



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

**“Análisis del manejo de restos de poda en el
campus Iztacala, UNAM”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

B I Ó L O G A

P R E S E N T A:

JUANITA MAGUI AGUIRRE MENTADO

ASESOR: M. EN C. CONRADO RUÍZ HERNÁNDEZ



Los Reyes Iztacala, Edo. de México 2013.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

"Hija: Hoy es un día inolvidable para tus padres y toda tu familia que te quiere mucho. Eres una hija ejemplar, sigue adelante con ánimo y entusiasmo como siempre y llegarás a ser alguien muy grande en la vida. Te quiere mucho, mucho: tu Mami".

(Guillermina Mentado, 1999).

DEDICATORIAS

En tu memoria Guille, porque la última vez que estuvimos juntas te prometí que mis éxitos seguirían siendo tuyos; por tus desvelos; por tus desmañadas; por darme todo lo que pudiste; por dedicarte en cuerpo y alma a tu familia; por enseñarme a salir adelante; por ser mi mejor amiga; por toda tu confianza; porque siempre me hiciste saber lo orgullosa que estuviste de mí y porque siempre creíste en mí. Por eso y mucho más, aquí tienes, mami: Misión cumplida.

A Miguel Ángel: gracias por estar conmigo en las buenas; en las malas has sido muy duro, pero me has ayudado a crecer y a madurar. No tengo como agradecer tu apoyo y compañía todos estos años.

A mi Abuela, que con su compañía me aminora la ausencia de mi madre.

A mi Papá y a mis hermanos, por intentar cuidarme y educarme; y aunque nunca lo han hecho bien, gracias por todo su esfuerzo y preocupaciones.

A Vale, a Sammy y Tammy: ojalá que algún día se sientan orgullosas de su Tía, tanto como yo lo estoy de ustedes.

A Bere y a Lety, por preocuparse tanto por mí y por procurarme.

A Karen, Carmen, Sonia, Edgar y Gerardo, por su amistad, apoyo y compañía. Fue un placer haberme preparado con ustedes y es un orgullo llamarlos colegas.

A Héctor de Llano: porque en el momento que más lo necesitaba me impulsaste a recuperar la confianza en mí misma y creíste en mí.

A Lorena Salto, por su tolerancia, empatía, comprensión o ese algo que no sé como llamarlo, pero que me permitió combinar la escuela con el trabajo de manera más llevadera para poder salir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A la UNAM, por abrirme sus puertas, por dejarme aprovechar cada uno de sus espacios y por formar parte de mi educación durante tantos años.

A mi bella Facultad de Estudios Superiores Iztacala, por haberme forjado como Bióloga; porque en sus instalaciones viví, compartí y aprendí cosas que van más allá de la Carrera. Además, me permitió conocer gente maravillosa que se convirtió en mi familia y que hoy forma parte de mi vida.

A mis asesores, el M. en C. Conrado Ruíz y la Psicóloga Alma D. Lupercio, por haberme tenido la paciencia para concluir este trabajo.

Al Biólogo Carlos Palacios, por las entrevistas otorgadas, la aportación de herramientas y materiales, así como la revisión del trabajo.

A la Dra. Patricia Bonilla y al Dr. Pedro Ramírez, quienes fungieron como sinodales y se tomaron el tiempo para revisar y mejorar la presente tesis.

Al Arq. MacBeath Chirinos y a todo su equipo, por la contribución de datos, así como su disposición en la metodología del trabajo.

A la Biól. Andrea López D. porque sin duda fue pieza fundamental para la culminación del presente estudio.

A la Arq. Célida López M. por las facilidades otorgadas en la aportación de datos.

A todos los que de alguna manera contribuyeron e hicieron posible la realización de este trabajo.

Gracias por todo el apoyo.

Contenido

INTRODUCCIÓN	3
1. ¿BASURA O RESIDUOS?	5
1.1 ¿Qué es la basura?	5
1.2 ¿Qué es un Residuo Sólido Urbano?	5
1.3 Composición de los RSU	7
1.4 Importancia de los Residuos Orgánicos	11
2. COMPOSTAJE COMO FORMA DE RECICLAJE	12
2.1 Descripción del proceso	13
3. INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR Y EDUCACIÓN AMBIENTAL	15
4. ANTECEDENTES	17
4.1 UAM-Azcapotzalco, ejemplo para otras Instituciones	17
4.2 Programas ambientales impulsados por la UNAM.....	18
4.3 Biotecnología Integral de los Residuos Sólidos Municipales y Agroindustriales (BIRSMA)	18
4.4 Programa Universitario del Medio Ambiente (ECOPUMA)	20
4.5 Acciones en la FES-I	21
4.5.1 Programa de Fortalecimiento de la Identidad y el Ambiente (PROFIA)	21
4.5.2 Caracterización de los Residuos Sólidos en la FES-I	23
5. OBJETIVOS	24
Objetivo General	24
Objetivos Particulares	24
6. ÁREA DE ESTUDIO	25
7. RESTOS DE JARDINERÍA EN LA FACULTAD	28

8. METODOLOGÍA.....	30
9. RESULTADOS	31
Restos de poda	31
Otros residuos en la FES Iztacala.....	36
Acopio de PET, pilas y papel.....	36
Degradación de los residuos sólidos del cigarrillo por el crecimiento de <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Trametes versicolor</i>	37
Lombricompostaje	38
10. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	39
11. CONCLUSIONES	41
REFERENCIAS.....	44
LEYES Y NORMAS CONSULTADAS.....	47
PÁGINAS CONSULTADAS	47
ANEXO FOTOGRÁFICO.....	48
ABREVIATURAS.....	54

INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva del movimiento ambiental, se asigna un papel destacado a las Instituciones de Educación Superior (IES) sobre el cambio de la problemática ambiental dentro de la sociedad. Desde los setenta que surge la educación ambiental a nivel internacional, se establece la urgente necesidad de impulsar la incorporación de la perspectiva ambiental en los distintos ámbitos educativos, pero es desde la aparición de la Carta de Bogotá sobre Medio Ambiente y Universidad en 1985, cuando se precisó el importante papel que desempeñan las universidades en los procesos de desarrollo, ratificando la necesidad de vincular la educación superior con el imperativo ambiental.

La UNAM, es una de las instituciones educativas más importantes en Latinoamérica, a pesar de que se han logrado algunos avances el trabajo hasta ahora realizado, no ha sido suficiente para lograr atender los problemas ambientales.

Se cree, que parte del poco éxito obtenido con los programas desarrollados, es porque la comunidad universitaria es considerable, así como sus espacios extensos; lo que dificulta que los programas sensibilicen a todos los individuos y satisfaga las necesidades de todas sus Facultades, Institutos, Preparatorias, etc., además, debido a que implica aspectos culturales. que a su vez, involucran cuestiones que requieren una nueva concepción del hombre en relación con la naturaleza, es necesario un cambio de actitud, de conciencia, de cultura hacia los desechos.

Para ello la Universidad debe llevar a cabo una actualización y reconversión ambiental, donde se haga pasar toda su estructura, su esencia, y sus acciones por el tamiz de una perspectiva ambiental del desarrollo; es importante tomar en cuenta que quizá estas acciones darían mejor resultado si se realizan a nivel de "Escuela", de ésta manera, cada uno de los programas resolvería problemas específicos según las características del microambiente y del comportamiento de su comunidad.

En el presente trabajo, se hizo un cálculo de las áreas verdes para saber la cantidad de restos de poda que se generan en cierto periodo, así como el manejo por parte de la FES-I de estos desechos. También se investigó si dentro de la Facultad existen proyectos de reciclaje para los desechos de jardinería.

1. ¿BASURA O RESIDUOS?

1.1 ¿Qué es la basura?

La basura, ha sido un problema en las ciudades casi desde su origen, debido a varios factores, como la alta densidad de población y el hecho de arrojar la basura a las calles, lo que provoca la proliferación de insectos, roedores y microorganismos patógenos; la irresponsabilidad del ciudadano, respecto de la basura generada por el consumo exagerado de objetos innecesarios, desechados casi siempre en un periodo corto. Y si a todo eso le agregamos un mal sistema de gestión de la basura, el resultado es un deterioro y depreciación del entorno debido a la constante contaminación del aire, del agua y del suelo.

El Diccionario de la Real Academia Española, entre sus interpretaciones, define la basura como sinónimo de suciedad y como cosa repugnante o despreciable. La palabra basura, para la mayoría de la gente, significa algo despectivo, algo que ha perdido su valor y de lo que hay que deshacerse lo más pronto posible, pues representa algo nocivo. De esta manera lo útil, que generalmente dejó de ser algo necesario, se convierte en un estorbo y es causa del problema de cómo desentendernos de lo que consumimos o producimos.

De acuerdo con la clasificación de Cortinas (2001), existen 3 tipos de basura: la basura residencial, que es la basura que se desecha por habitante en los hogares; la basura domiciliaria, compuesta por la suma de los desechos que se generan en los hogares, los desechos de oficina, comercios y otros establecimientos; y la basura urbana, que comprende los dos tipos anteriores más los desechos de origen industrial.

1.2 ¿Qué es un Residuo Sólido Urbano?

Según la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, decretada en el 2003, se entiende por Residuos Urbanos (RU) los generados en casa habitación, unidad habitacional o similares que resultan de la eliminación de los materiales en sus

actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques, los provenientes de cualquier otra actividad que genere residuos sólidos con características domiciliarias y los resultantes de la limpieza de las vías públicas y áreas comunes, siempre que no estén considerados por esta Ley como residuo de manejo especial.

Dicho de otra manera, un Residuo Sólido Urbano (RSU) es cualquier producto, materia o sustancia, resultante de la actividad humana o de la naturaleza, que ya no tiene función para la actividad que lo generó; y es importante resaltar que a pesar de llamarse *residuos sólidos*, en general existen muchos líquidos y gases contenidos en los mismos, ya sea mezclados o asociados (Rodríguez S. 2006).

Según Yurivilca en 2009 la clasificación de los RSU es de acuerdo a su origen (domiciliario, industrial, comercial, institucional, público); por su composición (materia orgánica, vidrio, metal, papel, plásticos, cenizas, polvos, inertes); y por su peligrosidad (tóxicos, reactivos, corrosivos, radioactivos, inflamables, infecciosas). El autor también expone que la principal problemática de los RSU es el incremento exponencial de su volumen, debido a causas como el aumento progresivo de la población y su concentración en determinadas áreas; el crecimiento progresivo de la generación *per capita* de residuos; los escasos programas educativos a la comunidad sobre la temática; los sistemas de tratamiento y/o disposición final inadecuados/inexistentes; la falta de una evaluación integral de costos y asignación de recursos, así como el uso de envases sin retorno (fabricados con materiales no degradables).

El problema aumenta cuando los RSU son eliminados de manera incompleta, pues existe el riesgo de conducir a una situación de impacto negativo sobre el entorno, un ejemplo de ello es el vertido o basurero a cielo abierto, técnica que si no es bien ejecutada puede producir contaminación hidrológica, así como contaminación atmosférica. Por lo que es necesario implementar planes de manejo diseñados de acuerdo al tipo de generador de residuos, o en el caso de la existencia de programas, adecuarlos según las necesidades del generador o del lugar.

1.3 Composición de los RSU

Los residuos producidos por los habitantes de zonas urbanas comprenden basura, muebles y electrodomésticos viejos, embalajes y desperdicios de la actividad comercial, restos del cuidado de los jardines, la limpieza de las calles, etc.

El grupo más voluminoso es el de la basura doméstica, la cual suele estar compuesta por materia orgánica, que son los restos procedentes de la limpieza o la preparación de los alimentos junto con la comida que sobra; papel y cartón, incluidos periódicos, revistas, publicidad, cajas y embalajes, etc.; plásticos como botellas, bolsas, embalajes, platos, vasos y cubiertos desechables, etc.; vidrio que incluye botellas, frascos diversos, vajilla rota, etc.; metales, compuestos por latas, botes, etc.; entre otros (Yurivilca O. 2009).

En zonas más desarrolladas la cantidad de papel y cartón es mayor, constituyendo alrededor de un tercio de basura, seguida por la materia orgánica y otros restos. En cambio si el país está menos desarrollado la cantidad de materia orgánica es mayor –hasta las tres cuartas partes en los países en vías de desarrollo- y mucho menor la de papeles, plásticos, vidrio y metales (Yurivilca O. 2009).

A principios del 2011 se llevó a cabo en la FES-I una caracterización de residuos sólidos universitarios, el estudio indica que la cantidad de basura generada semanalmente, es aproximadamente de 10 toneladas, es decir, alrededor de 2 toneladas diarias de residuos. Según resultados de la composición de los residuos sólidos, las categorías con mayores cantidades fueron: “Otros” con el 45%, seguida por “Plásticos” con el 32%; por otro lado, las categorías con menores cantidades fueron “Papel y derivados” con el 10%, “Vidrio” con el 6%, “Metales” con 4% y “Tetrapak” con el 3% (Barroso L. 2011).

Cabe mencionar que dentro de la categoría “*otros*” está incluida la materia orgánica obtenida a partir de los desechos de alimentos, pero en la caracterización no están incluidos los restos de poda que resultan de las áreas verdes.

Zona geográfica	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Promedio nacional	0.865	0.874	0.881	0.888	0.9	0.911	0.921	0.955	0.97	0.98	0.98	0.99
Centro a	0.83	0.841	0.849	0.857	0.868	0.882	0.892	0.928	0.94	0.95	0.95	0.96
Distrito Federal	1.387	1.383	1.379	1.384	1.4	1.414	1.429	1.443	1.47	1.48	1.5	1.5
Norte b	0.834	0.846	0.854	0.864	0.879	0.774	0.783	0.817	0.85	0.86	0.99	1.01
Sur c	0.657	0.665	0.671	0.677	0.69	0.697	0.706	0.731	0.74	0.75	0.76	0.76
Frontera norte d	0.928	0.941	0.951	0.962	0.974	1.048	1.058	1.098	1.07	1.08	1.08	1.09

Tabla 1. Generación *Per cápita* (kg) diaria de Residuos Sólidos Urbanos por zona geográfica 2000 a 2011 (INEGI 2013).

Tipo de residuo	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Total generado	30733.26	31488.48	32173.61	32915.7	34604	35405	36135	36865	37595	38325	40058.75	41062.5
Papel, cartón, productos de papel	4324.13	4430.44	4526.83	4904.5	5160	5275	5388	5489.3	5199.4	5300.4	5540.2	5679
Textiles	457.92	469.18	479.39	497	520.1	530	542	552	537.6	548	572.8	587.19
Plásticos	1346.11	1379.2	1409.2	2014.4	2115.8	2161.8	2208	2223	4094.1	4173.6	4362.4	4471.71
Vidrios	1813.25	1857.82	1898.24	2156	2210	2262	2309	2341	2210.6	2253.5	2355.5	2414.5
Metales	891.26	913.17	933.03	1046.7	1160	1186.1	1210	1298	1293.2	1318.3	1377.9	1412.5
Aluminio	491.728	503.8168	514.777613	586.152	606	620	633	650	650.4	663	693	710.4
Ferrosos	247.4007	253.482828	258.997487	282.609	329	336.1	343	410	407.5	415.4	434.2	445.1
Otros no ferrosos a	152.1284	155.868323	159.259324	177.939	225	230	234	238	235.3	239.9	250.7	257
Basura de comida, jardines y materiales orgánicos similares	16104.09	16500	16858.97	16592.8	17440.8	17968	18335	18576	19707.3	20090	20998.8	21524.9
Otro tipo de basura (residuos finos, hules, pañal desechable, etc.)	5796.24	5938.74	6067.94	5704.3	5995.8	6022	6143	6385.7	4552.8	4641.2	4851.2	4972.7

Tabla 2. Generación estimada de Residuos Sólidos Urbanos (miles de toneladas) por tipo de residuo, 2000 a 2011 (INEGI 2013).

Tipo de basura	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Total de residuos sólidos urbanos reciclables	8,833.00	9,050.00	9,247.00	10,619.00	11,166.00	11,415.00	11,657.00	11,903.00	13,335.00	13,594.00	14,209.00	14,565.00
Residuos varios	7,941.00	8,136.00	8,313.00	9,572.00	10,006.00	10,229.00	10,447.00	10,605.00	12,042.00	12,276.00	12,831.00	13,153.00
Papel, cartón, productos de papel	4,324.00	4,430.00	4,527.00	4,905.00	5,160.00	5,275.00	5,388.00	5,489.00	5,199.00	5,300.00	5,540.00	5,679.00
Textiles	458	469	479	497	520	530	542	552	538	548	573	587
Plásticos	1,346.00	1,379.00	1,409.00	2,014.00	2,116.00	2,162.00	2,208.00	2,223.00	4,094.00	4,174.00	4,362.00	4,472.00
Vidrios	1,813.00	1,858.00	1,898.00	2,156.00	2,210.00	2,262.00	2,309.00	2,341.00	2,211.00	2,254.00	2,356.00	2,415.00
Metales	891	913	933	1,047.00	1,160.00	1,186.00	1,210.00	1,298.00	1,293.00	1,318.00	1,378.00	1,413.00
Aluminio	492	504	515	586	606	620	633	650	650	663	693	710
Ferrosos	247	253	259	283	329	336	343	410	408	415	434	445
Otros no ferrosos a	152	156	159	178	225	230	234	238	235	240	251	257

Tabla 3. Reciclaje estimado de Residuos Sólidos Urbanos (miles de toneladas) por composición, 2000 a 2011 (INEGI 2013).

Nota. Algunos totales no coinciden debido a que así lo publica la fuente.

1.4 Importancia de los Residuos Orgánicos

Los residuos orgánicos (RO) se producen en grandes cantidades por diversas actividades de la sociedad, como la producción agroalimentaria y la industria, y habitualmente tienen como destino final los rellenos sanitarios, vertederos, o bien quema directa. Estos residuos están constituidos por la materia que en sí misma forma parte del ciclo natural, pero son difícilmente incorporables a la naturaleza si se presentan aislados, por lo que el principal problema para su tratamiento radica en que se encuentran mezclados con residuos no orgánicos. Por esta razón, el compostaje constituye una alternativa tecnológica posible de implementar para el manejo de residuos orgánicos provenientes de la agricultura, agroindustria, y de los residuos sólidos domiciliarios. Además es una opción viable para reconvertirlos en un producto útil, con valor agregado, dentro de un marco productivo sustentable, eliminando del entorno un material que de otra manera pueden generar impacto ambiental.

Según la Organización Panamericana de la Salud, los residuos orgánicos ocupan un lugar prioritario a nivel mundial, debido a que su producción es constante y su manejo no es el más adecuado; lo que se ve reflejado en el deterioro del medio ambiente. Constituyen entre el 30 y 65% de los residuos domiciliarios, según lugar y clima, más del 85% de los residuos considerados agrícolas y un porcentaje significativo de residuos industriales, fundamentalmente relacionado a los agroindustriales. (Sztern D. 1999).

La principal ventaja del uso de abonos orgánicos es que la materia prima se encuentra en el mismo lugar como, desechos vegetales, agua, entre otros; además son benévolos con el medio ambiente, teniendo en cuenta que el uso en exceso de los abonos químicos deteriora las características físicas y químicas del suelo, hasta el punto de que se vuelve un suelo poco o nada productivo debido a la pérdida de nutrientes y de microorganismos (Mendoza L. 2009).

2. COMPOSTAJE COMO FORMA DE RECICLAJE

De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), 2003, los desechos de jardín son una pequeña porción de los RSU pertenecientes a los materiales fermentables provenientes de áreas y vías públicas. En la Ciudad de México constituyen 395 ton/día. Una manera de manejar estos restos es el composteo, una técnica viable pues incluye una fácil recolección y bajo costo de procesamiento, esto además no afecta al ambiente y al no ser parte de los tiraderos al aire libre ni de rellenos sanitarios alargan la vida útil de éstos.

La fracción orgánica de la mayoría de los RSU se puede considerar compuesta por proteínas, aminoácidos, lípidos, hidratos de carbono, celulosa, lignina y ceniza (Tchobanoglous, Theisen y Vigil, 1994). Una forma de reciclarlos es mediante el composteo, o también llamado compostaje, técnica que permite ejercer control sobre los procesos de biodegradación de la materia orgánica. Ésta se produce de la actividad microbiana, en donde los microorganismos crecen y se reproducen en los residuos orgánicos seleccionados en descomposición. El resultado final es la transformación de los materiales orgánicos en otras formas químicas, cuando el producto final es un humus comúnmente conocido como *compost*.

En general, las características químicas y físicas del *compost* varían según la naturaleza del material original, las condiciones bajo las cuales se lleva a cabo la operación de compostaje y la extensión de la descomposición. Entre las propiedades que lo distinguen de otros materiales orgánicos son 1) un color marrón hasta marrón muy oscuro; 2) una baja relación carbono-nitrógeno; 3) una naturaleza continuamente cambiante debido a la acción de microorganismos; 4) una alta capacidad para el intercambio de cationes y para la absorción de agua (Tchobanoglous G. et al, 1994). Algunas de las ventajas de añadir *compost* al suelo son: se mejora la textura de suelos arenosos, se sueltan los suelos compactos, y se incrementa la capacidad de retención de agua.

2.1 Descripción del proceso

Los objetivos generales del compostaje son 1) transformar materiales orgánicos en un material biológicamente estable y en el proceso reducir el volumen original de los residuos; 2) destruir patógenos, huevos de insectos y otros organismos no deseables que puedan estar presentes en los RSU; 3) retener el máximo contenido nutricional (nitrógeno, fósforo y potasio); 4) elaborar un producto que se pueda utilizar para soportar el crecimiento de plantas y para mejorar el suelo.

Cualquiera que sea la técnica de compostaje, las operaciones actuales están constituidas por tres pasos básicos:

1) **Preprocesamiento de los RSU.** En el preprocesamiento son pasos esenciales la recepción, la separación de materiales recuperables, la reducción de tamaño y el ajuste de las propiedades de los residuos (por ejemplo, relación carbono-nitrógeno y adición de humedad). Éste depende de las especificaciones para el *compost* final.

2) **Descomposición de la fracción orgánica de los RSU.** Para llevar a cabo este paso se han desarrollado varias técnicas, incluyendo hileras, pilas estáticas y compostaje en reactor. El compostaje en hileras es el que más se lleva a cabo y consiste en colocar los RO en hileras al aire libre. Éstas se voltean una o dos veces por semana durante un periodo de 4 a 5 semanas. Durante este tiempo, la porción biodegradable se descompone mediante diversos microorganismos que utilizan la materia orgánica como fuente de carbono. La actividad metabólica de los microorganismos altera la composición química de la materia orgánica prima, reduce el volumen y el peso de los residuos, e incrementa el calor del material que se está fermentando. Volteando la pila de materia orgánica se proporciona oxígeno para el proceso de descomposición y se controla la temperatura de los residuos fermentándose. Cuando se agota la materia orgánica fácilmente biodegradable, se reduce la actividad bacteriana, la temperatura del material fermentándose empieza a bajar y se completa la primera etapa del proceso de compostaje. El material fermentado se cura durante un periodo de 2 a 8 semanas más, en hileras abiertas para asegurar su total estabilización.

3) **Preparación del compost final.** Este proceso tiene lugar una vez curado y estabilizado el compost. Actualmente no hay ninguna definición universalmente aceptada sobre lo que constituye un compost totalmente estabilizado. La preparación e incluso comercialización del producto puede incluir trituración fina, cribado, clasificación neumática, trituración y dosificación de aditivos, granulado, puesta en sacos, almacenamiento y transporte.

3. INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

En junio de 1972 se llevó a cabo la conferencia de las Naciones Unidas en Estocolmo, donde se planteó la necesidad de la Educación Ambiental y de su incorporación a los sistemas educativos (González G. 1989). Posteriormente, en 1985, para la educación superior, se realizó el seminario de Bogotá “Universidad y Medio Ambiente en América Latina y el Caribe”, y uno de los resultados de esta reunión fue la elaboración de “La Carta de Bogotá sobre Universidad y Medio Ambiente” donde se precisa el importante papel que corresponde desempeñar a las universidades en los procesos de desarrollo y en el cambio ambiental de las sociedades, para contribuir a superar el papel de subordinación ideológica, económica y ambiental de Latinoamérica y del Caribe en el orden económico internacional (Bravo M. 2007).

En México, las instituciones de educación superior han sido depositarias de las mejores esperanzas de la sociedad, por ello se les ha asignado un papel central en el desarrollo nacional en los diferentes momentos de nuestra historia. En el campo de la gestión ambiental de igual manera, se les ha otorgado un papel estratégico en la construcción de una perspectiva de desarrollo con niveles crecientes de sustentabilidad (Bravo M. 2003).

En la construcción de una perspectiva ambiental de desarrollo es de suma importancia la participación de todos los sectores e instituciones sociales, particularmente de las instituciones de educación superior. La exigencia de respuestas de las IES a la problemática ambiental aparece desde los años setenta con el nacimiento de la educación ambiental. Desde las primeras reuniones internacionales en esta materia, se estableció la urgente necesidad de incorporar la perspectiva ambiental en la educación superior, a fin de generar los cambios internos requeridos, y así crear una capacidad que les posibilite ofrecer respuestas pertinentes a los problemas ambientales y sean partícipes activas en la construcción de escenarios deseables de desarrollo. Si bien, las IES han tenido crecientes aportaciones a la solución de la problemática ambiental, se requieren esfuerzos integrales para lograr un mayor impacto. Por ello se destaca el trabajo

realizado por varias instituciones del nivel superior al unir esfuerzos para potenciar sus posibilidades en la transformación ambiental de sí mismas, lo que se conoce como el *COMPLEXUS*.

El *Consortio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios Para el Desarrollo Sustentable (COMPLEXUS)* es una organización agrupada bajo la figura de consorcio, donde participan once instituciones de educación superior. Las instituciones que tienen cabida son aquellas que cuentan con algún programa ambiental institucional, que haya sido creado para promover acciones educativas sobre el ambiente (Bravo M. 2003).

INSTITUCIONES	PROGRAMAS
Universidad Autónoma de Baja California	Programa Universitario: Agua Para Toda la Vida
Universidad Autónoma de Coahuila	Comité de Instituciones de Educación para el Desarrollo Sustentable
Universidad Autónoma de San Luis Potosí	La Agenda Ambiental de la UASLP
Universidad Autónoma del Estado de México	Programa de Protección al Medio Ambiente
Universidad de Guadalajara	Acuerdo Universitario para el Desarrollo Sustentable del Estado de Jalisco
Universidad de Guanajuato	Programa Institucional de Medio Ambiente
Universidad de Colima	Centro Universitario de Gestión Ambiental
Universidad Iberoamericana Santa Fe	Proyecto Ibero sobre Mejoramiento Ambiental
Universidad Iberoamericana Puebla	Programa interdisciplinario de desarrollo sustentable y medio ambiente
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus San Luis Potosí	Programa ambiental: Ecología y desarrollo sostenible
Universidad La Salle	Programa de Ecología y Medio Ambiente
Universidad Tecnológica de León	Sistema de Gestión Ambiental (SMA) y Educación para la Sustentabilidad (EPS)

Cuadro 1. Universidades que forman parte del *Consortio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios Para el Desarrollo Sustentable (COMPLEXUS)*.

4. ANTECEDENTES

4.1 UAM-Azcapotzalco, ejemplo para otras Instituciones

A nivel nacional e internacional, muchas universidades han emprendido campañas serias para la gestión integral del ambiente. En el DF con la entrada en vigor en el 2003 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), se introdujo un concepto innovador denominado Plan de Manejo, que es el instrumento de gestión integral que contiene el conjunto de acciones y procedimientos para facilitar el acopio y la disposición de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Fue entonces que la Universidad Autónoma Metropolitana *campus* Azcapotzalco (UAM-A) en octubre del mismo año, puso en marcha el Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos del *campus* Azcapotzalco “*SeparAcción por un mejor UAMambiente*”. Algunas de las acciones enmarcadas en el Plan Institucional Hacia la Sustentabilidad han sido el Programa de Ahorro de Energía, la Protección y Cuidado de Áreas Verdes, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, y el Programa de Compras “Verdes” (Espinosa V. 2008).

Los resultados que se han obtenido con este plan de manejo son favorables y siguen incrementándose, hasta el año 2012 y desde el 2005 han mandado a reciclar 75 942 Kg de materiales que incluyen cartón, papel, envases laminados, vidrio, PET y aluminio.

La institución cuenta con una superficie de 190 mil 500 m², de los cuales, 72 mil 300 m² corresponden a las áreas verdes. Un estudio realizado en el 2012, bajo NOM-AA-61-1985 Protección al Ambiente -Contaminación del suelo -Residuos Sólidos Municipales. Determinación de la Generación, indica que durante el muestreo, se recibieron en total 946.9 kg de restos de poda y extrapolando estos valores, según la superficie de las áreas verdes, se deduce que durante la época otoñal se generan alrededor de 19 mil kg de restos de jardinería (ANEXO Fig. 1 y 2). De los cuales, una parte se aprovecha en la unidad, en forma de compost y el resto es utilizado en los programas ambientales del gobierno del DF. En general, el programa tiene un 60% de efectividad, a pesar de que se puso en marcha hace poco más de una década, esto se debe a que es necesario estar “educando” a las

generaciones de alumnos nuevos, así como a los empleados que se van incorporando a la institución. La duración y el éxito de los programas ambientales, dependerá del tiempo y los recursos económicos que se le inviertan, así como la constancia con la que se eduque a las siguientes generaciones.

4.2 Programas ambientales impulsados por la UNAM

La UNAM es una institución comprometida con la sociedad y el ambiente, que para fomentar la práctica del aprovechamiento de recursos y el consumo consciente, dentro y fuera de la misma, ha impulsado dos programas de gran importancia; Además, con ellos, abre la posibilidad de vincular a los alumnos de carreras afines, como Biología, Ingeniería Mecánica, Electrónica, Química, Metalurgia, entre otras, ya sea en la planta productiva de BIRSMA o con las labores en el caso de ECOPUMA, ello con el fin de promover la conservación del ambiente y el desarrollo de la creatividad e inventiva, en la investigación al manejo e industrialización de los residuos sólidos, así como en el consumo responsable de los recursos.

En ambos proyectos se considera que el tratamiento ideal para la disminución de los residuos orgánicos, es el compostaje, pero no se tienen datos precisos de cómo es que se lleva a cabo, ni de que manera la comunidad universitaria se involucra con ello, por lo que se deduce que los únicos alumnos que están en contacto directo, son aquellos que hacen sus aportaciones mediante la investigación.

4.3 Biotecnología Integral de los Residuos Sólidos Municipales y Agroindustriales (BIRSMA)

En el 2007 la UNAM, a través del Instituto de Geología (IG) y el Sector de las Industrias de Bienes de Capital de la Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (Canacintra), firmaron un convenio de colaboración para crear la infraestructura nacional del proyecto Biotecnología Integral de los Residuos Sólidos

Municipales y Agroindustriales (BIRSMA). Dicho proyecto está enfocado a resolver el problema del manejo inadecuado de la basura, convirtiéndola en un recurso aprovechable. Por lo tanto, los beneficios de este trabajo son que se disminuya el impacto ambiental y se generen nuevos productos.

El proyecto contempla seis etapas:

- Hacer un estudio preliminar que comprende el análisis de la problemática de la basura en cada demarcación
- Elaboración de un proyecto ejecutivo de la planta para el manejo biotecnológico integral de los residuos sólidos que se generan y de los agroindustriales, el cual comprende diseño arquitectónico y tecnológico de la planta de tratamiento.
- Proponer un programa de asesoramiento y supervisión para la construcción de la planta
- Proponer una campaña de educación ambiental y concientización ciudadana, enfocada a todos los niveles de la población escolar y a la ciudadanía en general.
- Programa de asesoramiento para la puesta en marcha y funcionamiento de la planta, así como entrenamiento del personal a cargo de la operación de la misma
- La realización de proyectos de investigación y vinculación con los sectores académicos y productivos de la región

De acuerdo con el documento, la UNAM se encarga de atender lo referente a la coordinación general del proyecto, del asesoramiento para el manejo y procesamiento biotecnológico de los RO municipales destinados al composteo, así como a la promoción del uso de compostas como biomejoradores del suelo, con base en el control de calidad de las mismas y en la demostración experimental de sus cualidades en invernadero y campo.

Al Sector de las Industrias de Bienes de capital de la Canacintra le corresponde la organización y promoción de los servicios de diseño, asistencia técnica, construcción, así como la puesta en marcha de la maquinaria y equipos requeridos

para el manejo de los residuos sólidos municipales y agroindustriales (RSMA), así como para su transformación o reciclaje, de acuerdo con los requerimientos de cada jurisdicción, y mantener al día la base de datos de la industria nacional relativa estos dos ramos.

4.4 Programa Universitario del Medio Ambiente (ECOPUMA)

En el 2009 la UNAM impulsó el proyecto ECOPUMA, como solución a los problemas que enfrenta México en materia de conservación ambiental. El objetivo principal es reducir el impacto de esta casa de estudios en materia ambiental, alentar los estudios relacionados con la generación de tecnologías que reduzcan dicho impacto, así como generar un espacio de educación y cultura en este campo. Dicho proyecto abarca el ahorro, manejo y consumo de agua y energía, el tratamiento y disminución de residuos; la mejoría en la calidad del aire y movilidad; la conservación de áreas verdes; la difusión de compras verdes, esto se refiere a la adquisición de materiales con menor impacto ambiental y el impulso a la administración electrónica, esto significa, reducir el uso de papelería en trámites y otras operaciones.

Entre sus objetivos está el generar ahorros de 50 por ciento en el consumo de agua potable, con el reemplazo de mobiliario y equipo en sanitarios y otros espacios; disminuir el gasto de energía eléctrica mediante el uso de tecnología y el aprovechamiento de la luz solar; realizar compras verdes; mejorar el sistema de separación de residuos sólidos; ampliar las áreas verdes; incentivar entre los universitarios el uso de medios de transporte no contaminantes y ampliar la capacidad de la planta de composta de Ciudad Universitaria.

4.5 Acciones en la FES-I

4.5.1 Programa de Fortalecimiento de la Identidad y el Ambiente (PROFIA)

En 1994 en la UNAM, Campus Iztacala, se estableció un programa estratégico institucional denominado Programa de Fortalecimiento de la Identidad y el Ambiente (PROFIA), el cual fue formado por un equipo multidisciplinario de investigadores ambientalistas (administradores, arquitectos, biólogos, enfermeras, médicos, odontólogos, y psicólogos) algunos de ellos con estudios de maestría y doctorado (Hernández, Silva, Maritza Landázuri, Dra. Rose Eisenberg, María Eugenia Heres, Alejandra Terán, 2002).

Los objetivos generales del programa fueron:

- Aumentar la valoración que la comunidad iztaccalteca y usuarios de los servicios del campus expresan de diversas maneras hacia la propia institución.
- Evaluar las opiniones y manifestaciones conductuales de la comunidad del campus respecto de su ambiente.

PROFIA era una propuesta integral que estaba dividida en cuadro grandes subprogramas o proyectos:

- *Fortalecimiento de la identidad.* Al desarrollar la identidad institucional se pretendió que los iztaccaltecos se sintieran orgullosos de su Facultad y que el ambiente de la misma reflejara el valor que cada persona se da a sí misma. Para concientizar a la comunidad de la problemática ambiental, en el Campus Iztacala se trabajó en el fortalecimiento de la identidad a través de múltiples recursos educativos, con los cuales se promovió el conocimiento de la historia del lugar, sus símbolos y sus valores.
- *Mejoramiento del ambiente.* Este proyecto tuvo como finalidad desarrollar acciones permanentes para mejorar y rehabilitar las instalaciones físicas del Campus, entre ellas: el mejoramiento de las áreas verdes; dignificación de aulas, laboratorios, oficinas, áreas de trabajo y servicios sanitarios; manejo

adecuado del agua; ahorro de energía; manejo de la fauna benéfica y nociva; manejo de los residuos sólidos; manejo de materiales y residuos peligrosos.

- *Jardín Botánico Regional Integral Iztacala (JABRIIZ)*. En este apartado se propuso realizar acciones permanentes de mantenimiento, limpieza, restauración, reforestación y saneamiento vegetal, así como crear en áreas específicas del Campus, un museo de sitio didáctico con zonas de vegetación representativas de los principales ecosistemas del Estado de México.
- *Centro Ecológico de Formación Ambiental Omeyocan, A. C.* En este proyecto, PROFIA se dedicó a la formación ambiental de la comunidad. Omeyocan es un área de bosque de encinos que colinda con el Parque de los Ciervos en la Zona Esmeralda del Municipio de Atizapán de Zaragoza, en el Estado de México; incluye 10 hectáreas cercadas, un arroyo, una zona de campamento, una sala de exposiciones, un foro con servicios y estacionamiento. Es un espacio permanente para actividades recreativas de sensibilización, educación, formación e investigación ambiental para grupos de todas las edades y ocupaciones.

El manejo de los restos de jardinería se solucionaba en la parte del *JABRIIZ*. Para echar a andar esta labor, se le dio capacitación a los jardineros, donde aprendieron el manejo del arbolado, poda, valoración del suelo, entre otras actividades. Por parte de Ciudad Universitaria, se realizó el préstamo de una trituradora para hacer más eficiente el trabajo y el espacio destinado para el composteo, se ubicaba dentro del jardín botánico.

La tarea de los jardineros consistía en reunir el material de poda por zona de trabajo, para después llevarlo al área de compostaje; el material tenía que ser acomodado en pilas para su degradación, el tratamiento de estos montículos, era introduciendo tubos de PVC previamente agujerados, lo que permitía la entrada de oxígeno y al mismo tiempo liberar los gases acumulados en la materia en descomposición (ANEXO, figuras 3 y 4).

El proyecto *JABRIIZ* duró poco más de 4 años y se interrumpió con el paso del tiempo y el desinterés por parte de los implicados en el mismo. De modo que el

tratamiento de los restos de jardinería, se fue desatendiendo hasta que dejó de ser una actividad propia de los jardineros.

En general, el PROFIA es el único antecedente formal que se tiene en la Facultad acerca de la concientización hacia el ambiente. Debido a la manera en que el proyecto se vio finalizado y al tiempo que ha pasado desde entonces, no se tiene registro alguno de los resultados obtenidos durante la realización del mismo. Hasta ahora no se han planeado movimientos que impliquen el adecuado manejo de los restos de jardinería de nuestra Facultad.

4.5.2 Caracterización de los Residuos Sólidos en la FES-I

En el 2011 se llevó a cabo un estudio bajo el título *“Caracterización de los Residuos Sólidos Universitarios de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala–UNAM”*, con base en las NMX-AA-015-1985, NMX-AA-019-1985 y NMX-AA-022-1985, se obtuvo información cualitativa sobre el manejo de los residuos por parte del personal de intendencia de la institución, así como el servicio de limpia del municipio. Los resultados muestran que la composición de los residuos pertenecientes a 300 kg brutos de desechos, divididos en 3 muestras de 100kg que al clasificarse minuciosamente se dividieron de la siguiente manera: la categoría “Otros” fue la que mayor porcentaje reportó (46%), “Papel y cartón” (10%), “Plásticos” (32%), “Vidrio” (6%), “Tetrapak” (3%) y “Metales” (3%). Extrapolando los resultados y tomando en cuenta la información proporcionada por el personal de intendencia, se dedujo que se generan 10 toneladas de residuos semanalmente, es decir, 2 toneladas diarias aproximadamente; de las cuales no se hace ningún tipo de separación o recuperación, por lo que se entregan mezclados al servicio de limpia. También se concluyó que a pesar de que existen contenedores para residuos orgánicos, inorgánicos, papel, PET y pilas, la comunidad en general no posee una cultura de separación y clasificación de los residuos que se generan dentro de la institución (Barroso-Lucero. 2011).

5. OBJETIVOS

Objetivo General

Investigar sobre el manejo de los restos de poda en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES-I), así como sus antecedentes y realizar un análisis sobre la situación actual.

Objetivos Particulares

- ✓ Indagar sobre los planes de separación de residuos sólidos que se han instrumentado en la FES-I.
- ✓ Examinar el manejo de los restos de poda en la Facultad.
- ✓ Estimar la cantidad aproximada de los residuos de poda que se generan en la FESI durante una semana.
- ✓ Comprender la importancia de los planes ambientales y la Educación Ambiental en las Instituciones de Educación Superior.
- ✓ Elaborar una serie de sugerencias para el uso de los residuos de poda

Ante la aguda crisis ambiental que hoy vivimos se espera que las Instituciones de Educación Superior aporten soluciones a la misma y generen alternativas para prevenir nuevos problemas ambientales. La UNAM, es una institución comprometida con la sociedad y con el ambiente, por ello se espera que sus Escuelas, Facultades, Institutos y en general todas sus instalaciones, actúen de manera responsable en materia ambiental. Por esta razón, en el presente trabajo se investigó sobre el manejo de restos de poda y su manejo.

6. ÁREA DE ESTUDIO

La Facultad de Estudios Superiores *campus* Iztacala, se encuentra al este del Estado de México, entre las coordenadas 19° 32' 17" y 19° 32' 44" latitud norte y 99° 12' 11" y 99° 12' 22" longitud oeste, en el Municipio de Tlalnepantla de Baz, al Noroeste de la Ciudad de México. El terreno es de 229,352 m², de los cuales 161,124 m² corresponde a las áreas verdes; se encuentra en un ambiente urbano, a una altitud de 2,250 m.s.n.m. (INEGI, 2012). Con un clima entre templado y semiárido, con pocos días de heladas y granizadas, lo que permite mantener plantas de climas secos a templado semiseco e incluso, con agua de riego a árboles de sitios semitropicales.

Hacia el norte, se encuentra rodeada por un abanico de cerros, que de Este a Oeste son: El Tenayo (2,480 m.s.n.m.), Las Peñas (2,550 m.s.n.m.), Tlayacampa (2,430 m.s.n.m.), El Kilo (2,350 m.s.n.m.), la Sierra de Barrientos (2,470 m.s.n.m.), San Javier (2,370m.s.n.m.), Atizapán (2,440 m.s.n.m.) y el Cerro Calacoaya (2,530 m.s.n.m.). Los tres primeros son parte de la Sierra de Guadalupe y los últimos son los bordes inferiores de la Sierra de Monte Alto (la porción denominada localmente como Monte Bajo); sierras que están incluidas en la provincia fisiográfica del Eje Volcánico Transversal (INEGI 2012) y forma la microcuenca del antiguo río de Tlalnepantla, el cual desembocaba a la Laguna de México.

La FES Iztacala es uno de los pocos espacios que cuentan con áreas verdes dentro del municipio de Tlalnepantla. En cuanto a la vegetación, un levantamiento de censo florístico, reportó que durante el período 1996-97 existía un total de 3,635 individuos de plantas leñosas cultivados. El conjunto de éstos se encuentra representado por 72 especies, agrupadas en 54 géneros y 39 familias. Se halló que la forma de vida arbórea domina con respecto a la forma de vida arbustiva con un 80.3% y un 19.7% respectivamente (Sandoval y Tapia, 2000).

En general, a las especies se les divide en categorías según la cantidad de follaje que pueden perder en la temporada de mayor agobio hídrico del año en:

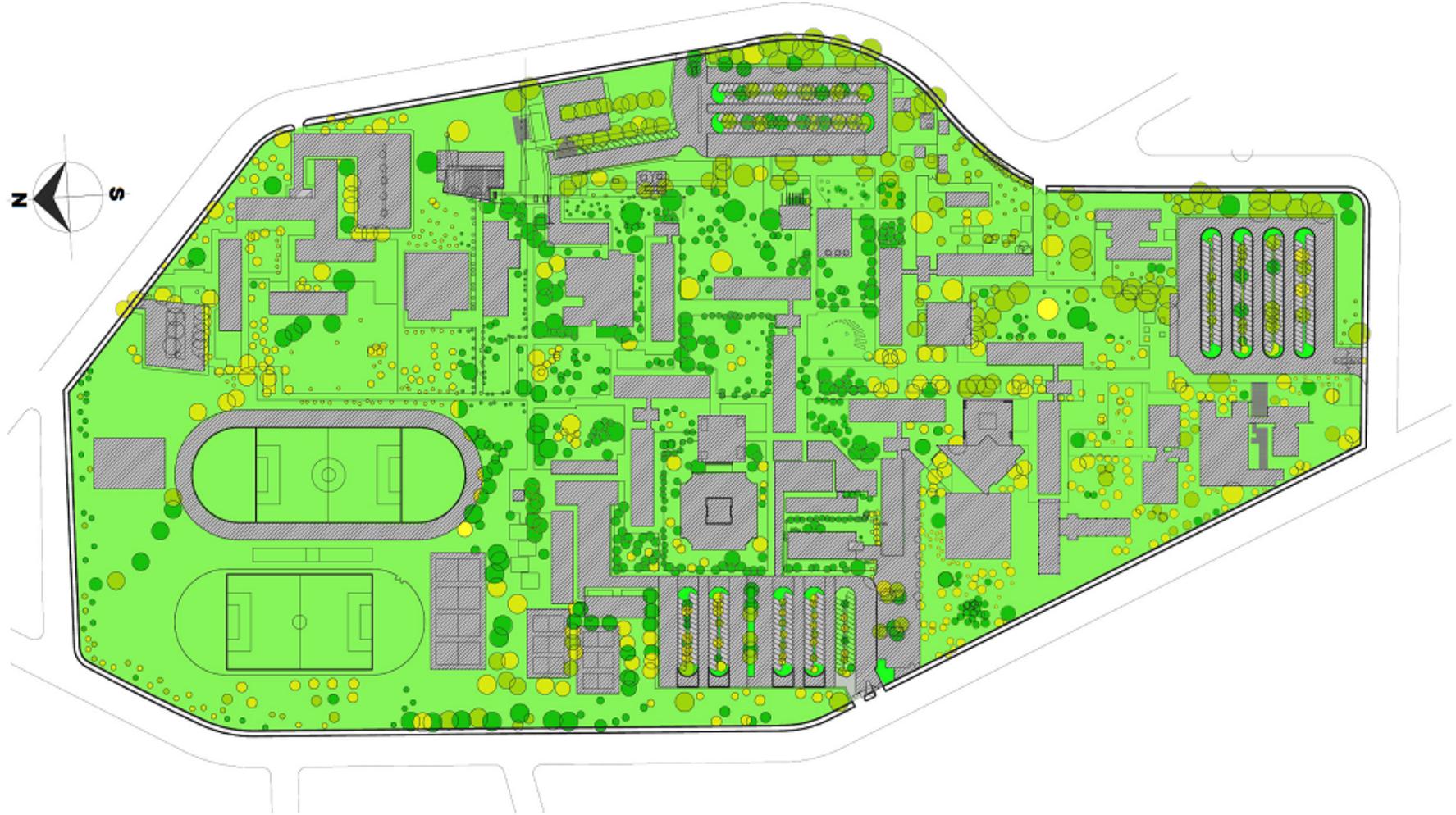
Especies perennifolias. Cuyo follaje es permanente, o siempre verde, existen 38 especies (52.7%) en la FES Iztacala, algunos ejemplos son: Bugambilia, trueno, alcanfor, limón, pirul, sotol, yuca, entre otros.

Especies subperennifolias. Son los individuos que pierden su follaje parcialmente en determinada época del año. En la FESI sólo existen 13 especies (18%), ejemplos de ellos son: Ahuehuete, huela de noche, sauce llorón, encino, eucalipto, capulín, fresno, etc.

Especies caducifolias: Existen 21 especies (29.2%) que pierden totalmente su follaje en determinada época del año. Algunas de ellas son: Colorín, jacaranda, álamo negro, manzano, ciruelo, chabacano, tejocote, entre otras.

De acuerdo con el INIFAP (2012) existen diferentes categorías de poda, tales como la severa (poda inadecuada que generalmente elimina troncos o ramas principales), ordinaria (despunte o eliminación de ramas que desproporcionan la forma típica de copa de la especie), topiaria (ornamental o artístico) y adecuada (respeta los cánones de una buena poda en la especie). La poda que se practica con mayor frecuencia en la Facultad es la ordinaria, donde 52.9% de los individuos podados la presenta. La poda de tipo severo aparece en el 16.4%, la topiaria en el 17%. Éstos porcentajes contrastan con el insignificante 0.2% de individuos podados a los que les fue aplicada una poda adecuada.

En el 2012 la Facultad contaba con una población, repartida entre profesores y alumnos, de alrededor de 16,500 individuos. En esta se imparten carreras de la rama Médico-Biológicas, como Biología, Enfermería, Médico Cirujano, Odontología, Optometría y Psicología. En lo correspondiente a servicios de Intendencia y jardinería, la escuela cuenta con 5 jefes de servicio, que tienen a su cargo alrededor de 27 trabajadores, divididos en dos turnos, lo que da aproximadamente de 150 auxiliares de intendencia, que dan servicio a la FES-I acumulando los residuos de los salones, baños y áreas comunes para posteriormente depositarlos en el sitio de disposición final denominado "Artesa" donde se acumulan todos los residuos antes de ser recogidos por el servicio municipal de limpia, el cual ocurre en el lugar dos o tres veces por semana. En cuanto a las áreas verdes, son cerca de 25 ó 30 jardineros los que se hacen cargo de darle mantenimiento al área de jardines.



Plano de la FES-I proporcionado por la Dirección General de Obras de la UNAM, 2012.

7. RESTOS DE JARDINERÍA EN LA FACULTAD

La superficie de áreas verdes es de 161,124 m² lo que corresponde al 70% aproximadamente del área total de la Facultad; está dividida en 5 áreas, cada una tiene a su cargo un jefe de servicio, quienes en conjunto coordinan el trabajo de entre 25 y 30 jardineros. A éstos últimos, se les asignan áreas y tareas con la misma carga de trabajo, que consiste en darle mantenimiento a las áreas verdes, mediante su limpieza y riego diario, la poda periódica de pasto, arbustos y árboles; así como el mantenimiento de jardineras, plazuelas y pasillos etc.

Los trabajadores tienen la tarea diaria de juntar los residuos de poda y apartarlos de los restos inorgánicos, en la artesa ubicada en el estacionamiento oriente (ANEXO, Figura 5), a pesar de que cuenta con una capacidad volumétrica de 94.87m³, la cual no siempre es suficiente y debido a la distancia que se debe recorrer para depositarlos, ha sido necesario improvisar un tiradero frente a las canchas, donde se acumula entre el 20% y el 30% del total aproximadamente. Se entiende entonces, que la responsabilidad de mantener los restos orgánicos e inorgánicos en sus respectivos tiraderos y de manera aislada, es de los trabajadores.

La realidad es que en ambos tiraderos, es común ver que la fracción orgánica llegue contaminada con desechos de plástico, papel y otros; asimismo, se presenta el caso de que el material inorgánico llega contaminado con hojarasca y otros restos orgánicos. Esto se debe a que la separación de lo que consideramos basura, no se lleva a cabo de manera estricta o formal, por lo que el error se comete de muchas maneras; por parte de toda la comunidad (estudiantes, profesores, trabajadores y vecinos), al colocar los desperdicios en los botes equivocados, e incluso, por no depositarlos en los botes y dejarlos en cualquier área común. Por parte de los empleados, que al encontrar los desechos mezclados, no hacen mayor esfuerzo para separarlos, ya sea por falta de tiempo, pereza o apatía respecto de la situación. Y finalmente por parte de las autoridades, que hasta ahora muestran un interés nulo ante la circunstancia de la separación de residuos, pues no existe ningún tipo de programa acerca de ello.

Para la disposición final, la Facultad solicita el servicio de colecta a una empresa privada, quien se encarga de recoger los desechos de jardinería. Los períodos de colecta varían según la cantidad que se genera durante la semana, lo que depende de la época estacional del año (ANEXO, Figura 6).

8. METODOLOGÍA

Se realizaron entrevistas a académicos como investigación acerca de las actividades relacionadas con el manejo de restos de poda, así como el manejo de otros residuos dentro de la FES Iztacala.

Para la cuantificación de los restos de poda se trabajó durante los días 26, 29, 30 y 31 de Octubre y 5 de Noviembre, con base en la NOM-AA-61-1985 Protección al Ambiente -Contaminación del suelo -Residuos Sólidos Municipales -Determinación de la Generación. Las jornadas fueron de 5 horas, de 9 am – 2 pm, se estableció el horario de acuerdo a las actividades de los trabajadores. Los datos fueron registrados en dos sitios de manera simultánea, uno de ellos es la Artesa, donde se acumulan de forma separada los restos de poda y los demás desechos. Para cuantificar el material orgánico, se utilizó una báscula de 200 kg, todo el material fue pesado como se entregaba, en caso de que viniera en carretilla o carrito volteador, éstos se pesaban vacíos para poder descontar su peso; si el material lo presentaban revuelto, se hacía una aproximación en porcentaje de los restos contenidos. El otro “tiradero”, es un espacio ubicado frente a las canchas y adaptado de manera provisional donde se amontonan únicamente restos de poda; se decidió que por ser el lugar que menos desechos recibe y debido a la falta de herramientas, el peso se calculó de manera aproximada y con ayuda de los trabajadores.

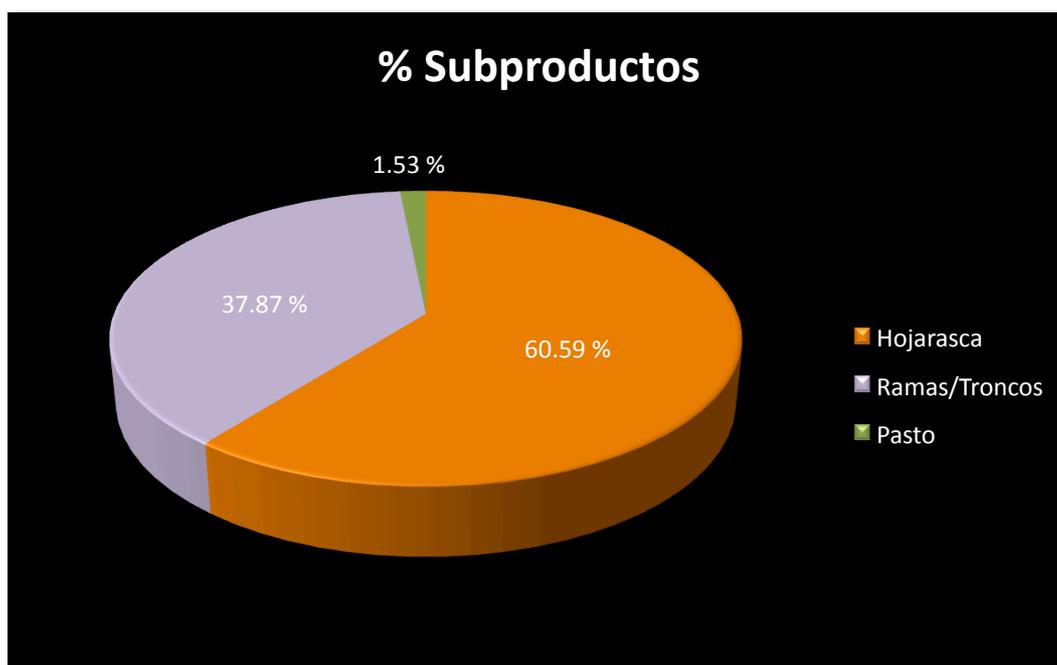
Una vez terminados los días de muestreo, se organizaron los datos por zona de colecta para su posterior análisis.

9. RESULTADOS

Restos de poda

La cuantificación de los restos de poda se realizó durante cinco días hábiles con base en la NOM-AA-61-1985 Protección al Ambiente -Contaminación del suelo - Residuos Sólidos Municipales -Determinación de la Generación.

Durante los cinco días se recibieron en total 230.2 kg de restos de poda, de los cuales el 60.59% corresponde a la hojarasca, el 37.87% a las ramas y pedazos de troncos pequeños, mientras que el 1.53% al pasto (Gráfica 1).



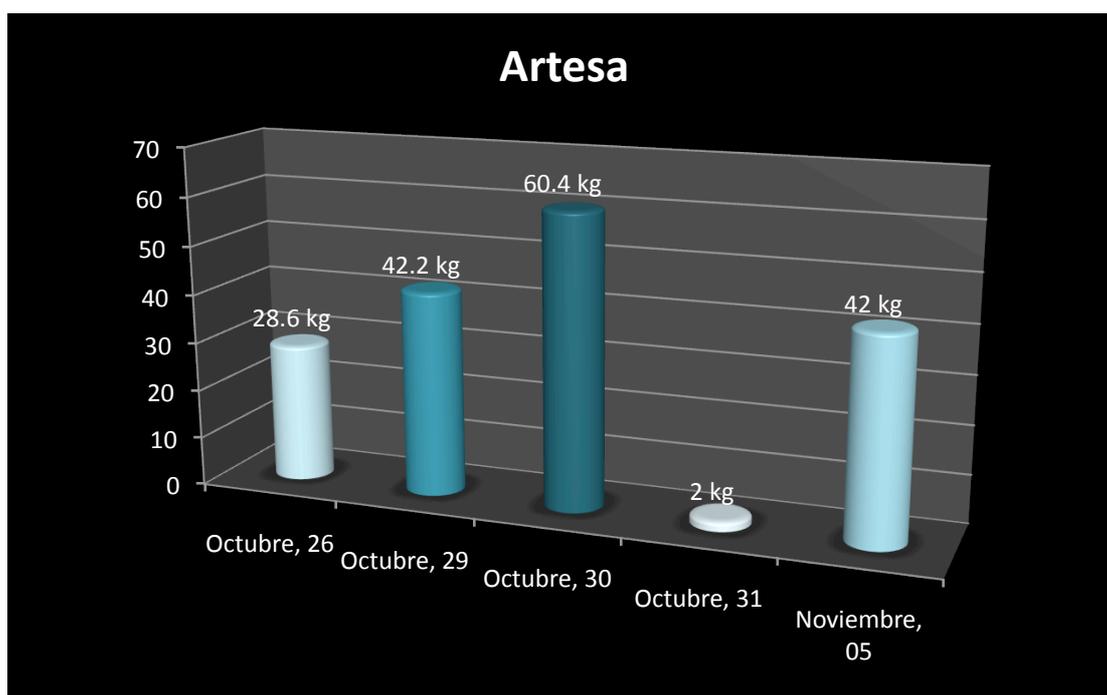
Gráfica 1. Porcentaje de subproductos de la poda de las áreas verdes en la FESI.

En la siguiente imagen (gráfica 2) se comparan las cantidades en kg de material orgánico recibido, clasificado por tipo de residuo.



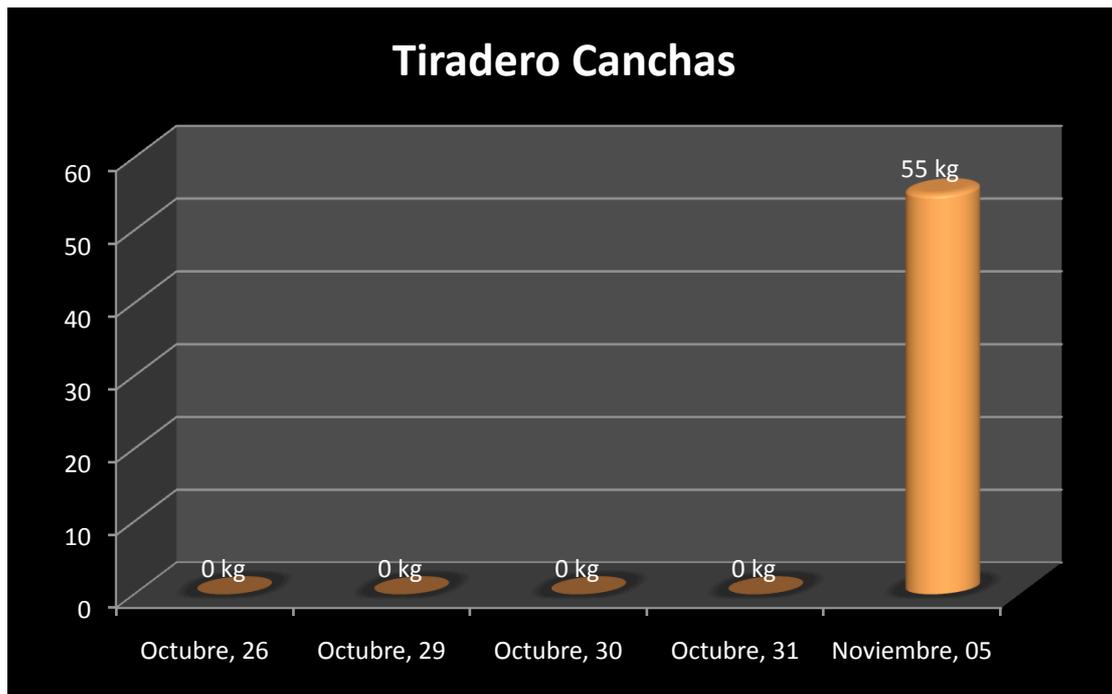
Gráfica 2. Tipo de residuo expresado en Kg.

La artesa, por ser el lugar oficial donde se depositan los desechos, fue el sitio en el que más residuos se recibieron. Los pesos registrados fueron 28.6 kg el viernes 26 de Octubre, 42.2 kg el lunes 29 de Octubre, 60.4 kg el martes 30 de Octubre, 2 kg el miércoles 31 de Octubre y 42 kg el lunes 05 de Noviembre (Gráfica 3). Se cree que el viernes 26 de Octubre y miércoles 31 de octubre se recibió menos cantidad porque los días siguientes fueron de descanso, en el primer caso, el fin de semana y en el segundo, dos días de asueto además del fin de semana.

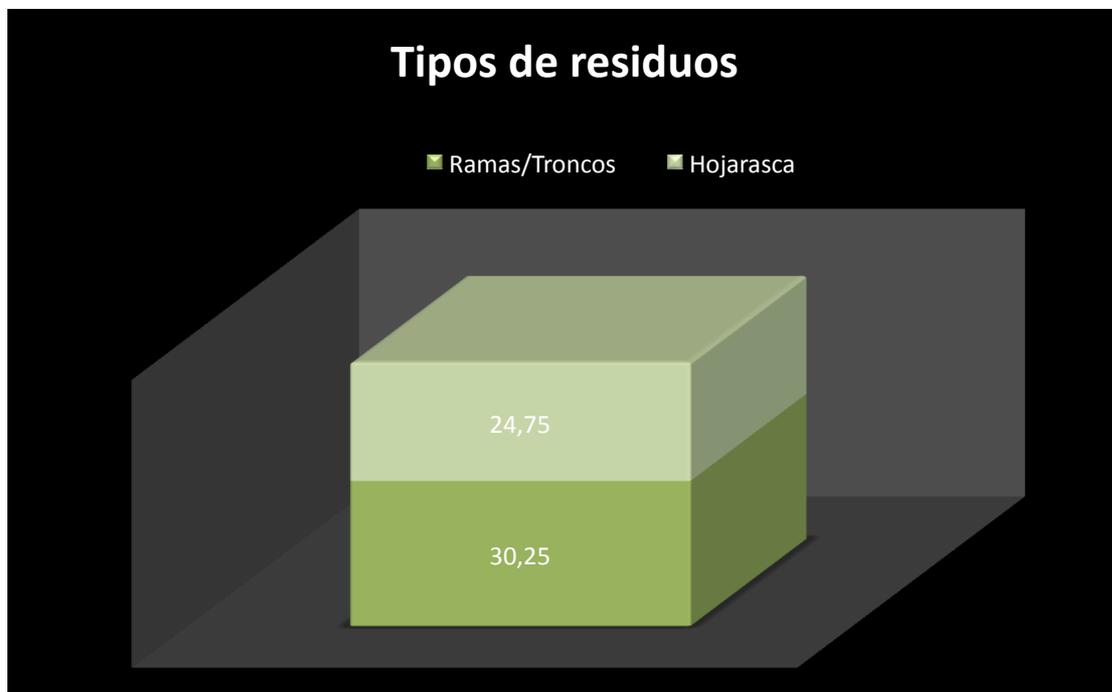


Gráfica 3. Restos de poda recibidos en la artesa.

En el tiradero ubicado en la zona de las canchas, sólo se recibió material orgánico el día 05 de noviembre (Gráfica 4). Fueron cuatro registros los que se hicieron con ayuda de los trabajadores, en total se calcularon 55kg, de los cuales se deduce que 30.25kg son de ramas y troncos, mientras que los otros 24.25kg fueron de hojarasca (Gráfica 5). En este caso, durante los 5 días de registro no se recibieron restos de pasto, esto debido a que había terminado la temporada de lluvias, por lo que el crecimiento del pasto es más lento y los períodos de poda son más largos.

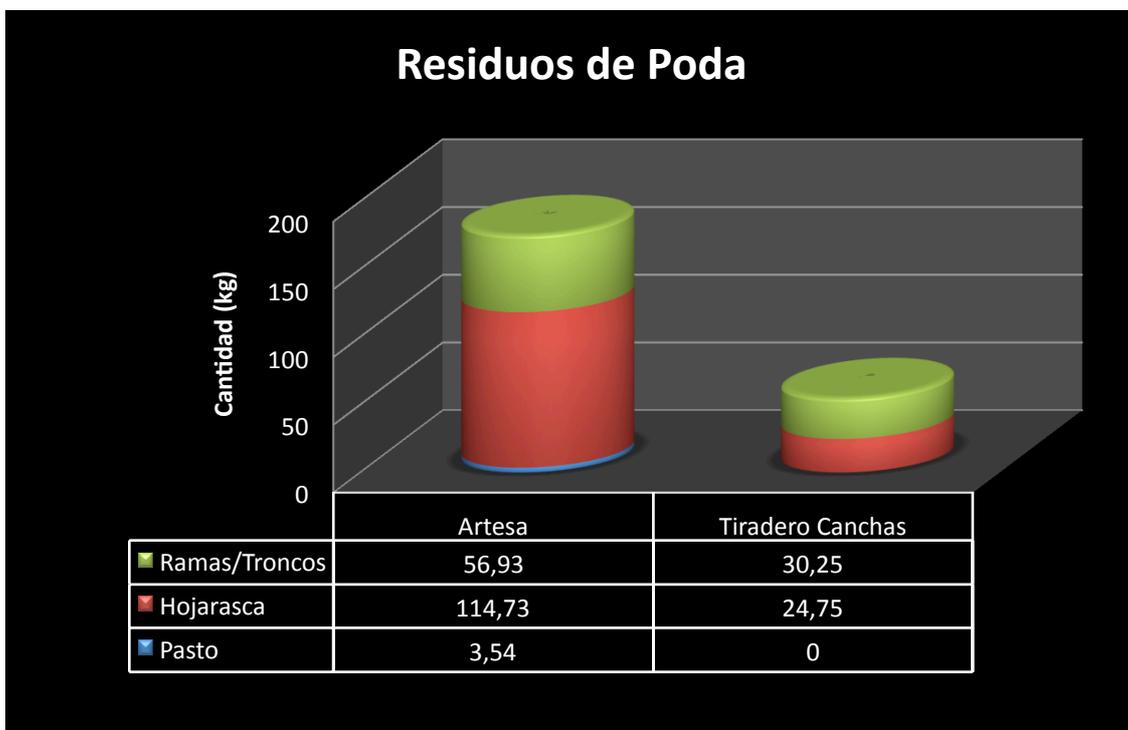


Gráfica 4. Restos de poda recibidos en el tiradero canchas.



Gráfica 5. Tipos de residuos recibidos en el tiradero de la zona de las canchas.

De ambas zonas, en total se recibieron 230.2 kg de restos de poda, de los cuales el 76.10% corresponde al material acumulado en la artesa y el 23.89% restante, fue el material depositado en el tiradero de las canchas (Gráfica 6).



Gráfica 6. Material orgánico total.

Otros residuos en la FES Iztacala

Acopio de PET, pilas y papel

En la Facultad hay acciones que se llevan a cabo de manera voluntaria entre alumnos y profesores, por lo que no hay algún tipo de lineamiento. El Biólogo Carlos Palacios es quien se encarga de la dirección respecto al manejo de los tres materiales.

En el 2009 se empezó a promover dentro de la Facultad la colecta de pilas usadas, la comunidad en general fue quien tuvo la iniciativa de traer las pilas y colocarlas en contenedores improvisados (ANEXO, Figura 7). La propuesta fue aceptada por estudiantes, trabajadores y hasta vecinos de la comunidad, el problema que presentaba dicha iniciativa, es que no había personal que llevara las pilas a algún destino apropiado, por lo que se fueron acumulando sin saber cuál sería su disposición final. Cuando el profesor Palacios recibió la orden administrativa acerca de la gestión, ya se habían acumulado 600 kg de pilas, de los cuales, 300 kg fueron llevados a Ciudad Universitaria, donde también se realizaba un acopio, pero la cantidad era excesiva, entonces le recomendaron que llevara los residuos colectados directamente a la Secretaría del Medio Ambiente, donde se entregaron los otros 300 kg.

Debido a que no encontraron una institución que recibiera las pilas, fueron retirados los contenedores de la Facultad. A pesar de ello, la gente continua colocándolas en los lugares donde estaban los contenedores. Por ello, el Biólogo Palacios solicitó al Gobierno de Tlalnepantla la colocación de un contenedor oficial para baterías. Dicho contenedor fue colocado en el 2011, en la entrada principal de la Facultad, para que vecinos de la comunidad, así como estudiantes y trabajadores depositaran sus pilas. El Ayuntamiento era el encargado de recoger de manera periódica las baterías, para después llevarlas al lugar de disposición final. En el mismo año, se retiró el contenedor, debido a trabajos de remodelación de la entrada principal de la Facultad, una vez terminados los trabajos, no se volvió a colocar el contenedor.

El origen del acopio de PET es un caso similar, ya que su colecta empezó por iniciativa propia de la comunidad y de los estudiantes, quienes colocaron contenedores exclusivos para botellas de PET, pero sin la consciencia de cuál sería su destino final. Las botellas se fueron acumulando hasta generar un problema, pues la cantidad era excesiva, en junio del 2009 se puso a cargo al Biólogo Palacios para que organizara el material (ANEXO, Figura 8). Para remediar el problema, transitoriamente, el PET fue acumulado en un almacén del invernadero y cuando se juntaron 400 kg fue retirado. Actualmente, se siguen acumulando las botellas de PET y periódicamente se canalizan al lugar correspondiente.

Por otro lado, para el acopio de papel si existe una estructuración en la que se sabe cuál será el destino final de dicha colecta. La actividad se emprendió en Junio del 2010, mediante el envío de una circular a todos los departamentos, administrativos y académicos, donde se les avisó que se llevaría a cabo la colecta del papel, para así disminuir la cantidad de residuos generados en la Facultad.

El papel que se acumula es vendido a un depósito de reciclaje y el dinero que de ahí se obtiene se utiliza para manutención del mismo proyecto.

Degradación de los residuos sólidos del cigarrillo por el crecimiento de *Pleurotus ostreatus* y *Trametes versicolor*

Una parte importante de la basura que se encuentra en áreas urbanas está formada por los filtros de los cigarrillos, también conocidos como colillas, los cuales están hechos de acetato de celulosa y están diseñados para retener alquitrán y otros componentes tóxicos. Los filtros de los cigarrillos no son biodegradables, por lo que permanecen durante décadas en el ambiente antes de llevarse a cabo una degradación. Estos filtros contaminan el ambiente cuando sus miles de compuestos tóxicos que contienen son arrastrados hasta un cuerpo de agua deteriorando así la calidad de la misma o son filtrados en el subsuelo; otro problema de contaminación es debido a la cantidad de residuos sólidos que se genera.

Ante este problema, se realizó una investigación sobre la capacidad de los hongos lignocelulósicos como tratamiento de biorremediación para degradar las colillas.

En diciembre del 2008 se inició un proyecto de tesis que consistía en la colecta de filtros de cigarrillos para su posterior degradación, ésta última se llevaba a cabo mediante biorremediación con dos hongos basidiomicetos, *Pleurotus ostreatus* y *Trametes versicolor*. La tesis fue realizada por Leopoldo Benítez G. alumno de la carrera de Biología, con el asesoramiento del Biólogo Víctor Manuel Esparza M., de la M. en C. Irma Delfín Alcalá y de la Dra. Rose Eisenberg.

Inicialmente se hacían colectas manuales de las colillas, pero era una labor pesada, por lo que se construyeron y distribuyeron contenedores reutilizando botellas de PET, los cuales sirvieron para el acopio de los filtros. Con dicho acopio también se pretendía promover la educación ambiental dentro de la Facultad, enfatizando la importancia de separar estos residuos sólidos. Durante el tiempo de colecta se acumularon un total de 8 kg de colillas, las cuales fueron sometidas a distintos tratamientos y según los resultados, se concluyó que *Pleurotus ostreatus* es mejor degradador que *Trametes versicolor* (Benítez G., Esparza M. 2009).

Lombricompostaje

En el Bioterio se desechan aproximadamente 200 Kg. de aserrín a la semana, a los cuales se manejan como desechos municipales. Por eso que surgió la idea de darle tratamiento al aserrín y así disminuir considerablemente la cantidad de desechos generados en el Bioterio, a través del lombricompostaje. Es así como Manuel López, biólogo egresado en el año 2004 y quien actualmente trabaja en el Bioterio, inició una labor independiente en la que ha intentado producir composta a través de las lombrices; el proceso lo lleva a cabo colocando el aserrín en cajas de plástico, que son desperdicio del Bioterio; una vez iniciado el proceso de descomposición agrega las lombrices para que empiecen a degradar el resto del material (ANEXO, Figuras 9, 10 y 11). Las lombrices las obtuvo por cuenta propia y ha ido aumentando su población a través de la reproducción, pero debido a la falta de presupuesto, espacio, material y ayuda, el tratamiento ha sido suspendido o retrasado en repetidas ocasiones, lo que ha hecho que la propuesta no sea exitosa ni apoyada.

10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La FES Iztacala es uno de los pocos espacios dentro del municipio de Tlalnepantla que cuenta con áreas verdes, es por ello que se analizó la situación del manejo de los restos de poda, ya que al ser una institución que forma profesionales dentro de las ciencias biológicas debería estar comprometida con sus acciones y dar soluciones a problemas ambientales.

En este estudio, el hecho de que se haya recibido principalmente hojarasca (60.59%) es debido a las condiciones naturales correspondientes a la época del año; según datos del sistema meteorológico, el otoño comenzó el 23 de septiembre de 2012, durante ésta época los árboles caducifolios, como son el colorín, la jacaranda, el ciruelo, entre otros, reducen su actividad fotosintética en respuesta a la reducción en horas de luz que tienen disponibles, además cambian el potencial hídrico del suelo, lo que dificulta la absorción radicular, el resultado visible es la pérdida de hojas en éstos árboles. De manera general, los estudios de generación de RSU en México, reportados por la SEMARNAT indican que en verano-otoño la temporada en la cual aumenta la cantidad de residuos orgánicos generados, por un lado hay mayor disponibilidad de frutos que se consumen y también como respuesta a las condiciones climáticas aumentan los restos de jardinería (SEMARNAT, 2012).

Por otro lado, la cantidad de pasto que se recibió fue escasa, pero no por ello insignificante, esto quizá se debió a que durante el registro de datos la temporada de lluvias estaba finalizando (CONAGUA, 2013), lo que disminuye en forma considerable su crecimiento y se ve reflejado en la cantidad de césped que se poda.

Durante los 5 días se recibieron un total de 230.2 kg de restos de jardinería, comparando éstos resultados, con los del estudio hecho en la UAM-Azcapotzalco, donde se llevó a cabo la misma metodología bajo las mismas condiciones y durante la misma época del año, pero con una modificación en la NOM-AA-61-1985, ajustándola a 4 días; podemos observar que nuestros registros representan apenas el 13.91 % de los 1654.1 kg acumulados en dicha institución. Extrapolando los registros, podemos inferir que durante la época otoñal se separan más de 26 mil kg

de restos de poda en la UAM Azcapotzalco, mismos que son cedidos al sistema de recolección de basura del DF para ser aprovechados en los programas ambientales del gobierno. Mientras que en la FES Iztacala se acumulan aproximadamente 3683 kg durante la época otoñal, los cuales son entregados al sistema de recolección particular.

Estos resultados solo confirman la necesidad de un instrumento de manejo de restos de poda, pues a pesar de que en la UAM Azcapotzalco su programa funciona un 60%, la cantidad que se canaliza al gobierno del DF disminuye en gran medida el impacto de la institución. En contraste, nos damos cuenta que en la FES Iztacala es considerable la cantidad de material orgánico que se pierde, debido a su mal manejo; si las autoridades ponen atención en ésta área, su impacto ambiental disminuiría en gran medida y quizá no representaría el mismo gasto económico

Se observó que existen diversas causas por las que no se obtuvieron datos reales de la cantidad de restos generados durante el estudio, la mayoría ocasionadas por la falta de interés, así como la incompetencia de los trabajadores, generados por la falta de capacitación respecto al tema.

Entre esas razones encontramos que los trabajadores llevan a la artesa sólo los restos de jardinería reunidos en las áreas verdes, esto quiere decir que la hojarasca que se acumula en los pasillos y áreas abiertas de la Facultad, se barre y se recoge con los desechos inorgánicos, para después depositarla en la basura con todo lo demás y no con la fracción orgánica como deberían hacerlo (ANEXO, Figuras 12 y 13).

Otra de las razones es porque algunos de los trabajadores modifican sus actividades durante sus horas de servicio, dicho de otra manera, dejan acumular sus faenas al término de su jornada laboral para obtener un beneficio económico a través de las horas extra, hábitos que afectaron el registro de los datos, pues el estudio se planeó durante las horas laborales.

11. CONCLUSIONES

Lo ambiental no es una moda ideológica, sino un potencial de desarrollo que demanda su derecho de ciudadanía y un pasaporte para transitar libremente por las fronteras tradicionales del conocimiento. Corresponde a las universidades buscar las formas operacionales para dar cauce al potencial ambiental en los diferentes contextos universitarios.

La incorporación de la temática ambiental en las funciones universitarias y la internalización de la dimensión ambiental en la producción de conocimientos, replantea la problemática interdisciplinaria de la investigación y la docencia, y en este contexto, la responsabilidad de las universidades en el proceso de desarrollo de nuestros países. Dicho de otra manera, la introducción de la educación ambiental en el nivel de educación superior obliga a replantear el papel de la universidad en la sociedad.

Si bien, las Instituciones de Educación Superior en nuestro país, han tenido crecientes aportaciones a la solución de la problemática ambiental, ya sea a través de la docencia, la investigación o la difusión, se requieren esfuerzos integrales para lograr un mayor impacto. En particular, en la FES Iztacala, es necesario que se empiecen a dar soluciones viables a problemas ambientales, por lo que es imprescindible que exista iniciativa por parte de las autoridades y se planeen soluciones de manera integral e interdisciplinaria.

El desarrollo del conocimiento ambiental en las universidades es una tarea prioritaria por el alto valor social que contiene y enfrentar la crisis ambiental en los países latinoamericanos, constituye un verdadero reto, ya que no sólo comprende la dimensión económica, pues es esencialmente un fenómeno cultural, en donde se estructuran problemáticas además de las económicas, sociales y políticas; lo que lo hace más complejo y de poco interés para muchas instituciones, ya que tanto la sobrevivencia, como el futuro desarrollo de las sociedades dependen en gran medida de la respuesta científica que se dé a la crisis ambiental.

Para lograr esto es importante que la FES Iztacala de cabida a la dimensión ambiental en el campo de la investigación y de la formación profesional no como un área más del conocimiento, sino como parte sustantiva de sus funciones sociales.

Ello significa establecer estrategias de investigación ambiental básica y aplicada a partir de su vinculación con las problemáticas ambientales que aquejan a todos los sectores que integran a la sociedad civil, para asegurar que la producción del conocimiento ambiental se realice con base en las demandas reales y potenciales de los problemas ambientales que se generan en el medio natural o social. Asimismo, es importante establecer diferentes mecanismos a fin de que estos conocimientos generados en el mundo académico se transfieran a la sociedad en su conjunto para que impacten en los patrones de producción y consumo y en el estilo de vida social.

Para dar respuesta a dichos problemas, la Facultad debe incluir estrategias de formación ambiental y de investigación educativa que concluyan con el diseño de un Plan Ambiental Institucional. Un área de interés y con sentido de urgencia en la FESI es el manejo de residuos sólidos, en particular, el manejo de restos de poda, ya que minimizaría de forma importante el impacto ambiental de la institución.

Es importante desarrollar programas ambientales interdisciplinarios para fortalecer el campo profesional, así como restituir la participación social de la FES Iztacala en cuestiones ambientales. Para lograr esto es necesario que cada universidad o facultad inicie y desarrolle un proceso de análisis de su proyecto de formación profesional que incluya desde el perfil profesional, el currículum, los métodos de enseñanza, hasta la estructura académico-administrativa que forma parte de un proyecto de formación profesional.

Es evidente que la comunidad iztacalteca lleva a cabo buenas acciones, pero al no estar cimentadas en proyectos bien planteados, dan origen a problemas de mal manejo de residuos dentro de la Facultad, lo que a su vez, genera escepticismo y frustración en aquellas personas que creyeron o apoyaron éste tipo de iniciativas, lo que ocasiona que la gente deserte, dando por hecho que no generan cambio alguno y que lo que se hace es inservible.

Es necesario que las autoridades contemplen el adecuado manejo de los restos de poda, la FESI es una institución que genera grandes cantidades de desechos, por lo que se sugiere hacer un estudio detallado de generación de los residuos sólidos, para poder diseñar un programa integral para su manejo.

Es aconsejable que se elabore un estudio actualizado de la flora de la Facultad, para tener conocimiento exacto de los organismos vegetales, así como la superficie actual de áreas verdes.

Se recomienda, realizar la metodología del presente trabajo en las distintas épocas estacionales, para obtener información de la generación de restos de jardinería durante todo el año y saber en números reales, cual es la cantidad que se genera y así poder diseñar un programa de manejo de acuerdo a las características y necesidades de la Facultad.

REFERENCIAS

- ❖ Aragón L., Silva A., (2002). *Evaluación psicológica en el área educativa*. Ed. Pax México, México. pp.175-207
- ❖ Barroso-Lucero C. R., (2011). *Caracterización de los Residuos Sólidos Universitarios de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala – UNAM*. (Tesis de Licenciatura en prensa). Universidad Nacional Autónoma de México.
- ❖ Benítez G. L. J. L., Esparza M. V. M, (2009). *Degradación de los residuos sólidos del cigarrillo por el crecimiento de *Pleurotus ostreatus* y *Trametes versicolor**. En Primer Encuentro Nacional de Expertos de Residuos Sólidos, UNAM Campus Iztacala, Estado de México, México.
- ❖ Bravo M. M. T. (2003). *Las instituciones de educación superior se organizan para participar en el cambio ambiental: El Complexus*. Publicado en Revista *Agua y Desarrollo Sustentable*. No 8, Octubre de 2003. Gobierno del Estado de México. Pp. 22-24.
- ❖ Bravo M. M. T. (2007). *Perspectivas estratégicas de los Planes Ambientales en las Instituciones de Educación Superior*. En IX Congreso Nacional de Investigación Educativa. Mérida, Yucatán.
- ❖ Cortinas de Nava, C., (2001). *Hacia un México sin Basura. Bases e implicaciones de las legislaciones sobre residuos*. Editado por el Partido Verde Ecologista de México. Primera Impresión.
- ❖ *Desarrolla la UNAM sistema para el manejo biotecnológico de los residuos municipales y agroindustriales*. [En línea]. [Consultado el 02 de marzo de 2010] Disponible en: <http://www.biopps.com/article.php/biotechnological-residues>

-
- ❖ Espinosa, V., R., M., Marion, S., T., De La Torre, V., A., Vázquez, S., R., C., Delfín, A., I., (2008). *INTEGRAL MANAGEMENT OF SOLID WASTES IN A MEXICAN UNIVERSITY*, XXXI CONGRESO INTERAMERICANO AIDIS, Santiago, Chile.
 - ❖ *Firman convenio UNAM y Canacintra para reciclar residuos sólidos*. [En línea]. [Consultado el 02 de marzo de 2010] Disponible en: <http://noticias.universia.net.mx/vida-universitaria/noticia/2007/02/02/firman-convenio-unam-canacintra-reciclar-residuos-solidos.html>
 - ❖ Gascón C. (2007). *Condicionantes medioambientales, sociales y económicos de la reutilización y reciclado de residuos*. (Tesis de Doctorado – Universidad Politécnica de Madrid). [En línea]. [Consultado el 14 de febrero de 2010] Disponible en: http://oa.upm.es/886/1/MANUEL_GASCON_CERVANTES.pdf.
 - ❖ González G., E. (1989). “La Carta de Bogotá sobre universidad y medio ambiente.” En Revista de la Educación Superior. México, ANUIES. Núm. 71. pp. 81- 88.
 - ❖ Hernández, C., M., G., Silva, R., A., Landázuri, O., A., M., Eisenberg, W., R., Heres, P., M., E., Terán, A. Del R., A., (2002). *Evaluación ambiental en la UNAM, Campus Iztacala*. En Aragón L., Silva A., Evaluación psicológica en el área educativa, (pp. 175-207). México.
 - ❖ Ibarra R. G. (1997). *Las universidades ante la problemática ambiental*. Perfiles educativos. Octubre-Diciembre. Vol XIX. Núm 78, pp 57-70.
 - ❖ *Impulsa la UNAM proyecto Ecopuma para crear conciencia en sus alumnos*. [En línea]. [Consultado el 02 de marzo de 2010]. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2010/01/02/>
 - ❖ *Impulsará UNAM proyecto sustentable Ecopuma*. [En línea]. [Consultado el 02 de marzo de 2010]. Disponible en: <http://noticias.universia.net.mx/ciencia-nn-tt/noticia/2009/02/11/impulsara-unam-proyecto-sustentable-ecopuma.html>

-
- ❖ Mendoza L. J. F. (2009). *Producción de compost a partir de residuos orgánicos para el ingenio Castilla Industrial S. A., Colombia*. (Pasantía presentada como requisito para obtener el título de Administrador del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales – Universidad Autónoma de Occidente). [En línea]. [Consultado el 18 de octubre de 2010] Disponible en: <http://190.144.168.24:8080/bitstream/10614/799/1/Producci%C3%B3n%20de%20compost%20a%20partir%20de%20residuos%20org%C3%A1nicos%20para%20el%20ingenio%20castilla%20industrial%20s.a.,%20colombia..pdf>

 - ❖ *Presenta UNAM novedoso proyecto para el manejo integral de los residuos sólidos*. [En línea]. [Consultado el 02 de marzo de 2010] Disponible en: <http://bine.org.mx/node/792>

 - ❖ *Proyecto EcoPUMA, para una Universidad sustentable*. [En línea]. [Consultado el 02 de marzo de 2010]. Disponible en: <http://www.puma.unam.mx/?p=ecopuma>

 - ❖ Rodríguez S. M. A., Córdova y V. A., (2006). *Manual de compostaje municipal*. Tratamiento de residuos sólidos urbanos, Secretaría de Medio Ambiente, Instituto Nacional de Ecología (INE).

 - ❖ Sandoval, M., L., S., Tapia, F., F., J., (2000). *Estudio dasonómico y dendrológico de las especies leñosas del campus Iztacala-UNAM para una eficiente gestoría de las áreas verdes*, Tesis de Licenciatura, Tlalnepanlta, Estado de México: Universidad Nacional Autónoma de México.

 - ❖ Sztern D., Pravia M., Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. [En línea]. Montevideo: Organización Panamericana de la Salud. 1999. [Consultado el 24 de mayo de 2011]. Disponible en Internet: www.bvsops.org.uy/pdf/compost

 - ❖ Tchobanoglous G., Theisen, H., Vigil, S., (1994). *Gestión integral de residuos sólidos*. Madrid. Ed. Mc Graw Hill, p 607 Vol. I

-
- ❖ Yurivilca O. (2009). Diseño de una planta de tratamiento de residuos sólidos en un sector urbano. (Tesis de Licenciatura – Universidad Nacional Mayor de San Marcos). [En línea]. [Consultado el 10 de agosto de 2010] Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/17428669/PLAN-DE-TESIS-DISENO-DE-UNA-PLANTA-DE-TRATAMIENTO-DE-RESIDUOS-SOLIDOS-EN-UN-SECTOR-URBANO>

LEYES Y NORMAS CONSULTADAS

- ❖ *Ley General para la Prevención y Gestión integral de los Residuos*. Diario Oficial de la Federación. México D. F. 8 de octubre de 2003.
- ❖ *Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal*. Gaceta Oficial del Distrito Federal. México D. F. 22 de abril de 2003.
- ❖ NOM-AA-61-1985. Protección al Ambiente -Contaminación del suelo - Residuos Sólidos Municipales -Determinación de la Generación.

PÁGINAS CONSULTADAS

- ❖ <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Comunicados> Consultado el 20 de enero de 2013.
- ❖ <http://www.inegi.org.mx> Consultado el 04 de febrero de 2013.
- ❖ <http://www.inifap.gob.mx/rSitePages/default.aspx> Consultado el 17 de noviembre 2012.
- ❖ <http://www.semarnat.gob.mx> Consultado el 19 de Noviembre del 2012.

ANEXO FOTOGRÁFICO



Figura 1. Separación manual de los residuos inorgánicos entre los restos de poda (UAM-A).



Figura 2. Depósito de restos de jardinería en el centro de acopio de la UAM-A.



Figura 3. Tratamiento de restos de poda a través del compostaje en la FESI.
(PROFIA 1994)



Figura 4. Composta con residuos de jardinería y desechos de la cafetería.

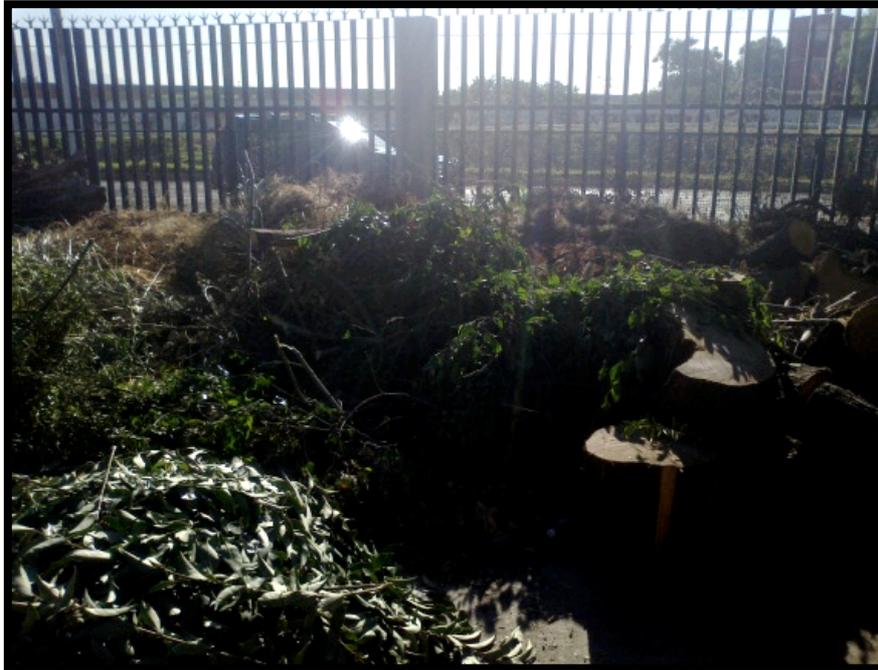


Figura 5. Artesa con los restos de jardinería de la FES-I.

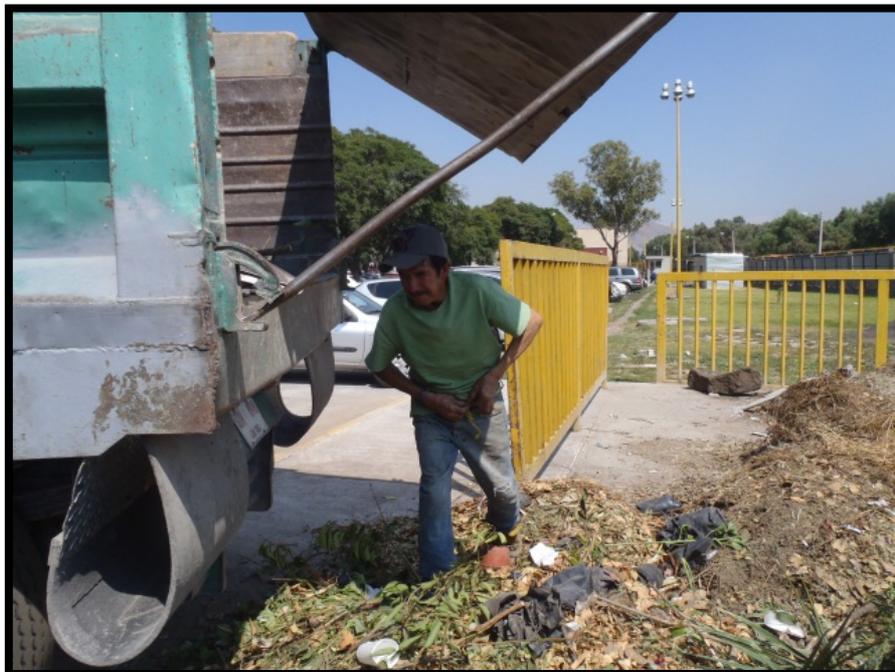


Figura 6. Camión de empresa privada se encarga de recoger los restos de poda de la Artesa.



Figura 7. Contenedor de pilas.



Figura 8. Contenedor de PET.



Figura 9.



Figura 10.

Figuras 9 y 10. Lombricompostaje como tratamiento de aserrín.



Figura 11. Lombricomposta en el Bioterio.



Figura 12. Bolsas con hojarasca depositadas con los Residuos Inorgánicos.



Figura 13. Residuos Orgánicos e Inorgánicos mezclados.

ABREVIATURAS

- ❖ **BIRSMA.** Biotecnología Integral de los Residuos Sólidos Municipales y Agroindustriales.
- ❖ **COMPLEXUS.** Consorcio Mexicano de Programas Ambientales Universitarios Para el Desarrollo Sustentable.
- ❖ **IG.** Instituto de Geología.
- ❖ **IES.** Institución(es) de Educación Superior.
- ❖ **LGPGIR.** Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- ❖ **PET.** Polietileno.
- ❖ **PROFIA.** Programa de Fortalecimiento de la Identidad y el Ambiente.
- ❖ **RO.** Residuos Orgánicos.
- ❖ **RI.** Residuos Inorgánicos.
- ❖ **RSMA.** Residuos Sólidos Municipales y Agroindustriales.
- ❖ **RSU.** Residuos Sólidos Urbanos.