pueden encontrar partículas de mayor tamaño, en la capa media se encuentran restos con un grado medio de degradación, mientras que en la capa baja se encuentra restos con un alto grado de degradación, la humedad retenida por el suelo en la capa baja hace un ambiente similar al ambiente del bosque descrito por Linderman (1989).

Sin embargo, en los estudios de Gaston y Spicer (2007), *Arcitalitrus dorrieni* (Hunt) un anfípodo terrestre encontrado en una isla de Escocia Colonsay en el archipiélago de las Hébridas, se distribuye ampliamente entre hojarasca de hoja caduca en áreas boscosas, pero también se encuentra en hojarasca de helechos y pastizales de matorral.

Los anfípodos se encontraron con una humedad de 100%, posiblemente debido al sustrato y entrada de aire, esta condición se presentó en la capa baja donde la mayor cantidad de humedad es retenida por las partículas del suelo. De acuerdo con los trabajos de Negro (2000) si la humedad disminuye demasiado, disminuye la actividad microbiana con lo cual el producto obtenido será biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta, el agua saturará los poros e interfiere en la distribución del aire a través de la composta, por lo tanto los anfípodos junto con la mesofauna juegan un papel importante en la aireación de la composta ya que ayudan a producir pequeños orificios que facilitan la entrada de aire. Los estudios de Fasulo (2014), los anfípodos terrestres requieren un ambiente húmedo y mueren en

ambientes demasiado secos, ya que no tienen una capa cerosa en su exoesqueleto, al igual que los insectos pierden o ganan humedad mediante el entorno.

Los intervalos de pH en una composta van a depender de la estación del año en que se encuentre, por lo tanto, de la humedad y la temperatura. El pH es un factor limitante para que algunos organismos puedan sobrevivir. El intervalo en que los anfípodos se encontraron principalmente fue de 6.55 a 6.99, este valor puede estar asociado a las actividades de la degradación bacteriana, por tanto pueden encontrar una fuente de alimentación, es decir, una composta reúne características para que organismos procedentes de la mesofauna puedan habitar ahí. La capa baja reúne las características de la fase de enfriamiento que presenta temperaturas menores a las otras capas además de las condiciones de humedad y pH, Castro (2011) menciona que los organismos que actúan en esta fase son básicamente invertebrados como cochinillas y lombrices, que se encargan de terminar la descomposición y obtener un producto estable llamado composta madura.

Las diferencias de pH pueden ser de acuerdo al hábitat en donde se encuentra. En composta se registraron valores de pH de 6.51 a 7.52 en donde los anfípodos *Caribitroides Mexitroides chiapensis* estaban presentes. Estudios realizados por Peregrino y Burt (1993) estudiaron el pH en una población de anfípodos de agua dulce *Hyalella azteca* con un pH de 5.10-5.85. Por otra parte los estudios de Quintero (1992) con anfípodos de agua salada *Parhyale hawaiiensis* presentó un valor 6.0 a 8.08, hay que notar que son especies con hábitats diferentes. Para anfípodos terrestres no se tiene información acerca de la tolerancia en pH cabe mencionar los estudios de Cochard *et al.* (2010), mencionan que muchas de las características de hábitat de anfípodos son similares a la de los isópodos. En los trabajos de Cochard *et al.* (2010) el pH encontrado en composta de pila se presentan isópodos con valores cercanos de 6.0 a 8.5, los isópodos más notables son *Armadillidium vulgare*, *Porcellio scaber* y *Porcellionides pruinosus*. *Armadillidium vulgare* y *Porcellionides pruinosus* son probablemente nativos de las regiones mediterráneas. En las partes templadas del norte de Europa, estas especies están restringidos a hábitats sinantrópicos por ejemplo, jardines, bodegas, montones de composta.

En el estudio de Linderman (1989) se capturaron más organismos en los meses de lluvias que los meses de estío, la hojarasca parecía muy seca y los anfípodos muy escasos lo que redujo su presencia, la captura comenzó hasta después que se estableció la estación lluviosa. En la composta de Comitán de Domínguez, se observaron más organismos entre los meses de julio y octubre del 2017, teniendo en cuenta que en la temporada de lluvia la humedad va aumentando, cambian las condiciones de temperatura y pH, estos escenarios son favorables para que se presenten los anfípodos. La temporada de lluvia terminó entre los meses de diciembre y enero, cambiando nuevamente los valores de temperatura, humedad y pH; estos organismos tuvieron menor presencia en estos meses. Según el trabajo de Alfaro y Umaña (2013) *Talitroides topitotum* se observa durante los meses de lluvia (junio-noviembre), los sitios muestreados con presencia de la especie corresponden a zonas húmedas con hojarasca o materia orgánica en descomposición.

Los estudios de Wasem (1984) en ecología conductual de anfípodo terrestre *Arcitalitrus sylvaticus* presentó aspectos principales, como tolerancia térmica y gradiente de humedad. En su estudio, la tasa de transpiración de aire seco presentó (20%) de humedad relativa y aire húmedo (100%) humedad relativa. En una cámara experimental diseñada para mantener un gradiente interno de 50-100% de humedad relativa, se registró una mayor frecuencia de registros de posición en el lado más húmedo. Los anfípodos fueron afectados por la temperatura, la supervivencia se probó en combinaciones de temperatura-humedad se logró una supervivencia por periodos superiores a 48 horas solo a humedades relativas de 100% y temperaturas inferiores a 30°C.

El estudio realizado en composta refleja que la humedad presente en la capa baja es preferente para los anfípodos *C. Mexitroides chiapensis*. La temperatura registrada en composta presentó temperaturas de 30°C en el mes de febrero por lo que en condiciones de humedad y temperatura coinciden con los trabajos de Wasem (1984) ya que en estos logró una supervivencia por periodos superiores a 48 horas solo a humedades relativas de 100% y temperaturas inferiores a 30°C. Esto puede variar con la especie. Según Cowling (2003) los anfípodos terrestres *Arcitalitrus*

dorrieni experimentan estrés por desecación, por debajo de humedad relativa crítica (95-100%) por lo que los hace completamente dependientes del microhábitat de la hojarasca / suelo. *A. dorrieni* no tolera las bajas temperaturas con un límite inferior de 1.4 °C pero sin supervivencia individual <0 °C. El rango de tolerancia térmica superior (30–37.3 °C) fue similar al encontrado para otras especies de pulgones y pulgas playeras. Nuestro estudio coincide los antes descritos, en el sentido de que los anfípodos estuvieron presentes básicamente en la temporada de lluvias, esto puede deberse a su ciclo de vida; por ser organismos muy dependientes de la humedad, completan su ciclo de vida en la temporada de lluvias, prueba de ello es que se capturaron hembras ovígeras, López y Masunarl (2004) menciona que para *Talitroides topitotum* se obtuvieron todas hembras adultas, siendo 274 ovígeras y 701 no ovígeras.

La proporción de sexos señala una dominancia de hembra (relación 1:5). El mayor número de hembras puede estar relacionado a la necesidad de dejar un gran número de descendiente. La estrategia r (donde tienen poca capacidad competidora) es la principal forma de reproducción de los anfípodos; sin embargo, los cuidados parentales en anfípodos pueden continuar luego de la salida de los juveniles del marsupio, éstos se trasladan a tubos, excavaciones o cuevas construidas por los progenitores, o viven sobre el cuerpo de la hembra (Martínez, 2016).

Con respecto a las tallas, estas variaron de 1.29 a 6.08. Las tallas más frecuentes estuvieron entre 3.07 y 4.85 mm, coincidiendo con la temporada de lluvias. Las hembras presentaron un tamaño menor que los machos, según Linderman (1989) el rango de tallas de *C. Mexitroides chiapensis* es de 8 a 11 mm en machos y 10 a 13 mm en hembras *C. Mexitroides tuxpensis* presenta rangos de 6.3-9.9 López y Masunarl (2004) mencionan que de *Talitroides topitotum* se obtuvieron todas hembras adultas, siendo 274 ovígeras y 701 no ovígeras; la longitud total del cuerpo varió de 6.02 a 13.51 mm. El tamaño de los organismos depende de la especie, también es un atributo de la población; la escasa información de *Caribitroides chiapensis*, no permite hacer más inferencias al respecto.

De acuerdo a la frecuencia de tallas, el estudio presentó una población estacionaria. Una población estacionaria presenta una notable igualdad entre generaciones jóvenes y adultas y una reducción en ancianas (Figura 32).

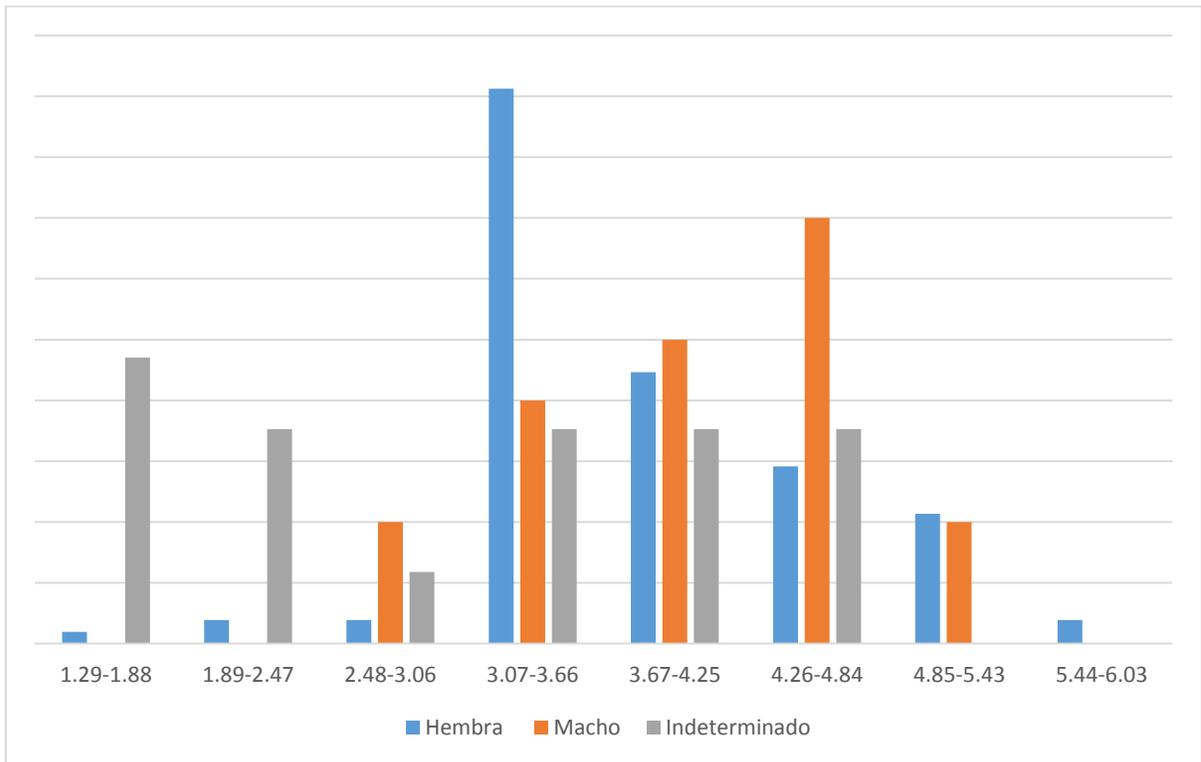


Figura 32. Intervalos de tallas hembras, machos e indeterminados.

La población de anfípodos en estudio, debe completar su ciclo de vida en la temporada de lluvias y dejar descendencia suficiente para la siguiente temporada de lluvias que se encargue de perpetuar la especie. De esa manera, cuando comienzan las lluvias eclosionan los primeros anfípodos y conforme se va avanzando la época de lluvias se incrementa el número de organismos hasta llegar a un máximo, después los huevos de la puesta se enquistan para esperar la próxima temporada esta estrategia lo describe Dumitrascu, (2011) con otros crustáceos *Artemia salina* y otros trabajos como los de Golzari *et al.* (2009) con crustáceos de charcas temporales *Triops cancriformis*.

IX CONCLUSIONES

Los anfípodos que se encontraron en composta de la ciudad de Comitán de Domínguez Chiapas pertenecen a una sola especie *Caribitroides Mexitroides chiapensis*.

La talla de anfípodos encontrados fue de 1.29 talla mínima a 6.08 talla máxima

La proporción sexual fue de 1:5 representado por 14% machos 74% hembras y 12% indeterminados.

Las temperaturas más bajas se presentaron en la capa baja de la composta y las más altas en la capa alta.

Las humedades más altas se presentaron en la capa baja de la composta y las más bajas en la capa alta.

Los valores más ácidos de pH se presentaron en la capa baja y los más alcalinos en la capa media.

Los anfípodos únicamente se encontraron en la capa baja de composta la cual varía de manera similar a las condiciones de suelo.

Los anfípodos de la composta se presentan solo en la temporada de lluvia.

La mayor correlación fue para la humedad.

X REFERENCIAS DOCUMENTALES

- Acosta, G. 2012. Composta. Servicio de extensión agrícola. Estados Unidos.
- Alonso, P, J.2011.Como hacer compost guía para amantes de la jardinería y medio ambiente. Madrid, Mundi-Prensa.
- Alfaro, M, y Umaña, C. 2013. Primer registro e histología básica del anfípodo terrestre *Talitroides topitotum* (Amphipoda: Talitridae), introducido en las zonas montañosas de Heredia, Costa Rica. UNED, 5(2).
- Álvarez, J. 2006. Manual del compostaje para agricultura ecológica. Junta de Andalucía.
- Álvarez, O. 2016. Ecología, Dinámica de las poblaciones e interacciones de los ecosistemas. Publicaciones didácticas. 1: 168-171.
- Aquino, A. 2006. Ecología de poblaciones. Universidad Nacional de Tucumán.1 (1).
- Barnard, J. L. y Karaman, G. S. 1991. The families and genera of marine gammaridean Amphipoda (except marine gammaroids). Rec. Austr. Mus. Suppl. 13 (parts 1 y 2): 20-22.
- Barrena, R. 2006. Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso. Bellaterra, Barcelona. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra, Barcelona.
- Bartelme, T. D., Borneman, E., Braithwaite, C., Calfo, A., Capman, W., Chamberlain, B., Cortes, J., Crandall, D., Feldman, K., Garner, J., Holmes, R., Fatherree, J., Hiller G., Hungtington S., Joshi, S., Jury, C., Kirda, M., Lardizabal, S., Marini, F., Niedermeyer, R., Plankis, B., Pro, S., Sapp, D., Schultz, H., Shimek, R., Tanaka, H., Taylor, G., Trevor, A., Wal, M., Vernese, L., Wojtezak, D. (Coordinadores). 2008. Anfípodos. U.S.A <http://reefkeeping.com/issues/2004-09/rs/index.php>. Consultado 28 Junio del 2017.

- Bohórquez, A. 2013. Evaluación de la calidad del compost producido a partir de la molienda de caña de azúcar en la compañía Riopaila Castilla, Valle del Cauca, Colombia.
- Bradbury, J. y Jazdzewski, K. 2008. Global diversity of amphipods (Amphipoda; Crustacea) in freshwater. Springer. 595:241-255.
- Cardemil, A., Gardiazabal, F., Guajardo, V., Hoddle, M., Larral, P., Luppichini, P., Montenegro, J., Núñez, E., Olivares, N., Peña, J., Ripa, R., Rodríguez, F., Rodríguez, S., Rojas, S., Tepper, P., Ubillo, A., Vargas, R., Veliz, P., Villaseñor, R. y Wysoki, M. 1990. Manejo de plagas en paltos y cítricos. 23rd ed. Chile.
- Castrillo, R. 2005. El muestreo de los suelos Costa can. Canadá.
- Castro, B. 2011. Manual básico de compostaje y vermicompostaje doméstico. España.
- Chiesa, I. y Alonso, G. 2014. Anfipodos Gammaridea y Corophiidea. En: Roig Junent, S.; Claps L.; Morrone J. Biodiversidad de Artrópodos Argentinos. IADIZA CCT CONICET. Mendoza, Argentina. Pp 195-201.
- Cochard, P., Vilisics, F. y sechet E. (2010) Alien terrestrial crustaceans (Isopods and Amphipods). Europe. BioRisk 4(1): 81–96.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2013. La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. México.
- Cowling, J. Spicer, J. Weeks, J. y Gaston, K. 2003. Environmental tolerances of an invasive terrestrial amphipod, *Arcitalitrus dorrieni* (Hunt) in Britain Vol 136. 735-747.
- Dumitrascu, M. 2011. Artemia salina. Balneo research journals. Romania.
- Escalante, P., Morrone, J. y Rivera, R. 2012. Distributiional pattens of south American Species of Hyalella (Amphipoda : Hyalellidae. Gayana, 2(76) 153-161.
- Fasulo, T. 2014. Terrestrial Amphipods or Lawn Shrimp Crustacea: Amphipoda Talitridae. IFAS Extensión. Florida.

- Fredericksen T y Mostacedo, H. 2000. Manual y métodos Básicos de Muestreo y Análisis Ecología Vegetal. Bolfor, 1(6): 43-46.
- Gaston, K y Spicer, J 2007. Do upper thermal tolerances differ in geographically separated populations of the beachflea *Orchestia gammarellus* (Crustacea: Amphipoda) Elsevier.229:265-276Pp.
- García, M., Outerelo, R., Ruiz, E., Aguirre, J., Almodóvar, A., A, J., Benito, J., Arillo, A., Verzosa, J., Buencuerpo, V., J, F., Sañudo, C., D.J, E., A, J., E, B., Leborans, G., García, I., g, M., B, J., Martinez, M., Minguez, M., Monserrat, V., Muñoz, B., Ornos, C., Parejo, C., Pulido, F., Refoyo, P., Roldan, C., Santo, T., Subias, L., Gasca, R. y Morales, Á. 2012. Anfípodos hiperídeos (Crustacea: Peracarida del Parque Nacional Isla del Coco, Costa Rica, Pacífico Tropical Oriental. Biol. Trop. 60: 223-233.
- Golzari, A., Khodabandeh, S y Seyfabadi, J. 2009. Some Biological Characteristics of Tadpole Shrimp, *Triops cancriformis*, from Seasonal Pools of West Azarbaijan. Agric Sci Technol. Vol. 11: 81-90.
- González, C., Vallarino, A. y Low, A. 2014. Bioindicadores: Guardianes de nuestro futuro ambiental. Primera Edición. El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). México.
- González, T .2018. Análisis exploratoria de datos: Una introducción a la estadística descriptiva y probabilidad .Tadeo Lozano, Bogotá.
- Grabowski, M., Jazsdewski, K. y Konopacka, A. 2007. Alien Crustacea in Polish water-Amphipoda. Reabic, 2(1): 25-38.
- Gritsov, V. y Sezgin, M. 2003. Manual for identification of amphipoda from the black sea. 1st ed. Ukraine.
- Juárez, A. 2010 Evaluación de daños ocasionados por el incendio forestal Hidalgo municipio de Comitán, Chiapas, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez Chiapas.

- Jazsdewski, K. y Konopacka, A. 2007. Alien Crustacea in Polish water-Amphipoda. *Reabic*, 2(1).
- Karyanto, A. Rahmadi, C. Freanklin, E. Susilo, F y Morais, J 2012. Colembola, Acari y otra mesofauna del suelo. En:Moreira M.S., Huising E.J., Bignell D.E. (Eds): Manual de biología de suelos tropicales. Instituto Nacional de ecología INE, Mexico. Pp. 149-160.
- Koleff, P. (s.d.) Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.
- Krapp,S., Häussermann, V. y Vader W. 2015. A new Stenothoespecies (Crustacea: Amphipoda: Stenothoidae) living on *Boloceropsis platei* (Anthozoa: Actiniaria) from Chilean Patagonia. *Helgoland Marine Research*. 69 (2): 213-220.
- Linderman, D. 1989. New terrestrial amphipods (Crustacea: Amphipoda; Talitridae) from México and Central America. *Canadian Journal of Zoology* 68(11): 2323-2337.
- López, O y Masunarl S. 2004. Características morfométricas de *Taltroides topitotum* Burt crustacea, Amphipoda, Talitridae na serra do Mar, Guaratuba, Paraná, Brasil revista Brasileira de zoología 21(4):779-784.
- López, P. 2004. Población Muestra y Muestreo. *Punto cero* 9: 69-74.
- Marín, E. y Prager, M. 2015. Poblaciones de Ácaros, Colémbolos y otra Mesofauna en un Inceptisol bajo Diferentes Manejos. *Populations of Mites, Collembola and other Mesofauna in an Inceptisol under Different Management*. 68(1): 7411:7422.
- Martella, M.,Trumper, E., Bellis, L. Renison, D., Giordano, P., Bazzano, G. y Gleiser, R. 2012. Manual de Ecología Poblaciones introducciones técnicas para el estudio de poblaciones silvestres, Córdoba, Argentina. *Reduca*. 5 (1): 1-31.
- Martínez, E. 2007. Definiciones de humedad y su equivalencia. México. <http://www.cenam.mx/dme/pdf/TM02.pdf>. Consultado el 29 Junio del 2017.

- Martínez, O. 2016. Ecología dinámica de las poblaciones e interacciones en el ecosistema Publicaciones didácticas. 72:2-4.
- Mazé, R. 2015. Clase Malacostraca, Orden Amphipoda, México. *ide@ SEA*. 82: 1-8.
- Miranda, F. 2015. La vegetación de Chiapas. UNICACH. Ed. desarrollo grafico Tuxtla Gutiérrez Chiapas.
- Moreno, C. 1991. La agricultura en Chiapas Instituto Nacional de Estadística , Geografía e Informática (INEGI)
- Morláns, M. 2004. Introducción a la ecología de poblaciones. Ed. Científica Universitaria, Catamarca.
- Negro, M., Villa, F., Aibar, J., Alarcón, R., Ciria, P., Cristóbal, M. Benito, A., García, G., Labrador, C., Lacasta, C., Lezaun, J., Meco, R., Pardo, G., Solano, M., Torner C. y Zaragoza, C. 2000. Producción y gestión del compost. https://books.google.com.mx/books?id=fOoY_gAACAAJ. Consultado el 4 junio 2017.
- Palmero, R. 2010. Elaboración de compost con restos vegetales por sistema tradicional en pilas o montones. *Agro Cabildo*, 1(1).
- Prada, P., Cruzado, H. y García, J. 2015. Importancia de los anfípodos en la dieta de especies de interés acuícola del litoral andaluz, 26: 3-29.
- Raja, S., Lyla, P. y Khan, S. 2013. Diversity of amphipods in the continental shelf sediments of southeast coast of India. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 55(1): 35-41.
- Ramírez, A., González, M y Palomino Aguirre, S. 2004. Manual Agricultura alternativa. Bogotá: San Pablo.
- Remis, M. 2011. Análisis de la estructura poblacional. Buenos Aires, Argentina. *Journal of basic and applied genetics*. 11(1): 1- 4.

- Richardson, A. 2016. The distribution of four species of terrestrial amphipods (Crustacea, Amphipoda: Talitridae) on Mt. Wellington. Research Gate. 21(2): 143-155.
- Rodríguez-Almaraz G y. García-Madrigal. M 2014. Crustáceos exóticos invasores. En: Mendoza, R y P Koleff (Coords). Especies acuáticas invasoras en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. Pp. 347-371.
- Rodríguez, M .y Córdova. 2006. México. Manual de compostaje municipal tratamiento de residuos sólidos urbanos. México. <http://www.resol.com.br/cartilha5/Manual%20de%20Compostaje-SERMANAT-Mexico.pdf> 17 septiembre 2017.
- Rodríguez, N., Ríos, P., Fabela, E., Figueroa, U., Álvarez, V., Palomo, A., Márquez, C., Resendez, A. 2017. Chapingo serie Horticultura, 13(2): 185-187.
- Rojas, F. y Zeledon, E. 2007. Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características física, química y biológica del compost Hacienda las Mercedes, Managua. 2005.
- Román, P., Martínez, M. y Pantoja, A. 2013. Manual del compostaje del agricultor experiencias en América latina. Fiat Panis, Santiago Chile.
- SatheeshKumar, P. 2011. Intertidal amphipods (crustacea: Amphipoda from pondicherry Mangroves southeast coast. Natural Sciences Research 1:1-6.
- Scheaffer, R., Mendenhall, W. y Ott, L. 2006. Elementos de muestreo. Paraninfo. México.
- Socarrás, A. 2013. Mesofauna edáfica: indicador biológico de calidad del suelo, La Habana, Cuba. Tesis de Doctorado. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana, Cuba.
- Stebbing, T. 1884. The amphipoda collected during the voyages of the Willem Barents in the Arctic Seas in the years 1880—1884.

- Steel, H y Bert W. 2011. Biodiversity of compost mesofauna and this potential as an indicator of the composting process status. Dynamic soil, Dinamic plant, Belgium. Global Science Books (1): 1-4.
- Telleria, J., Trigo, D., Vazquez, M., Martin, C., Arriero, E. y Cano, J. 2012. Prácticas de zoología Estudio y diversidad de Artrópodos crustáceos. Reduca, 3(5), 17-27.
- Thiel, M. y Hinojosa, I. s.d. Peracarida Amphipods, Isopods, Tanaidaceans y Cumaceans, Chile.
- Torres, A. nd. Elaboración de composta secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA).
- Villavicencio, A. 2003. Comitán de Domínguez. Enciclopedia de los Municipios y delegaciones de Chiapas. <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM07chiapas/municipios/07019a.html>. Consultado 5 Oct. 2017].
- Wasem, E.1984. Physiological and Behavioral ecology of terrestrial amphipod *Arcitalitrus sylvaticus*. *Journal of crustacean biology*.
- Winfield, I. Olivera, S. Ortiz, M. y Palomo, V. 2011. Lista Actualizada de las especies de Anfípodos (Peracarida: Gammaridea y Corophiidea) marinos invasores de México revista de Biología y Oceanografía 46 (3): 349-361.
- WoRMS Editorial Board. 2019. Registro mundial de especies marinas. Disponible en <http://www.marinespecies.org> en VLIZ. Consultado el 20 de diciembre de 2018.
- Zeini, A., Karrom, M. y Alnesser, A. 2008. Taxonomical study of Gammaridae Family (Amphipoda) in coastal Region of Lattakia. Journal for research and Scientific studies – biological sciences Series 30:64.

XI ANEXOS



Anexo 1. Utilización de composta madura Comitán de Domínguez Chiapas