

UACM

Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada humano me es ajeno

COLEGIO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

**MAESTRÍA EN FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA
Y EFICIENCIA ENERGÉTICA**

**Criterios para la Implementación de
Biodigestores Familiares en Iztapalapa**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN FUENTES RENOVABLES DE
ENERGÍA Y EFICIENCIA ENERGÉTICA

PRESENTA

ROBERTO ANTONIO NAVARRO RIVERA

Directora de tesis

Dra. Ma. Claudia Roldán Ahumada

México D.F. junio de 2015

SISTEMA BIBLIOTECARIO DE INFORMACIÓN Y DOCUMENTACIÓN



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LA CIUDAD DE MÉXICO COORDINACIÓN ACADÉMICA

RESTRICCIONES DE USO PARA LAS TESIS DIGITALES

DERECHOS RESERVADOS[©]

La presente obra y cada uno de sus elementos está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor; por la Ley de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México, así como lo dispuesto por el Estatuto General Orgánico de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México; del mismo modo por lo establecido en el Acuerdo por el cual se aprueba la Norma mediante la que se Modifican, Adicionan y Derogan Diversas Disposiciones del Estatuto Orgánico de la Universidad de la Ciudad de México, aprobado por el Consejo de Gobierno el 29 de enero de 2002, con el objeto de definir las atribuciones de las diferentes unidades que forman la estructura de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México como organismo público autónomo y lo establecido en el Reglamento de Titulación de la Universidad Autónoma de la Ciudad de México.

Por lo que el uso de su contenido, así como cada una de las partes que lo integran y que están bajo la tutela de la Ley Federal de Derecho de Autor, obliga a quien haga uso de la presente obra a considerar que solo lo realizará si es para fines educativos, académicos, de investigación o informativos y se compromete a citar esta fuente, así como a su autor ó autores. Por lo tanto, queda prohibida su reproducción total o parcial y cualquier uso diferente a los ya mencionados, los cuales serán reclamados por el titular de los derechos y sancionados conforme a la legislación aplicable.

UACMS TDV3P

JURADO ASIGNADO:

Presidente:	Dra. Ma. Claudia Roldán Ahumada
Secretario:	Mtro. Raúl Amílcar Santos Magaña
Vocal:	Dr. Carlos Chávez Baeza
1er. Suplente:	Dr. Sergio Alberto Gamboa Sánchez
2do. Suplente:	Mtra. Johana Juárez Michua

Lugar donde se realizó la tesis:

PLANTEL DEL VALLE, UACM.

DIRECTOR DE TESIS:

DRA. MA. CLAUDIA ROLDÁN AHUMADA

AGRADECIMIENTOS

A Isidro Navarro Jaimes, quien me brinda su sabiduría en los momentos clave, por no dejarme perder de vista el suelo que piso, y me ha enseñado que la vida sencilla es el mejor tesoro de los años.

A Silvia Navarro Jaimes, por su paciencia y comprensión, la que me recuerda siempre el lado humano de la vida y por enseñarme que el valor de una persona no se encuentra en la piel que le cubre sino en el alma que esconde, en fin, por ser más que una madre para mí.

A toda mi familia, la cercana y la no tan cercana a los primeros en especial por su paciente y tolerancia para conmigo, a los segundos, por confiar en mí y por las palabras de aliento en el momento justo.

Al personal de mantenimiento de la Planta San Juan de Aragón, por compartir esta experiencia durante 2 años. Y por el apoyo recibido en ese tiempo.

A la UACM y todo su personal, que hicieron posible este sueño, al brindarme el espacio y la atención, en especial al Personal del Programa de Energía y al Personal del área de titulación.

A mi directora de tesis Dra. Ma. Claudia Roldán Ahumada y mis lectores, Mtro. Raúl Amílcar Santos Magaña, Dr. Carlos Chávez Baeza, Dr. Sergio Alberto Gamboa Sánchez, Mtra. Johana Juárez Michua por el tiempo y el espacio que dedicaron en enriquecer este trabajo.

Eduardo Galeano

*... Son cosas chiquitas. No acaban con la pobreza,
no nos sacan del subdesarrollo, no socializan los medios
de producción y de cambio, no expropián las cuevas de Añi Baba.
Pero quizá desencadenen la alegría de hacer,
y la traduzcan en actos. Y al fin y al cabo, actuar sobre la realidad
y cambiarla, aunque sea un poquito, es la única manera
de probar que la realidad es transformable...*

Fidel Castro

*... Nos acompañaría la convicción más profunda
de que las ideas pueden más que las armas
por sofisticadas y poderosas que éstas sean...*

Eduardo Galeano

*... La utopía está en el horizonte.
Camino dos pasos, ella se aleja dos pasos
y el horizonte se corre diez pasos más allá.
¿Entonces para que sirve la utopía?
Para eso, sirve para caminar...*

CONTENIDO

CONTENIDO	I
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE GRÁFICAS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS PARTICULARES.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES.....	6
1.1 PRINCIPIOS DE LA BIODIGESTIÓN ANAEROBIA	6
CARACTERÍSTICAS DEL BIOGÁS.....	6
PURIFICACIÓN DEL BIOGÁS.....	7
APLICACIONES DEL BIOGÁS.....	8
CARACTERIZACIÓN DEL BIOGÁS	9
LODOS DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA.....	9
BIOABONO	10
FERMENTACIÓN ANAEROBIA.....	10
ASPECTOS QUE INFLUYEN EN LA DIGESTIÓN ANAEROBIA	11
NATURALEZA DE LA MATERIA PRIMA.....	11
RELACIÓN CARBONO – NITRÓGENO (C/N).....	12
TEMPERATURA.....	13

CONCENTRACIÓN.....	13
PH.....	14
TIEMPO DE RETENCIÓN.....	14
PROMOTORES E INHIBIDORES DE LA BIODIGESTIÓN.....	14
CINÉTICA DEL PROCESO:	16
1.2 TIPOS DE DIGESTORES ANAEROBIOS.....	18
FOSAS SÉPTICAS.....	18
BIODIGESTOR DE DOMO FLOTANTE (INDIA).....	19
BIODIGESTOR DE DOMO FIJO (CHINO).....	20
BIODIGESTOR DE ESTRUCTURA FLEXIBLE.....	21
BIODIGESTOR FLOTANTE.....	22
BIODIGESTOR CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO TRADICIONAL Y CÚPULA DE POLIETILENO.....	23
BIODIGESTORES DE ALTA VELOCIDAD O FLUJO INDUCIDO.....	24
CLASIFICACIÓN POR SU TIPO DE OPERACIÓN.....	24
EVOLUCIÓN HISTÓRICA.....	25
1.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS BIODIGESTORES.....	26
COMPONENTES DE UN BIODIGESTOR.....	26
VENTAJAS DE LOS BIODIGESTORES Y BIOABONO.....	29
DESVENTAJAS DE LOS BIODIGESTORES Y BIOABONO.....	29
1.4 TIPOS DE ALIMENTOS.....	29
CLASIFICACIÓN POR SUS CARÁCTERÍSTICAS.....	30
1.5 RELACIÓN C/N DE LOS ALIMENTOS.....	33
1.6 DIGESTIÓN ANAEROBIA DE LOS ALIMENTOS.....	34

CAPÍTULO 2 ESTUDIO DE CASO	37
2.1 CONTEXTO DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA.....	37
SITUACIÓN GEOGRÁFICA.....	37
SITUACIÓN DEMOGRÁFICA.....	38
UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.	39
2.2 TRATAMIENTO DE LOS RSU EN IZTAPALAPA	40
EVOLUCIÓN HISTÓRICA	40
SITUACIÓN EN IZTAPALAPA.....	41
2.3 MANEJO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN IZTAPALAPA.....	42
2.4 TIPO DE ALIMENTACIÓN EN IZTAPALAPA	44
ANÁLISIS DE LA ENCUESTA.	44
2.5 RELACIÓN C/N DE LA ALIMENTACIÓN EN IZTAPALAPA	49
CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA	51
3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OPCIONES DE DISEÑO.....	51
A. BIODIGESTORES POR EDIFICIO	51
B. BIODIGESTOR POR ÁREA DE BOMBEO.....	52
3.2 DIMENSIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR	53
CONSIDERACIONES PARA EL DIMENSIONAMIENTO.....	53
CÁLCULO PARA UN DEPARTAMENTO.....	54
CÁLCULO PARA UN EDIFICIO	56
CÁLCULO PARA ÁREA DE BOMBEO.....	57
3.3 CARACTERÍSTICAS PARA EL DISEÑO DEL BIODIGESTOR	59
ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA LOS SISTEMAS PROPUESTOS.....	60
MATERIAL E INSUMOS NECESARIOS.....	62

ANÁLISIS ECONÓMICO.....	63
3.4 TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	65
CURSO DE CAPACITACIÓN.....	66
3.5 GESTIÓN DEL PROYECTO.....	70
CAPÍTULO 4 RESULTADOS.....	72
4.1 CANTIDAD DE BIOMASA	72
4.2 TIPO DE BIOMASA	72
4.3 RELACIÓN C/N.....	72
4.4 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL PROCESO.....	73
4.5 TIPO DE BIODIGESTOR	73
MATERIAL DE ARRANQUE.....	76
4.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL.....	76
4.7 MANEJO DEL BIOABONO.....	77
4.8 MANUAL DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	78
CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
5.1 CONCLUSIONES	80
5.2 RECOMENDACIONES	82
BIBLIOGRAFÍA.....	84
ANEXO I TABLA DE RELACIÓN CARBONO / NITRÓGENO.....	92
ANEXO II ENCUESTAS	123
ANEXO III ALIMENTOS QUE SE CONSUMEN EN IZTAPALAPA.....	125
ANEXO IV MEMORIA DE CÁLCULO	144
INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA BIODIGESTIÓN ANAEROBIA DE LOS RESIDUOS DOMICILIARIOS.....	144

CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTO PARA UN DEPARTAMENTO.....	152
DIMENSIONAMIENTO PARA UN SISTEMA CONTINUO.....	152
DIMENSIONAMIENTO PARA SISTEMA BATCH.....	153
CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTO PARA UN EDIFICIO.....	153
1. DIMENSIONAMIENTO PARA UN SISTEMA CONTINUO.....	153
DIMENSIONAMIENTO PARA SISTEMA BATCH.....	154
CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTO PARA ÁREA DE BOMBEO.....	155
DIMENSIONAMIENTO PARA UN SISTEMA CONTÍNUO.....	155
2. CÁLCULO ENERGÉTICO.....	156
DIMENSIONAMIENTO PARA UN SISTEMA BATCH.....	157
ANÁLISIS ECONÓMICO.....	158
1. ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA CONVERSIÓN A BIOGÁS DE UN MOTOGENERADOR DE 25HP.....	158
2. ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA CONVERSIÓN A BIOGÁS DE 2 MOTOBOMBAS DE 13.1HP.....	158
3. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL SISTEMA DE LAS 2 MOTOBOMBAS.....	159
ANEXO V MANUAL DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA.....	162
CRITERIOS PARA LA APLICACIÓN DE BIODIGESTORES EN ÁREAS URBANAS.....	162
INTRODUCCIÓN.....	162
UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	163
PRIMERA ETAPA: ACEPTACIÓN.....	164
SEGUNDA ETAPA: RECONOCIMIENTO.....	164
TERCERA ETAPA, ADAPTACIÓN.....	230
ANEXO VI CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS.....	231
ANEXO VII EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA CALCULADORA DE BIOMASA.....	236

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. COMPOSICIÓN DEL BIOGÁS.....	7
TABLA 2. PROPIEDADES ESPECÍFICAS DEL BIOGÁS	7
TABLA 3 CARACTERÍSTICAS DE LOS SUSTRATOS PARA LA DIGESTIÓN ANAEROBIA.....	12
TABLA 4 CONCENTRACIÓN INHIBIDORA DE ALGUNAS SUSTANCIAS EN UN PROCESO DE BIODIGESTIÓN ANAEROBIA	15
TABLA 5 MODELOS CINÉTICOS PARA REACTORES DISCONTINUOS	18
TABLA 6 CLASIFICACIÓN DE LOS ALIMENTOS	30
TABLA 7 RELACIÓN C/N PARA ALGUNOS ALIMENTOS.....	34
TABLA 8 PRESUPUESTO DESTINADO A LA ACTIVIDAD RECOLECCIÓN DELEGACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS	42
TABLA 9 PRINCIPALES ALIMENTOS CONSUMIDOS EN LA ZONA.....	44
TABLA 10 RELACIÓN C/N PARA LAS CARNES QUE SE CONSUMEN EN IZTAPALAPA.....	50
TABLA 11 FORMULAS EMPLEADAS PARA EL DIMENSIONAMIENTO.....	54
TABLA 12 DIMENSIONAMIENTO SISTEMA CONTINUO PARA UN DEPARTAMENTO.....	54
TABLA 13 DIMENSIONAMIENTO PARA UN DEPARTAMENTO SISTEMA BATCH.....	55
TABLA 14 DIMENSIONADO DEL BIODIGESTOR CONTINUO PARA UN EDIFICIO	56
TABLA 15 DIMENSIONAMIENTO PARA UN EDIFICIO SISTEMA BATCH.....	57
TABLA 16 DIMENSIONAMIENTO PARA ÁREA DE BOMBEO SISTEMA CONTINUO.....	57
TABLA 17 DIMENSIONAMIENTO PARA ÁREA DE BOMBEO SISTEMA BATCH.....	58
TABLA 18 COMPARATIVO ENTRE LOS CASOS POR TIPO DE SISTEMA.....	59
TABLA 19 ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA CONVERSIÓN A BIOGÁS DE UN MOTOGENERADOR DE 25 Hp.....	61
TABLA 20 ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA CONVERTIR DOS MOTOBOMBAS DE 13.1 HP A BIOGÁS61	
TABLA 21 MATERIAL NECESARIO PARA CONSTRUIR EL BIODIGESTOR Y OPERAR CON 2 MOTOBOMBAS DE 13,1 HP.....	62
TABLA 22 ESQUEMA DE COOPERACIÓN PARA EL PAGO DEL SISTEMA	63
TABLA 23 RESUMEN DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN	64
TABLA 24 DESGLOSE DE COSTOS DE OPERACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA	64

TABLA 25 ESTADO DE RESULTADOS PARA EL SISTEMA CON 2 MOTOBOMBAS	65
TABLA 26 CARTA DESCRIPTIVA DEL CURSO DE CAPACITACIÓN	66
TABLA 27 COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS	92
TABLA 28 RESUMEN DE LAS ENCUESTAS.....	123
TABLA 29 ALIMENTOS DE IZTAPALAPA.....	125
TABLA 30 CONCENTRACIONES INHIBIDORAS (VARNERO MORENO, 2011).....	182
TABLA 31 APLICACIONES DEL BIOGÁS (BAUTISTA BUHIGAS, 2010).....	192
TABLA 32 CLASIFICACIÓN DE LAS TUBERÍAS	200
TABLA 33 DIMENSIONES MÍNIMAS DE LAS BANDAS DE IDENTIFICACIÓN EN RELACIÓN AL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA.....	217

ÍNDICE DE GRÁFICAS

GRÁFICA 1 CURVA CARACTERÍSTICA DEL CRECIMIENTO MICROBIANO.....	17
GRÁFICA 2 CRECIMIENTO MICROBIANO Y CONSUMO DE SUSTRATO DEBIDO AL METABOLISMO MICROBIANO EN UN REACTOR BATCH.....	17
GRÁFICA 3 POBLACIÓN POR CLASE DE VIVIENDA EN IZTAPALAPA.....	38
GRÁFICA 4 DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS BÁSICOS EN LAS VIVIENDAS DE IZTAPALAPA	39
GRÁFICA 5 HABITANTES POR DEPARTAMENTO.....	45
GRÁFICA 6 TIPOS DE ALIMENTOS QUE SE CONSUMEN EN IZTAPALAPA.....	45
GRÁFICA 7 COMIDAS QUE SE REALIZAN EN CASA POR DEPARTAMENTO	46
GRÁFICA 8 RESTOS DE COMIDA POR DEPARTAMENTO.....	46
GRÁFICA 9 TIPO DE MASCOTA POR DEPARTAMENTO	47
GRÁFICA 10 TIPO DE ALIMENTACIÓN DE LAS MASCOTAS POR DEPARTAMENTO	47
GRÁFICA 11 POSESIÓN DE PLANTAS EN DEPARTAMENTOS	48
GRÁFICA 12 DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS GENERADOS POR LAS PLANTAS POR DEPARTAMENTO	48
GRÁFICA 13 TEMPERATURA - TIEMPO DE RETENCIÓN HIDRÁULICO	54

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 ESQUEMA DE UNA FOSA SÉPTICA.....	19
FIGURA 2 BIODIGESTOR DE DOMO FLOTANTE.....	20
FIGURA 3 BIODIGESTOR DE DOMO FIJO.....	21
FIGURA 4 BIODIGESTOR DE ESTRUCTURA FLEXIBLE	22
FIGURA 5 BIODIGESTOR FLOTANTE	23
FIGURA 6 BIODIGESTOR CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO Y CÚPULA DE POLIETILENO....	23
FIGURA 7 BIODIGESTOR DE ALTA VELOCIDAD.....	24
FIGURA 8 ESQUEMA DE TRANSFORMACIONES BIOQUÍMICAS DURANTE EL PROCESO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA.....	35
FIGURA 9 DISTRIBUCIÓN DE ISOTERMAS Y PRECIPITACIÓN PLUVIAL DEL DISTRITO FEDERAL	37
FIGURA 10 VISTA SUPERIOR DE UNIDAD	40
FIGURA 11 INTERMITENCIA EN LA GENERACIÓN DE BIOGÁS PARA UN SISTEMA POR LOTES....	60
FIGURA 12 DIAGRAMA DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE BIOGÁS PROPUESTO	75

FIGURA 13 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS POR FUENTE DE ORIGEN (SEDEMA, 2013)	166
FIGURA 14 APLICACIONES DE LA BIOMASA (LÓPEZ MENDOZA & LÓPEZ SOLÍS, 2009)	173
FIGURA 15: SEÑALAMIENTOS MÍNIMOS QUE DEBEN COLOCARSE EN LA ZONA DEL DIGESTOR	217
FIGURA 16 MOTOBOMBA	231
FIGURA 17 KIT DE CONVERSIÓN A BIOGÁS	232
FIGURA 18 KIT DE INSTALACIÓN DE BIOGÁS	233
FIGURA 19 BIODIGESTOR	235

En este trabajo se analiza la posibilidad de instalar biodigestores locales para el tratamiento de los residuos domésticos orgánicos. Una vez elegida una zona de estudio, se requiere conocer la capacidad de generación de residuos sólidos en el sitio, a fin de estimar la cantidad de biomasa disponible, el tipo y características de la misma. Esta estimación se realiza con base a una encuesta con la cual se pretende conocer la cantidad de residuos orgánicos generados, en relación a los hábitos de consumo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta, se construye una calculadora para facilitar la determinación de la relación carbono/nitrógeno de los alimentos, empleando los macronutrientes contenidos en los diversos alimentos. También se determina las características que debe contemplar el diseño del biodigestor. Una de estas características es la demanda energética requerida, para ser sustituida por la generación del biogás.

Una vez determinada la opción más adecuada para tratar los residuos orgánicos, se evalúa económicamente las opciones que al parecer satisfacen mejor las condiciones de diseño establecidas, pues la mejor opción debe cumplir con los objetivos planteados para la realización del proyecto.

Posteriormente, se analiza cómo llevar a cabo la instalación del sistema, para lo cual se propone la aplicación de un taller de capacitación en el uso de los biodigestores y sus productos. Se propone el esquema de gestión del proyecto, en función de la organización local. En los resultados, se habla del tipo de biomasa, la cantidad disponible y la relación C/N tomando como base los resultados de la encuesta. Se presenta el tipo de biodigestor y se realiza el análisis económico-social del sistema, con fundamento en el desarrollo sustentable y de otro producto de la biodigestión, el bioabono.

Sobre el bioabono, se habla de las ventajas que presenta su utilización y la ventaja de ligar este producto con algunos programas del GDF. Se presentan los criterios para la puesta en marcha, gestión y desarrollo del proyecto. Por último se presentan las conclusiones alcanzadas y las recomendaciones pertinentes al caso.

INTRODUCCIÓN

La Delegación Iztapalapa es la más poblada en el Distrito Federal y donde se genera la mayor cantidad de residuos sólidos, los cuales no son confinados adecuadamente debido a la falta de infraestructura y programas eficientes que permitan a los habitantes tomar responsabilidad, respecto a los desperdicios que generan.

En el Distrito Federal, a partir del año 2010, se promulgó el Programa de Gestión de los Residuos Sólidos 2010-2015, documento donde se estableció como meta eliminar la generación de desechos a cero paulatinamente. Para lograrlo se establecieron diversas acciones, dentro de las cuales se encuentra recuperar el potencial energético de los desechos orgánicos mediante el desarrollo de nuevos complejos para generar bioenergéticos. En estas no se contempla el consumo energético necesario para trasladar, clasificar y procesar estos desechos; sin embargo, realizar la conversión en el sitio de origen tiene mayores beneficios puesto que se elimina el consumo de combustible para el traslado, se reduce el parque vehicular destinado a la recolección de los residuos sólidos y promueve el empleo de energías limpias en la Delegación. Además abre la posibilidad de crear huertas urbanas y azoteas verdes en conjunto con otros programas del Gobierno del Distrito Federal.

En el capítulo 1 se estudian los principios de la biodigestión anaerobia y los aspectos que influyen en el proceso de digestión, se describen los tipos de biodigestores, sus características, ventajas y desventajas, así como los tipos de alimentos y la relación carbono nitrógeno y su relación con la digestión anaerobia, a partir de la composición química y el contenido de macronutrientes en cada uno.

En el capítulo 2 se describe el contexto geográfico de la delegación Iztapalapa además de ubicar la zona del proyecto. También se analiza el tratamiento actual que reciben los residuos orgánicos en la delegación y la cantidad que se genera. Mediante una encuesta realizada en la zona del proyecto, se determina, el tipo y cantidad de residuos orgánicos generados por los habitantes. En base a la composición química de los alimentos, se determina su relación carbono-nitrógeno.

En capítulo 3 se describen las opciones de diseño, a partir de la utilidad que puede darse al biogás producto de la digestión anaerobia. A partir de estos datos, se realiza el dimensionamiento de los tanques reactores y gasómetros necesarios. Las opciones de diseño se someten a un análisis energético para determinar la mejor opción, también se enlistan los insumos necesarios para la construcción del sistema y se evalúa el aspecto financiero del sistema. Parte esencial de este trabajo es proponer la transferencia tecnológica y la gestión del proyecto, a fin de consolidar el uso de biodigestores en zonas urbanas.

En el capítulo 4 se analizan los resultados primordiales obtenidos mediante la investigación realizada durante el desarrollo de este trabajo. No solo la cantidad y tipo de biomasa disponible, también se analiza la influencia de la temperatura en el desarrollo del proceso. Se define el tipo de biodigestor y se presenta el diagrama de la instalación. Así mismo se realiza la evaluación desde el contexto económico y social, además se recomienda la manera óptima de manejar el bioabono y se describe el manual para la transferencia tecnológica. En el capítulo 5 se presentan las conclusiones de la investigación y se describen las recomendaciones necesarias para la mejora del proyecto.

Acompañando este trabajo, se incluyen 7 anexos, los cuales forman parte integral del mismo. En primera instancia, en el Anexo I se presenta la tabla de relación C/N para diversos alimentos construida en base a la Tabla de Composición Química de los Alimentos publicada por la FAO. En el Anexo II, se incluyen los resultados de la encuesta realizada. En el Anexo III, la relación C/N para los alimentos que se consumen en la zona. El Anexo IV presenta la memoria de cálculo del capítulo 3. El Anexo V presenta el Manual de Transferencia Tecnológica propuesto. El Anexo VI, es un compendio de las características de los equipos seleccionados. El Anexo VII, incluye un ejemplo de cálculo, empleando la calculadora de biomasa desarrollada en el transcurso de la investigación y forma parte de los objetivos planteados al principio.

OBJETIVO GENERAL

- Plantear los criterios para la implementación de un biodigestor a fin de aprovechar los residuos orgánicos generados en viviendas urbanas, que sea accesible, confiable y adecuado para la Delegación Iztapalapa de la Ciudad de México, a fin de promover el uso de esta tecnología y reducir el impacto ambiental por la generación de dichos residuos.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Investigar los parámetros básicos para el diseño de biodigestores.
- Considerar la biomasa disponible en la zona.
- Investigar el contenido de macronutrientes para diversos alimentos y desarrollar una calculadora de apoyo para establecer una mezcla de biomasa óptima.
- Determinar la viabilidad de los biodigestores por vivienda y comunitarios.
- Determinar la viabilidad energética para la implementación de biodigestores en Iztapalapa
- Adecuar el diseño a la versatilidad de los desechos orgánicos generados en las viviendas.
- Desarrollar el manual para la transferencia tecnológica
- Determinar la mejor forma de aprovechar los productos del biodigestor

JUSTIFICACIÓN

En la Ciudad de México se generaron 12 740 toneladas por día (t/d) de residuos urbanos en 2012, los cuales están compuestos por 55.58% residuos orgánicos y 44.42% residuos inorgánicos. En promedio se generan 1.4 kg de basura diaria por persona de los cuales 0.778 kg es basura orgánica (GDF, 2010)

Los residuos orgánicos domésticos se componen de: cáscaras de frutas; legumbres y verduras; restos de carnes; hojarasca y poda; pan y tortillas duras; heces de mascotas y restos de comida; aserrín y madera, y representan el 48% del total. Aunque también son residuos orgánicos el papel y el cartón, no se consideran como tales en el Programa De Separación De Residuos Sólidos del D.F. por su valor comercial (GDF, 2010). Estos desechos, generan una gran problemática, debido a que provocan malos olores y proliferación de fauna nociva cuando no se tratan adecuadamente.

La Delegación Iztapalapa, ocupa el primer lugar en generación de residuos sólidos del Distrito Federal, en esta Delegación se generaron 1 772 t/d en 2011, de las cuales 832.84 t/d corresponden a residuos orgánicos. Y se generaron 2 244 t/d en 2012. En la Delegación sólo se cuenta con una planta de composta con capacidad instalada para procesar 1 440 t/a de desechos orgánicos, principalmente residuos de parques y jardines, el resto, termina en los centros de disposición final. En el año 2012 se procesaron 1 129 t/a en la planta de composta a cargo de la Delegación, el resto terminó en los sitios de disposición final.

El Distrito Federal no cuenta con espacios que puedan ser ocupados como rellenos sanitarios, pues el territorio que no es habitable, es área de conservación, lo cual agrava la problemática de los residuos sólidos en esta entidad.

A partir del año 2013, y tras el cierre del relleno sanitario “Bordo Poniente”, se adoptó el modelo “Basura Cero” para la gestión de los residuos sólidos urbanos (Cruz, 2013). En esta entidad, existe la iniciativa de tratar los residuos orgánicos para generar biogás y composta, pero tratar estos residuos en el lugar de origen, representa un ahorro significativo en los recursos destinados

a la disposición de los residuos sólidos y una importante disminución en el impacto ambiental ligado a los mismos.

En el Estado de Nuevo León, se aprovecha el biogás generado en un relleno sanitario y en algunas zonas rurales se aprovecha los residuos orgánicos para generar biogás. Aparte del caso Nuevo León, en México no existe otra referencia sobre el tratamiento de los residuos orgánicos urbanos, por medios anaerobios para fines energéticos o ambientales. En España ya se emplean con fines energéticos en complejos industriales a cargo de empresas particulares.

Bajo estas circunstancias, se requiere plantear los criterios de diseño para un biodigestor que sea adecuado para tratar los desechos generados en las viviendas de la Delegación Iztapalapa, *in situ*, y promover el uso de esta tecnología en las ciudades. Es importante desarrollar esta tecnología en la Delegación para reducir el impacto ambiental que generan los residuos orgánicos dispuestos convencionalmente, además se contribuye con el plan “Basura Cero” del GDF y se promueve la responsabilidad social en la población, por la generación de basura.

CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES

1.1 PRINCIPIOS DE LA BIODIGESTIÓN ANAEROBIA

La biodigestión anaerobia es un proceso de descomposición de la materia orgánica mediante la acción de bacterias anaerobias que se producen bajo ciertas condiciones de temperatura, humedad y grado de pH. Generalmente se utiliza para eliminar el efecto nocivo de los desechos orgánicos a fin de reducir el impacto ambiental que produce un mal manejo de los mismos (Eaton, 2013).

También se emplea para producir abono de mejor calidad y composición mejorada. El gas producido por la acción de la degradación puede emplearse como un combustible para aplicaciones donde se requiera calentar alguna sustancia, para prestar un servicio o bien para la conversión de energía, ya sea mecánica o eléctrica. La digestión anaerobia, en general, produce entre 400 y 700 litros de gas por cada kilogramo de materia volátil procesada, según sean las características del sustrato (Varnero Moreno, 2011).

CARACTERÍSTICAS DEL BIOGÁS

El biogás tiene una composición similar al gas natural, pero con más impurezas debido a la composición química de la materia orgánica fermentada. Estas impurezas suelen ser ácido sulfhídrico, monóxido de carbono, dióxido de carbono, nitrógeno, hidrógeno y oxígeno. Las cuales deben ser removidas de acuerdo a la utilización que se pretenda dar al gas. Esto se hace por dos razones, primero para aumentar el poder calorífico del biogás y segundo, para adecuarlo a las características de operación de los dispositivos donde se pretende utilizar el biogás. La Tabla 1 muestra la composición típica del biogás, los porcentajes pueden variar según las condiciones con que se lleva a cabo la fermentación anaerobia y el tipo de materia orgánica degradada y en La Tabla 2, las propiedades específicas del biogás.

Tabla 1. Composición Del Biogás

Componente	Porcentaje
Metano CH ₄	60 – 70
Dióxido de Carbono CO ₂	30 – 40
Hidrógeno H ₂	1.0
Nitrógeno N ₂	0.5
Monóxido de Carbono CO	0.1
Oxígeno O ₂	0.1
Ácido Sulfhídrico H ₂ S	0.1

FUENTE: (OLAYA ARBOLEDA & GONZÁLEZ SALCEDO, 2009)

Tabla 2. Propiedades Específicas del Biogás

Composición	55 – 70% metano (CH₄) 30 – 45% dióxido de carbono (CO₂) Trazas de otros gases
Contenido energético	6.0 – 6.5 kWh/m ³
Equivalente de combustible	0.60 – 0.65 litros de petróleo por m ³ de biogás
Límite de explosión	6 – 12 % de biogás en el aire
Temperatura de ignición	650 – 750 °C (con el contenido de CH ₄ mencionado)
Presión crítica	74 – 88 atm
Temperatura crítica	-82.5 °C
Densidad normal	1.2 kg m ⁻³
Olor	Huevo podrido (el olor del biogás desulfurado es imperceptible)
Masa molar	16.043 kg kmol ⁻¹

FUENTE: (VARNERO MORENO, 2011)

PURIFICACIÓN DEL BIOGÁS

El biogás no es un combustible completamente puro, ya que contiene entre 30% a 45% de CO₂ y trazas de otros gases, como ácido sulfhídrico, hidrógeno, monóxido de carbono y nitrógeno. Los cuales conviene removerlos para aumentar el poder calorífico, y para cubrir los requerimientos de algunas aplicaciones del biogás. Los procedimientos de purificación usualmente empleados consisten en absorción y adsorción, según sea el grado de purificación y el tipo de gas a eliminar. (Varnero Moreno, 2011)

1. ABSORCIÓN. Se emplea para eliminar el CO₂ y H₂S presente en el biogás, consiste en la transferencia de masa del gas a eliminar y un líquido absorbente con propiedades de absorción

selectiva, generalmente agua (Olea León, 2012). Aunque también suele emplearse mezclas de dimetil éter y polietilenglicol porque no son tóxicos ni corrosivos (Varnero Moreno, 2011).

2. ADSORCIÓN. Se emplean materiales sólidos granulados para la captura selectiva de impurezas. Generalmente se utilizan para eliminar agua, dióxido de carbono y ácido sulfhídrico, el biogás es comprimido antes de introducirse a un sistema de adsorción. Con esto se elimina el CO₂ a valores hasta del 1% y H₂S en concentraciones de 4 ppm (Olea León, 2012).

SECADO. Al salir del biodigestor, el biogás contiene vapor de agua, el cual puede formar condensados en las tuberías, si se mezclan los condensados con las impurezas ocasionan corrosión en las tuberías. El biogás debe secarse antes de los tratamientos de purificación. Para secar el biogás suele enfriarse o comprimirse, o bien; mediante adsorción en carbón activado o sílice gel (Varnero Moreno, 2011).

COMPRESIÓN. El biogás puede emplearse en motores de combustión interna, para vehículos, además de purificarlo es necesario almacenarlo en recipientes a una presión de 200 a 300 bar, por tanto, es preciso comprimirlo mediante el empleo de compresores diseñados para las características del biogás (Olea León, 2012). La compresión del biogás resulta un proceso costoso a causa del consumo energético necesario.

El uso del biogás en otras aplicaciones puede no ser necesaria la compresión, ya que la mayoría de los dispositivos diseñados para el uso del biogás requieren presiones de trabajo relativamente pequeñas, las cuales pueden compensarse en el tanque de almacenamiento convencional. (Varnero Moreno, 2011) El empleo de filtros sofisticados hace necesario elevar la presión del biogás, según sean los requerimientos de la aplicación.

APLICACIONES DEL BIOGÁS

Las aplicaciones más comunes del biogás son el quemador y la lámpara de biogás, estos dispositivos son empleados en los hogares rurales donde se ha adoptado el biogás para sustituir el consumo de leña. El biogás también puede emplearse como combustible de motores de combustión interna, ya sea como combustible sustituto o bien, como aditivo para mejorar la

combustión, para la generación de electricidad, sistemas de riego, maquinaria agroindustrial o bien para vehículos automotores. También suele emplearse en sistemas de refrigeración y en sistemas de cogeneración y trigeneración (Bautista Buhigas, 2010).

CARACTERIZACIÓN DEL BIOGÁS

Se realiza mediante un analizador de biogás, el cual cuantifica la cantidad de metano, dióxido de carbono y otros gases que se están produciendo en el biodigestor. Una de las técnicas empleadas es la cromatografía de gases, para el análisis de muestras en laboratorio. Con esta técnica se analiza la composición del biogás (CH_4 , CO_2 , N_2 , H_2) y trazas de otros gases contaminantes que deben eliminarse para mejorar el aprovechamiento del mismo (H_2S , H_2SO_3 , mercaptanos, amoníaco, siloxanos y Compuestos Halogenados entre otros).

Se realiza para medir la eficiencia del proceso o bien, con fines experimentales para estimar el potencial de generación de biomásas específicas disponibles en determinada región. En términos generales, si el contenido de metano en el biogás es menor al 40%, no se produce flama y por tanto es necesario enriquecer la biomasa empleada o bien, evaluar la causa que está inhibiendo el proceso. La caracterización del biogás se emplea para la evaluación de proyectos que contemplan la explotación de este recurso (Llaneza, Moris, González Azpíroz, & González, 2010).

USOS DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA.

El efluente producto del proceso de biodigestión anaerobia es un material con alto contenido de agua, es rico en materia orgánica estabilizada, nutrientes disponibles y sales solubles, pH neutro y enriquecido con inóculos microbianos metanogénicos (Varnero Moreno, 2011). Suele emplearse para:

- ❖ Acondicionamiento de suelos
- ❖ Biofertilizante
- ❖ En mezcla para macetas
- ❖ Cubierta vegetal de rellenos sanitarios

❖ Recuperación de suelos degradados

BIOABONO

El efluente tratado en los reactores de digestión es un fertilizante orgánico, que conserva la mayoría de sus nutrientes principales como nitrógeno, fósforo y potasio, y se conoce como bioabono su composición generalmente incluye un 8.5% de materia orgánica, 2.6% de fósforo, y 1% de potasio, con un pH de 7.5. El empleo adecuado de los nutrientes reciclados facilita el mejoramiento en la calidad del suelo y las siembras. El bioabono o efluente líquido suele aplicarse mediante la utilización de recipientes, por gravedad o por bombeo (Olea León, 2012).

Las características del bioabono, estiban en gran medida de la tecnología y las materias primas utilizadas para la digestión. Durante el proceso anaerobio, parte de la materia orgánica se transforma en metano, por lo que su contenido en el efluente es menor al de las materias primas, normalmente aumenta el contenido de nitrógeno amoniacal y disminuye el nitrógeno orgánico (Lorenzo Acosta & Obaya Abreu, 2005).

FERMENTACIÓN ANAEROBIA

Es un proceso de descomposición de la materia orgánica mediante la ausencia de oxígeno, esta es procesada por la acción de bacterias anaerobias dentro de un contenedor, llamado digestor, el producto de esta descomposición suele ser en primera instancia, un fertilizante conocido como bioabono, el gas emanado durante este proceso recibe el nombre de biogás, el cual suele emplearse como combustible porque contiene una fracción considerable de metano (Varnero Moreno, 2011).

El proceso de la fermentación anaerobia, se realiza en cuatro etapas, cada una con sus propias características y condiciones específicas sin las cuales, no existiría el proceso de digestión anaerobia (Olaya Arboleda & González Salcedo, 2009). Estas cuatro etapas son:

HIDRÓLISIS. Esta etapa consiste en la hidrolización de la materia orgánica polimérica como la celulosa, proteínas y lípidos, en compuestos solubles, como azúcares aminoácidos y grasas. Esto es posible por la acción de enzimas extracelulares producidas por bacterias hidrolíticas.

ACIDOGÉNESIS. Esta etapa consiste en la fermentación de los compuestos solubles de la etapa anterior en ácidos grasos volátiles, tales como; ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico, alcoholes, hidrógeno y CO₂. Esta etapa se realiza mediante la acción colectiva de bacterias formadoras de ácidos.

ACETOGÉNESIS. Consiste en la desintegración de etanol, ácidos grasos volátiles (propiónico y butírico) y algunos compuestos aromáticos en compuestos más simples, que puedan ser procesados en la siguiente etapa por las bacterias metanogénicas. Es un periodo donde se rompe la estructura molecular de los ácidos orgánicos y los compuestos nitrosos hasta la formación de ácido acético e hidrógeno.

METANOGÉNESIS. Esta etapa es un proceso de digestión intensiva, donde se produce el metano mediante la acción de las bacterias metanogénicas que procesan las moléculas de ácido acético y otros compuestos ligeros como el metanol, el gas metano y dióxido de carbono. En esta etapa se produce el biogás que se puede obtener de la materia orgánica a fermentar. Cabe señalar que las bacterias metanogénicas solo pueden digerir algunas moléculas orgánicas, tales como el acetato, metilamina, dióxido de carbono, hidrógeno y monóxido de carbono. El resto de las moléculas orgánicas no son digeridas por estas bacterias.

ASPECTOS QUE INFLUYEN EN LA DIGESTIÓN ANAEROBIA

La digestión anaerobia, es un proceso bioquímico complejo, donde es necesario mantener las condiciones óptimas que permitan el desempeño de las bacterias que intervienen en el proceso (Varnero Moreno, 2011). Los principales aspectos a tomar en cuenta para que se lleve a cabo la digestión anaerobia, adecuadamente y que influyen en el tiempo de retención de la materia orgánica se describen a continuación.

NATURALEZA DE LA MATERIA PRIMA.

El origen de la materia prima tratada para la producción de biogás, ya sea animal, vegetal, agroindustrial, forestal, doméstico o de otro tipo, que suelen emplearse como sustrato y de acuerdo a sus características, se clasifican en cuatro clases (Varnero Moreno, 2011), las cuales se resumen en la Tabla 3.

Tabla 3 Características de los sustratos para la digestión anaerobia

<i>Características</i>	<i>Clase</i>	<i>Tipo de Sustrato</i>	<i>Características cuantitativas</i>
<i>Sólido</i>	1	Basura Doméstica Estiércol Sólido Restos de Cosecha	>20% Sólidos Totales 40 – 70% Fracción Orgánica
<i>Lodo altamente contaminado, alta viscosidad</i>	2	Heces Animales	100 – 150 g/L DQO 5 – 10% Sólidos Totales 4 – 6% Sólidos Volátiles
<i>Fluidos con alto contenido de sólidos suspendidos</i>	3	Heces Animales de cría y levante diluido con agua de lavado	3-17 g/L DQO 1-2 g/L Sólidos Suspendidos
<i>Fluidos muy contaminados, sólidos en suspensión</i>	4	Aguas residuales de agroindustrias Aguas Negras	5-18 g/L DQO 4-500 g/L DQO

FUENTE: (VARNERO MORENO, 2011)

- ✓ Clase 1. Se degradan eficientemente en sistemas Batch o por lotes.
- ✓ Clase 2. Se degradan eficientemente en sistemas continuos.
- ✓ Clase 3. Se degradan eficientemente en sistemas con filtro anaerobio.
- ✓ Clase 4 Se degradan eficientemente en sistemas aerobios intensivos.

RELACIÓN CARBONO – NITRÓGENO (C/N).

En términos generales, toda materia orgánica puede producir biogás al ser fermentada mediante un proceso anaerobio. La calidad y cantidad depende de la naturaleza de la materia. El Carbono y el Nitrógeno, están presentes en toda materia orgánica, la relación que presentan estos elementos, influye en la producción de biogás, las bacterias metanogénicas consumen hasta 30 veces más carbono que nitrógeno, si el nitrógeno se encuentra en una concentración mayor, el proceso tiende a inhibirse, y en vez de formarse metano, se formará una mayor cantidad de nitrógeno amoniacal y por tanto el nivel de pH se incrementará hasta inhibir el crecimiento de las bacterias metanogénicas. La relación óptima de Carbono y Nitrógeno se considera 30:1 respectivamente, aunque se admiten valores desde 20:1. Además deben estar presentes sales minerales tales como azufre, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, molibdeno,

zinc, cobalto, selenio, tungsteno y níquel en cierto equilibrio, dado que pueden contribuir a inhibir el proceso (López Mendoza & López Solís, 2009).

TEMPERATURA.

La temperatura determina el tiempo de digestión de la materia orgánica. Existe una relación proporcional entre el incremento de temperatura y la velocidad de degradación, pero esta suele presentar algunos inconvenientes en determinados parámetros. La biodigestión se realiza en un rango de temperatura de 10°C hasta 60°C. Se reconocen tres procesos diferentes en este rango de temperaturas.

SICROFÍLICO: De 10°C a 20°C. El calor no es suministrado exteriormente no requiere aislamiento térmico. El tiempo de retención es de 100 días con o casi sin agitación.

MESOFÍLICO: De 20°C a 40°C. Requiere calor externo y agitación controlada, es un proceso muy eficiente por su semejanza con la biodigestión animal. El tiempo de retención es alrededor de 20 días.

TERMOFÍLICO: De 50°C a 60°C. Requiere elevado suministro de calor y agitación controlada, es un proceso muy sensible a la variación de la temperatura. El tiempo de retención oscila entre 8 y 10 días (López Mendoza & López Solís, 2009).

CONCENTRACIÓN.

La materia orgánica está compuesta por agua y una fracción sólida conocida como sólidos totales, mantener una mezcla adecuada de agua y materia sólida es importante porque de esto depende el desarrollo del proceso y la producción de biogás. La concentración de sólidos totales del sustrato con que se carga un biodigestor puede variar entre 2 y 15%, la mezcla óptima se considera entre 8 y 12% de sólidos totales para digestores semicontinuos y alrededor de 20 y 40% de sólidos totales para digestores discontinuos. La materia orgánica biodegradable, a la que se denomina sólidos volátiles, contiene componentes orgánicos que pueden ser convertidos en metano (López Mendoza & López Solís, 2009).

pH

La variación del pH afecta la actividad enzimática de los microorganismos inhibiendo el proceso de biodigestión, el rango de pH ideal oscila entre 6.6 y 7.6. Si el nivel de pH está fuera de este rango, revela problemas con la biodigestión, bien sea por presencia de materia tóxica, variación de la temperatura o relación C/N inadecuada (Varnero Moreno, 2011).

TIEMPO DE RETENCIÓN

Es la razón entre la materia diaria de alimentación y el volumen del digestor, depende de la temperatura de trabajo, dado que está en función de esta, se determina el tiempo que tarda en degradarse el sustrato por la acción de los microorganismos. Este tiempo de retención se conoce como Tiempo de retención hidráulico (TRH) y corresponde al tiempo de retención del líquido dentro del digestor (Olaya Arboleda & González Salcedo, 2009).

El tiempo de retención se considera entre 10 y 15 días, lapso que es afectado por las condiciones de temperatura y características del sustrato, además del tipo de biodigestor empleado. En un sistema discontinuo, el tiempo de retención se define como el tiempo que transcurre entre la carga del sistema y su descarga.

Existe otro parámetro para determinar el tiempo de retención de las sustancias dentro del digestor, se denomina como Tiempo de Retención de Sólidos Biológicos, se define como la relación entre la materia orgánica que entra al digestor y la materia orgánica que sale del digestor cada día. Se considera como la media del tiempo de retención de las bacterias en la cámara de fermentación (Varnero Moreno, 2011).

PROMOTORES E INHIBIDORES DE LA BIODIGESTIÓN

Existen sustancias que pueden favorecer o inhibir el proceso de la biodigestión, dependiendo de la concentración del sustrato, y la cantidad de sustancia presente en la mezcla (López Mendoza & López Solís, 2009), la Tabla 4 resume algunas sustancias inhibidoras y la concentración a la cual inhiben el proceso.

Tabla 4 Concentración inhibidora de algunas sustancias en un proceso de biodigestión anaerobia

<i>Inhibidores</i>	<i>Concentración inhibidora</i>
SO_4 -	5000 ppm
$NaCl$	40000 ppm
NO_3 -	0.05 mg/ml
Cu	100 mg/L
Cr	200 mg/L
Ni	200-500 mg/L
CN -	25 mg/L
Na	3500-5500 mg/L
K	2500-4500 mg/L
Ca	2500-4500 mg/L
Mg	1000-1500 mg/L

FUENTE: (VARNERO MORENO, 2011)

También son considerados inhibidores, antibióticos, detergentes y limpiadores, el nivel de pH, ácidos grasos de cadena larga y alcoholes en elevadas concentraciones, en la fase metanogénica, el nitrógeno amoniacal, los sulfatos y sulfuros, la presencia de oxígeno en concentración del orden de $1\mu\text{g/L}$. Estos valores son ilustrativos, debido a que las bacterias anaerobias tienen la capacidad de adaptarse tras un periodo de tiempo a condiciones adversas (López Mendoza & López Solís, 2009).

Los promotores de la biodigestión permiten que se desarrolle el proceso adecuadamente. Entre estos promotores se tiene la inclusión de algunas sales como el bicarbonato de calcio, o bien, la inclusión de una cantidad de material de otro digestor durante el arranque, la agitación del sustrato a fin aumentar la cantidad de materia en contacto con los microorganismos anaerobios. Se distinguen tres tipos de agitación los cuales son:

MECÁNICA: Se realiza por medio de agitadores manuales o impulsados por un motor eléctrico.

HIDRÁULICA: Se realiza por medio de bombas hidráulicas de flujo lento haciendo recircular el sustrato.

BURBUJEO DE BIOGÁS: Se realiza recirculando el biogás producido hacia la cámara de digestión por medio de tuberías con la finalidad de promover el burbujeo del sustrato para que se rompa el equilibrio estático y se genere movimiento en el mismo (Varnero Moreno, 2011).

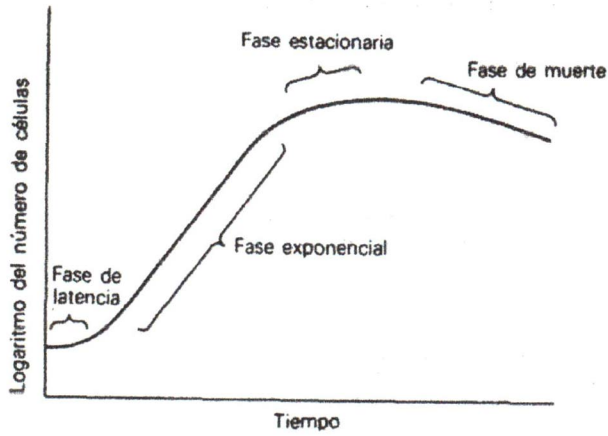
CINÉTICA DEL PROCESO:

La digestión anaerobia puede considerarse como un conjunto de reacciones en serie y paralelo, donde las reacciones bioquímicas ocurren mediante la intervención de varios grupos de microorganismos y puede apreciarse desde la utilización del sustrato hasta la generación de biogás. La limitación que impone la concentración de nutrientes en el medio anaerobio, determina el comportamiento secuencial de la actividad microbiana descrito a continuación (Cendales Ladino, 2011).

- ❖ Fase Latente: Es el tiempo de adaptación de los microorganismos al medio anaerobio, se caracteriza por el nulo crecimiento de la población de microorganismos y depende de la concentración de nutrientes y el porcentaje de concentración de los microorganismos en el sustrato.
- ❖ Fase exponencial de crecimiento: Los microorganismos se reproducen en base a la capacidad de asimilación del sustrato
- ❖ Fase estacionaria de crecimiento: Se presenta cuando se estabiliza el tamaño de la población de los microorganismos en presencia de alguna sustancia inhibidora o del consumo excesivo de un nutriente necesario.
- ❖ Fase exponencial de muerte: Se caracteriza por la disminución acelerada de la actividad microbiana a causa de la falta de nutrientes necesarios o la alta concentración de un subproducto.

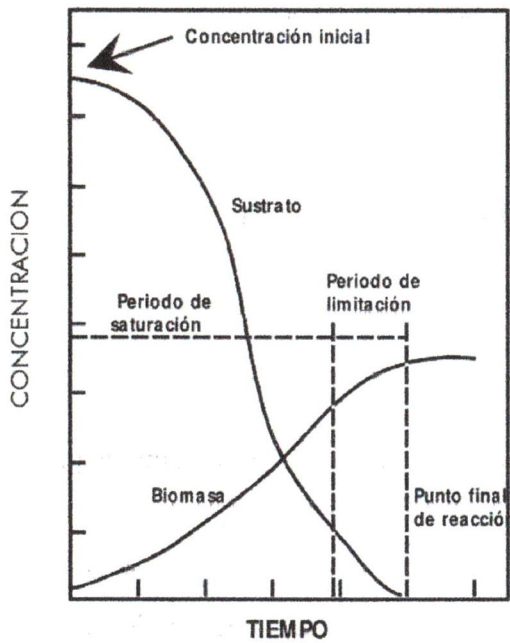
A medida que el proceso avanza, la concentración de sustrato disminuye a la vez que la concentración de microorganismos aumenta, hasta la fase estacionaria, donde se estabiliza el crecimiento microbiano hasta el punto de saturación donde comienza la fase exponencial de

morte (Montes Carmona, 2008). La grafica 1 representa una curva característica del crecimiento microbiano y la gráfica 2 representa la relación del crecimiento microbiano y el consumo de sustrato.



Gráfica 1 Curva característica del crecimiento microbiano

FUENTE: (LÓPEZ CABANES, 1989)



Gráfica 2 Crecimiento microbiano y consumo de sustrato debido al metabolismo microbiano en un reactor Batch.

FUENTE: (SUÁREZ)

Diversas investigaciones se han enfocado al desarrollo de modelos matemáticos que tratan de predecir el proceso de biodigestión, cabe señalar que son aproximaciones al comportamiento real del proceso, cuyo porcentaje de error está en función del número de variables que involucra y las condiciones reales en que se realiza el proceso de digestión. Para un reactor discontinuo, los modelos cinéticos usualmente empleados se resumen en la tabla 5:

Tabla 5 Modelos Cinéticos Para Reactores Discontinuos

<i>Cinética de primer Orden</i>	$t = \frac{1}{K_p} \ln \frac{S_0}{S}$	t = tiempo de reacción Kp = Constante Cinética
<i>Modelo de Monod</i>	$t = \frac{1}{\mu_{max}} * \frac{K_s Y x}{A \mu_{max}} \ln \frac{C}{X_0} * \frac{K_s Y x}{A \mu_{max}} \ln \frac{S_0}{S}$	A = X ₀ + YxS ₀ C = X ₀ + Yx(S - S ₀)
<i>Modelo de Contoise</i>	$t = \frac{B(X_0 * YxS)}{A \mu_{max}} \ln \frac{C S_0}{X_0 S} * \frac{1 - B}{\mu_{max}} \ln \frac{C}{X_0}$	A = X ₀ + YxS ₀ C = X ₀ + Yx(S - S ₀) B Parámetro cinético

FUENTE: (LÓPEZ CABANES, 1989)

Para el empleo de los modelos cinéticos, es necesario conocer las contantes cinéticas de acuerdo al tipo de sustrato empleado para la biodigestión. Cuando no se conocen los valores de las constantes, se determinan experimentalmente en procesos a escala en laboratorio.

1.2 TIPOS DE DIGESTORES ANAEROBIOS

Existen diversos tipos de biodigestores los cuales se clasifican por el tipo de operación y por su construcción, a continuación describimos algunos por su tipo de construcción.

FOSAS SÉPTICAS.

Es el más antiguo y sencillo digestor anaerobio que se conoce, utilizado normalmente para la disposición de aguas residuales domésticas. Se cree que de allí deriva el uso potencial de los gases producidos por la fermentación anaerobia, para el uso doméstico (Pontón Sigcha, 2010). La Figura 1 muestra el esquema típico de una fosa séptica. La fracción sólida de las aguas residuales, es depositada en la cámara y la fracción líquida liberada hacia un vertedero. Debe evitarse la contaminación con aguas jabonosas o con grasas, ya que estas no se tratan adecuadamente en este sistema. La descomposición de la materia orgánica reduce hasta el 40%

de la demanda biológica de oxígeno. Los lodos deben extraerse cada cierto tiempo y recibir tratamiento especial para su disposición final. Es un sistema eficiente para la depuración de efluentes, aunque por su diseño no es conveniente para aprovechar los lodos extraídos y no contempla el aprovechamiento del biogás.

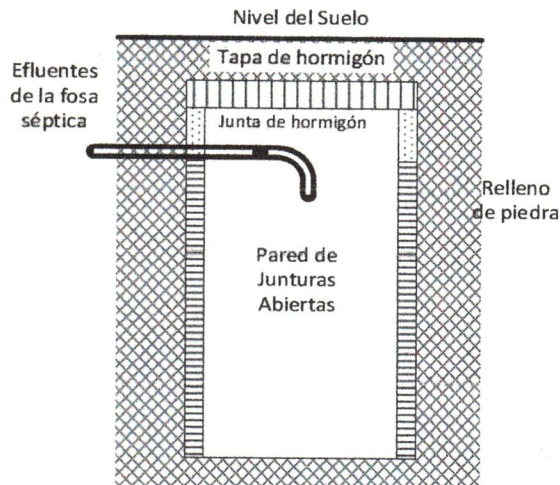


Figura 1 Esquema de una fosa séptica

FUENTE: (FAO.ORG, 1984)

BIODIGESTOR DE DOMO FLOTANTE (INDIA).

Consiste en un tambor de fibra de vidrio reforzado en plástico (FRP) para superar el problema de corrosión. Generalmente se refuerza la pared y el fondo del tanque con ladrillo y en ocasiones con hormigón. Se llama de domo flotante porque consta de un domo que se desplaza por una guía central para la captura del gas. El desplazamiento del domo permite mantener una presión del gas constante con poca fluctuación. La operación es sencilla, debido a que se diseñó para ser utilizado por familias de campesinos. La carga diaria se hace por gravedad, el volumen de entrada desplaza igual cantidad de lodos digeridos por el tubo de salida. Es muy eficiente para la producción de biogás. Principalmente se emplea para producir biogás a base de estiércol de vaca. A medida que el volumen de biogás producido aumenta, el domo sube (Várnero Moreno, 2011).

Las ventajas de ocupar este tipo de digestor es que la presión del gas es constante porque cuenta con cúpula móvil, curva de aprendizaje corta, el gas producido es fácilmente cuantificable, las

fugas de gas son poco frecuentes con mantenimiento adecuado. Las desventajas de este tipo de digester son: la cúpula de acero lo hace costoso, con diámetros grandes aumenta la inversión tanto por el tamaño de la cúpula como por la excavación (Guevara Vera, 1996), existe presencia de corrosión en la campana si no es acero inoxidable, requiere de mantenimiento intensivo, presenta baja vida útil, no es apto para zonas tropicales, la campana tiende a atorarse si se carga con materia fibrosa (Lacueva Ratera, 2011). La Figura 2 representa el esquema de un biodigestor de domo flotante.

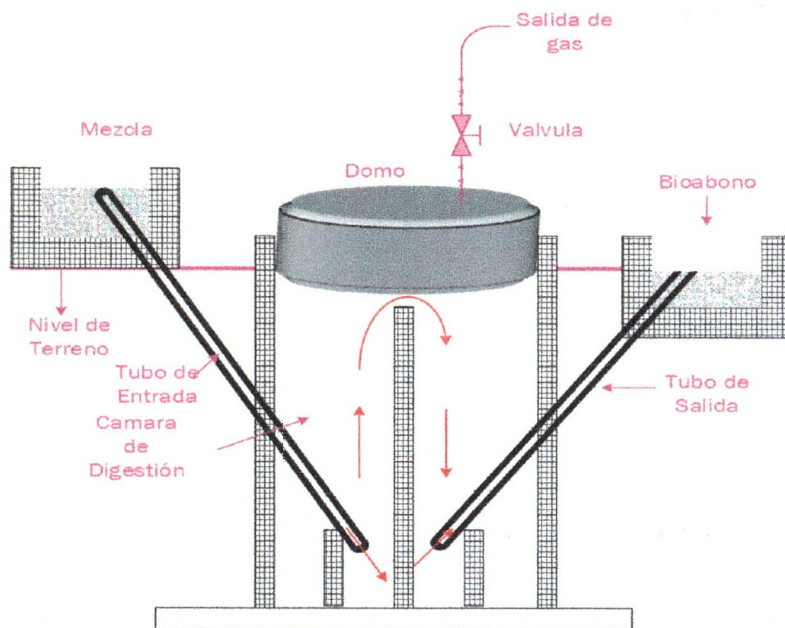


Figura 2 Biodigestor de domo flotante

FUENTE: (ONI.ESCUELAS.EDUAR, 2004)

BIODIGESTOR DE DOMO FIJO (CHINO).

Este digester consta de un domo fijo en la parte superior, para la captura del gas producido, esta cámara suele construirse con hormigón o ladrillo, en el interior se sella con varias capas de mortero. En la parte superior, suele colocarse un tapón de inspección, el cual se emplea para facilitar la limpieza del depósito, La presión de salida del gas puede variar dependiendo de la demanda, requiere de un sistema de almacenamiento externo del gas para mantener valores de presión constante (Vargas Melendez, 2010).

Al iniciar el proceso, la carga es una mezcla de residuos agrícolas compostados y lodos activos de otro digestor, después es alimentado diariamente con los residuos disponibles provenientes de la letrina y animales domésticos. Este digestor es poco eficiente para la producción de biogás y excelente para la producción de bioabono (Varnero Moreno, 2011). La figura 3 muestra los componentes de un biodigestor de domo fijo.

Tiene como ventaja, una vida útil aproximada de 20 años mediante un mantenimiento adecuado y al estar enterrado se favorece el proceso de fermentación anaerobia ya que hay poca interacción con el medio ambiente su principal desventaja es el elevado costo de fabricación y la presión del gas no es constante al depender del volumen almacenado, los modelos de mucho diámetro son estructuralmente complejos y difíciles de construir (Guevara Vera, 1996).

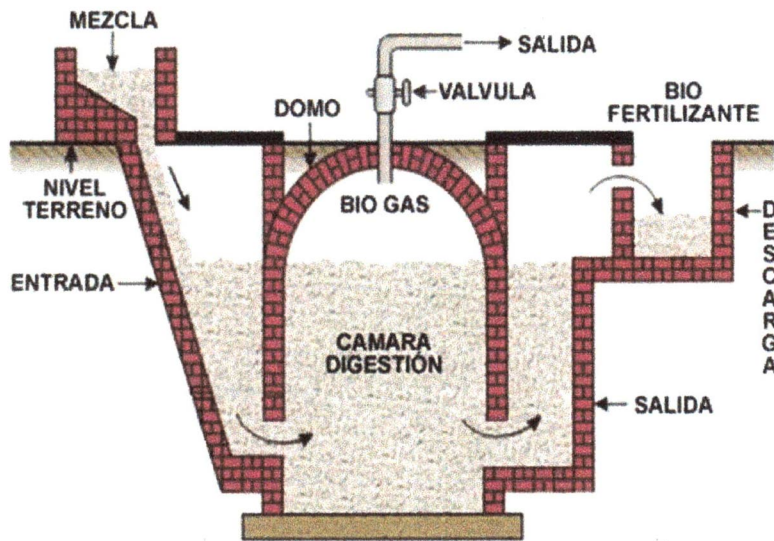


Figura 3 Biodigestor de domo fijo

FUENTE: (ONLESCUELAS.EDU.AR, 2004)

BIODIGESTOR DE ESTRUCTURA FLEXIBLE.

Consta de un cuerpo flexible, generalmente polietileno de alta densidad. Es el modelo más usado en comunidades rurales de América Latina, Asia y África para el tratamiento de excretas de ganado y residuos agrícolas. Desde 1986, el Centro para la Investigación en Sistemas Sustentables de Producción Agrícola (CIPAV), ha recomendado biodigestores de plástico económico como

la tecnología más apropiada para el tratamiento de excretas de ganado, reduciendo así la presión en otros recursos naturales (Bautista Buhigas, 2010). La figura 4 muestra el esquema de un biodigestor de estructura flexible. Las Ventajas de este tipo de digestor son: bajo costo con material estandarizado, Apropiado para zonas con alto nivel freático, Altas temperaturas de digestión en climas cálidos, fácil limpieza vaciado y mantenimiento, pueden ser utilizados sustratos difíciles. Las desventajas son: baja presión del gas, la escoria no puede ser removida en operación, vida útil corta es susceptible a daños mecánicos (Lacueva Ratera, 2011).

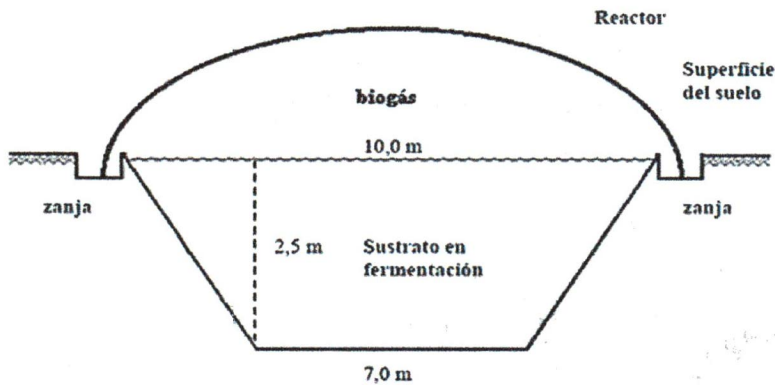


Figura 4 Biodigestor de Estructura Flexible

FUENTE: (SCIELO.CL, 2011)

BIODIGESTOR FLOTANTE.

Una ventaja de emplear polietileno tubular es que los biodigestores pueden flotar en cualquier superficie de agua, con la mitad sumergida, la entrada del sustrato se coloca sobre el nivel de agua más alto, mientras la salida del efluente debe ajustarse a un objeto flotante, ya sea un coco seco o bien, un recipiente plástico, se emplean en lugares donde el espacio de las granjas es limitado. En Vietnam más de 5% de los biodigestores flotantes se ubican en estanques que facilitan su instalación (Pontón Sigcha, 2010). La figura 5 muestra una aplicación de biodigestor flotante.

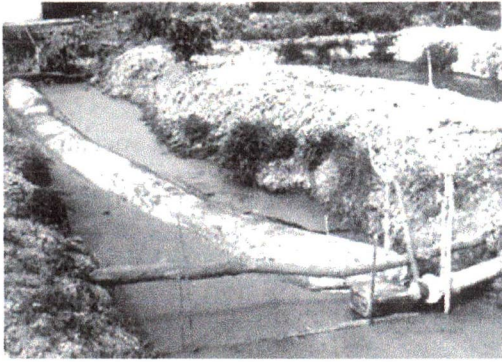


Figura 5 Biodigestor flotante

FUENTE: (BAUTISTA BUHIGAS, 2010)

BIODIGESTOR CON TANQUE DE ALMACENAMIENTO TRADICIONAL Y CÚPULA DE POLIETILENO.

Cuenta con un domo de polietileno de capa delgada en la parte superior, sustituyendo la campana móvil y la cúpula fija, y un tanque de almacenamiento fabricado en piedra y ladrillo para la captación del biogás como en los modelos tradicionales. Con este tipo de instalación se reducen costos de instalación respecto a los modelos tradicionales, la cúpula de polietileno tiene una vida útil hasta de 10 años (Bautista Buhigas, 2010). La figura 6 muestra un biodigestor con tanque de almacenamiento instalado en una granja. Sus ventajas son: se reduce hasta 30% los costos de construcción, la cúpula de polietileno puede durar hasta 10 años. Se emplea para el tratamiento de estiércol de animales en granjas ganaderas.

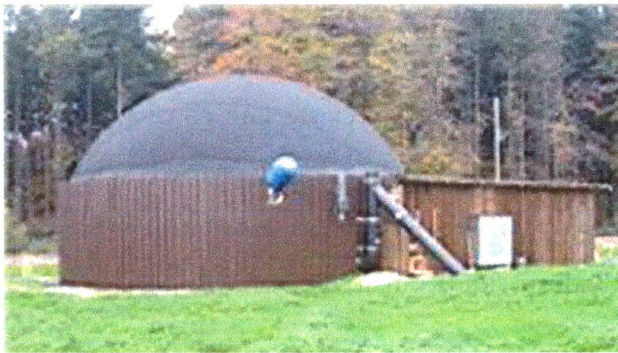


Figura 6 Biodigestor con tanque de almacenamiento y cúpula de polietileno

FUENTE: (SOLAR, 2004)

BIODIGESTORES DE ALTA VELOCIDAD O FLUJO INDUCIDO.

Se emplean en instalaciones industriales o semi industriales, cuentan con una agitador mecánico y un precalentador de la mezcla, reduciendo así el tiempo de retención hidráulico considerablemente. Este tipo de biodigestor sólo es costeable cuando el volumen de biogás generado lo justifica. La agitación mecánica, continua o semicontinua, favorece el rompimiento de natas y aumento de los espacios útiles en la cámara de fermentación, favoreciendo así, el desarrollo del proceso (Bautista Buhigas, 2010). La figura 7 muestra el esquema de un biodigestor de alta velocidad.

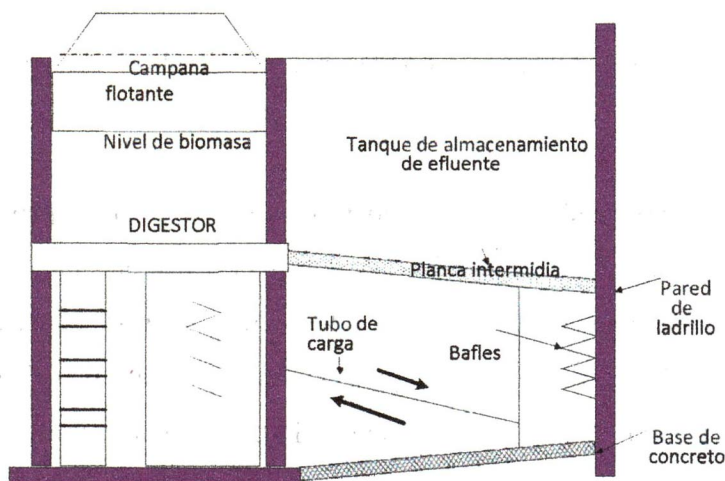


Figura 7 Biodigestor de alta velocidad.

FUENTE. (BAUTISTA BUHIGAS, 2010)

CLASIFICACIÓN POR SU TIPO DE OPERACIÓN.

Carga continua: Cuando la producción de biogás es uniforme y existe una constante en la cantidad de material de carga, la cual se ingresa en periodos regulares de tiempo. Se emplean en zonas con generación constante de materia residual, como las granjas ganaderas, o para el tratamiento de aguas residuales en instalaciones industriales (Román, 2012).

Carga semicontinua: La primera carga es rica en materia orgánica, y se suministra otra carga al digestor cuando el volumen del biogás comienza a disminuir, a fin de mantener estable el flujo de biogás. Se emplean en el medio rural en sistemas pequeños con fines domésticos.

Carga por lotes: Se apilan pequeños digestores con carga completa, cada digestor se carga cada determinado tiempo con los residuos acumulados durante ese periodo, por lo que se tiene un flujo constante de biogás. También se conoce como digestor Batch o de régimen estacionario, se emplea para procesar materia celulósica que no es aconsejable tratar en otro tipo de digestores. El rendimiento volumétrico del gas es superior a cualquier modelo debido al contenido de sólidos totales y el rendimiento de abonos sólidos es elevado por eso es ideal para el saneamiento de desperdicios orgánicos y el control de vectores, así como la recuperación económica de metano y la retención de humus para el uso de fertilizantes. Al ser aéreos, depende de los cambios en la temperatura ambiente y debe construirse un gasómetro (Guevara Vera, 1996)

EVOLUCIÓN HISTÓRICA

1776: Volta descubre el metano en los gases de los pantanos.

1869: Se emplea biogás por primera vez en un hospital de Bombay India.

1884: Louis Pasteur concluye que la fermentación del estiércol podría ser una fuente de iluminación y de calefacción.

1896: Donald Cameron perfecciona el tanque séptico y utilizó el gas emanado como fuente de energía.

1900: Charles James pone en operación el primer biodigestor en Bombay para el funcionamiento de un motor.

1923: En Alemania se empieza a utilizar el biogás mediante una red pública para satisfacer las demandas de energía.

1927: En Inglaterra se impulsa el uso del biogás en comunidades con más de 7,000 habitantes.

1939: Se inaugura en la India, una unidad experimental para el estudio y diseño de equipos para la utilización del biogás.

1973 – 1985: Se instalan en Alemania biodigestores a causa de la crisis energética, con el propósito de generar energía y proteger el medio ambiente.

Hacia 2005: 120,000 biodigestores instalados para calefacción en la India, más de 7 millones de biodigestores instalados para calefacción en China.

FUENTE: (INFANTES, 2008; GUEVARA VERA, 1996)

1.3 CARACTERÍSTICAS DE LOS BIODIGESTORES

Existen características fundamentales que todo biodigestor debe tener sin importar el tipo o el tratamiento del sustrato que se requiere realizar, dentro de estas características esenciales se nombran las siguientes (Román, 2012):

- ✓ Hermético. Se debe evitar la fuga de gas al medio, para evitar una posible explosión e intoxicación de las personas que se encuentren alrededor. Se debe colocar buenos empaques que no reaccionen con los componentes del biogás.
- ✓ Aislamiento Térmico. Esta característica es primordial para el desarrollo del proceso, pues un cambio brusco en la temperatura puede ocasionar inhibición de la acción bacteriana dentro del digestor. Se recomienda considerar la temperatura ambiental de la zona donde se pretende instalar a fin de proporcionar estabilidad térmica al proceso.
- ✓ Acceso para mantenimiento. Es recomendable considerar la remoción de obstrucciones en las tuberías de acceso y salida del sustrato a fin de evitar daños a la cámara de digestión, también las tuberías de gas, válvulas y tanque de almacenamiento deben estar accesibles ante una posible reparación o modificación del arreglo.
- ✓ Debe tener un medio para romper las natas que se forman. Estas natas retardan el proceso de generación de biogás, o bien obstruyen el flujo del sustrato, según sean sus características. Esto se resuelve contemplando un sistema de agitación que además favorece el proceso y mejora la generación de biogás.

COMPONENTES DE UN BIODIGESTOR.

Además de contemplar estas características, hay componentes básicos e imprescindibles para la instalación de un biodigestor los cuales se describen a continuación.

REACTOR

El reactor es el cuerpo del digestor, es el componente principal donde ocurre el proceso de biodigestión anaerobia, en la actualidad se emplean cilindros para dar forma al reactor, aunque puede tener cualquier forma geométrica, el suelo de los reactores, debe tener una inclinación a fin de permitir el flujo natural de los sedimentos hacia la tubería de salida del efluente. La cubierta de los reactores, consta de una cúpula para la captura del biogás, sea fija, flotante o flexible. Además de impedir la fuga de olores, y calor a la vez que aíslan la cámara de fermentación de la presencia de oxígeno que puede inhibir el proceso (López Mendoza & López Solís, 2009).

ENTRADA DEL AFLUENTE.

Se ubica en la parte alta del reactor, y según el tipo, puede contar con un depósito de premezclado y una válvula de admisión que impedirá la entrada de aire a la cámara de fermentación (Varnero Moreno, 2011).

SALIDA DEL EFLUENTE.

Se coloca a distinto nivel de la entrada del afluente un tubo para la extracción del efluente. Este puede descargar directamente sobre un contenedor, o bien a la entrada de una bomba centrífuga para distribuir el efluente, según sea la aplicación y las necesidades del sistema (Guevara Vera, 1996).

EXTRACCIÓN DE SEDIMENTOS.

Se coloca en la parte baja del reactor al centro o bien un arreglo de tuberías distribuidas a lo largo del suelo del tanque. Su función es purgar los sedimentos que se forman en la parte baja y que no pueden ser extraídos por la salida del efluente. Se emplean tuberías al menos de 15cm de

diámetro y se equipan con válvulas tapón para evitar fugas durante la operación normal del reactor (Varnero Moreno, 2011). La remoción de los sedimentos, evita la formación de espacios muertos dentro del tanque. Estos sedimentos están compuestos por materia inorgánica que no puede ser digerida por un proceso anaerobio y cuya acumulación reduce el espacio útil del tanque reactor, es aconsejable retirar este material del tanque reactor cada seis a doce meses en un proceso continuo.

SISTEMA DE GAS

El gas es una mezcla de metano y dióxido de carbono, y otros gases en menor cantidad. La porción de metano varía entre el 60 y 70% si el proceso se realiza adecuadamente dentro del reactor. Y el contenido de dióxido de carbono variará entre el 30 y 40%.

El gas producido se traslada desde el digestor hasta los puntos de consumo o al quemador de gases en exceso, según sea necesario. El sistema de gas se compone de las siguientes partes (Varnero Moreno, 2011):

- 1) Cúpula de gas.
- 2) Válvulas de seguridad
- 3) Traga flamas.
- 4) Válvulas térmicas.
- 5) Separadores de sedimentos.
- 6) Purgador de condensado.
- 7) Medidores de gas.
- 8) Manómetros.
- 9) Regulador de presión.
- 10) Almacenamiento del gas.
- 11) Quemador de los gases sobrantes.
- 12) Acondicionamiento Del Biogás

El biogás es una mezcla de gases que resulta dañino para algunas aplicaciones a causa de sus componentes, por esto es preferible incluir dispositivos para el acondicionamiento según sean

las necesidades de la aplicación donde se requiere ocupar el biogás. La purificación es importante por dos razones esenciales (Varnero Moreno, 2011).

1. Para disminuir los componentes traza y así aumentar el poder calorífico.
2. Para cubrir los requerimientos establecidos para la operación de equipos a gas tales como motores, calderas, celdas de combustible, vehículos, entre otros.

El tratamiento completo de biogás, consiste en extraer la mayor cantidad de CO₂ posible, vapor de agua y otros gases traza del biogás. Las partículas sólidas en el biogás se hacen pasar por filtros colectores convencionales. Las técnicas manejadas para la eliminación de gases traza son el lavado, adsorción y secado.

VENTAJAS DE LOS BIODIGESTORES Y BIOABONO

- ✓ El material orgánico utilizado para la carga se optimiza adecuadamente al captarse todos los productos y subproductos de la degradación, razón por la que no hay pérdida significativa de los nutrientes contenidos en la materia de carga (Román, 2012).
- ✓ El material orgánico degradado por este proceso tiene mayor riqueza nutricional que el obtenido mediante la biodegradación aerobia (Román, 2012).

DESVENTAJAS DE LOS BIODIGESTORES Y BIOABONO

- ✓ El material orgánico obtenido de este tipo de biodegradación es líquido (Román, 2012).
- ✓ Al aplicarse en forma líquida en suelos permeables existe mucha pérdida por lixiviación de algunos de sus componentes (Román, 2012).

1.4 TIPOS DE ALIMENTOS

Los alimentos se consideran de dos tipos esenciales, por la cantidad de nutrientes, estos pueden ser simples o compuestos. Los alimentos simples sólo contienen un tipo de nutriente, por

ejemplo la sal, el agua; mientras que los alimentos compuestos contienen 2 o más nutrientes como frutas, verduras, carnes, entre otros.

CLASIFICACIÓN POR SUS CARACTERÍSTICAS

Los alimentos se clasifican en 6 grupos esenciales, los cuales agrupan a todos los alimentos en función a diferentes características. La Tabla 6 muestra la clasificación de los alimentos según sus características (López Pérez, 2012).

Tabla 6 Clasificación de los alimentos

<i>Característica</i>	<i>Tipo</i>	<i>Ejemplo</i>
<i>Primarios</i>	Sin transformación	
	Transformados	Modificados por procesos industriales y tecnológicos.
<i>Por su tratamiento</i>	Preparados	Tratados para facilitar su consumo.
<i>Por su origen</i>	Vegetal	Que provienen de organismos autótrofos.
	Animal	Que provienen de organismos heterótrofos.
<i>Por sus posibilidades de conservación</i>	No perecederos	Azúcar, leguminosas.
	Semi perecederos	Algunas frutas y verduras.
	Perecederos	Carnes y huevos.
<i>Por su valor nutritivo</i>	Primera categoría	Carnes, huevos (aportan proteínas y lípidos).
	Segunda categoría	Lácteos (aportan carbohidratos, proteínas y lípidos).
	Tercera categoría	Accites y grasas (aportan lípidos).
	Cuarta categoría	Legumbres, cereales y derivados (aportan carbohidratos y proteínas).
	Quinta categoría	Verduras y frutas (aportan carbohidratos).
	Sexta categoría	Azúcares y derivados (aportan carbohidratos).
<i>Por su consistencia</i>	Duros	
	Semiduros	
	Blandos	
	Viscosos	
	Fluidos	

FUENTE: (LÓPEZ PÉREZ, 2012)

Otra clasificación típica es por sus características comerciales (López Pérez, 2012), las cuales se presentan a continuación:

ALIMENTOS FORMULADOS: Obtenidos por mezclas de diversos ingredientes. Pueden ser reestructurados (que tienen la apariencia de alimentos existentes, como las hamburguesas de soya), enriquecidos (con sustancias nutritivas agregadas), funcionales (o nutracéuticos que son

derivados de ingredientes naturales, como el yogurt), de bajo contenido de algún componente o propiedad (como los bajos en sodio o colesterol).

ALIMENTOS “LIGHT” O LIGEROS: son aquellos que tienen un referente en el mercado, contienen menos del 30% del valor energético del producto de referencia y por ley lo manifiestan en el etiquetado.

ALIMENTOS DIETÉTICOS O DE RÉGIMEN. Son elaborados con fórmulas autorizadas que cumplen con estándares nutricionales y se usan para complementar o sustituir la alimentación habitual.

ALIMENTOS REEQUILIBRADOS: Se modifica su composición para ajustar su equilibrio nutricional.

ALIMENTOS “BIOLÓGICOS”: Que no han sido tratados durante su producción.

ALIMENTOS “NATURALES”: A los que no se les ha agregado ningún aditivo.

ALIMENTO IMPROPIO: Que se elaboró con algún procedimiento no autorizado, no está adecuadamente madurado o bien, que no se encuentra en los hábitos de los consumidores.

ALIMENTO ADULTERADO: Es aquel al que se le ha variado su composición de manera fraudulenta o bien para corregir defectos o alteraciones.

ALIMENTO FALSIFICADO: Que no tiene la composición declarada o que simula a otro.

ALIMENTO ALTERADO: Que ha sufrido cambios en su composición por mala conservación; a veces solamente varía su apariencia, volviéndola indeseable, aunque no esté descompuesto.

ALIMENTO CONTAMINADO: Que contiene bacterias patógenas, sustancias químicas radioactivas, toxinas o parásitos capaces de provocar enfermedades, aunque al ser ingeridos no provoquen daño (la simple presencia de estas sustancias, aún en pequeñas cantidades lo clasifican así),

ALIMENTO NOCIVO: Es el que al ser consumido por cierto tiempo puede producir trastornos al organismo.

Existe otra clasificación de acuerdo con el punto de vista comercial y tecnológico. En ésta se consideran 9 grupos a saber:

PRODUCTOS FRESCOS: No han sido procesados pero es preciso mantenerlos en cámaras refrigeradas entre 0 y 10°C como las carnes y derivados.

PRODUCTOS APPERTIZADOS: Alimentos sometidos a esterilización comercial en envases cerrados. A veces se mantienen refrigerados como método adicional de conservación.

PRODUCTOS CONGELADOS: Son aquellos que se mantienen en excelentes condiciones si primero se ultra congelan (congelación instantánea) y se mantiene una adecuada cadena de frío.

PRODUCTOS ENVASADOS AL VACÍO O EN ATMÓSFERAS MODIFICADAS: Generalmente se aplica a vegetales frescos que una vez lavados, cortados y preparados, se envasan al vacío o bien en atmósferas de nitrógeno, bióxido de carbono u oxígeno.

PRODUCTOS TRATADOS CON CALOR Y VACÍO: En este grupo se encuentran los platos esterilizados que contienen mayoritariamente verduras y los platos pasteurizados que se aplican a preparaciones que no toleran esterilización.

PRODUCTOS TEXTURIZADOS: Son la base de productos simulados o análogos de los convencionales, por ejemplo la proteína de soya texturizada que imita carne.

PLATOS PREPARADOS: Estos se encuentran clasificados en 3 subclases: cocinados para consumo inmediato (que se mantienen calientes ya preparados), cocinados (que se mantienen en refrigeración ya preparados para ser consumidos después en frío o caliente), precocinados (que se consumen después de un cocinado adicional).

ALIMENTOS CÓMODOS: Van desde los alimentos totalmente preparados y que requieren ser calentados en el horno de microondas hasta otros que requieren que se les añada algún ingrediente antes de calentarse.

ALIMENTOS CON FINES O CARACTERÍSTICAS PECULIARES: En esta gama entran los llamados alimentos saludables.

1.5 RELACIÓN C/N DE LOS ALIMENTOS

En general para que se realice adecuadamente el proceso de biodigestión anaerobia, se requiere que la materia orgánica empleada, contenga una relación entre contenido de carbono y nitrógeno en un rango que oscila entre 20:1 y 30:1; por lo tanto, cuando no se tiene un residuo con una relación C/N inicial apropiada, es necesario realizar mezclas de materias en las proporciones adecuadas para obtener la relación C/N óptimas. Conociendo el contenido de carbono y nitrógeno de cada una de las materias primas puede calcularse la relación C/N de la mezcla aplicando la siguiente fórmula;

$$K = \frac{C1 * Q1 + C2 * Q2 + \dots Cn * Qn}{N1 * Q1 + N2 * Q2 + \dots Nn * Qn}$$

Donde:

K = C/N de la mezcla de materias primas.

C = % de carbono orgánico contenido en cada materia prima.

N = % de nitrógeno orgánico contenido en cada materia prima.

Q = Peso fresco de cada materia, expresado en kilos o toneladas.

La Tabla 7 muestra la relación C/N para algunos alimentos, ésta se construyó en función de la Tabla de Composición Química de los Alimentos publicada por la FAO, la tabla completa se puede consultar en el Anexo I

Tabla 7 Relación C/N Para Algunos Alimentos

Nombre	Proteína (g)	grasa total (g)	Carbohidratos (g)	% carbono	% nitrógeno	Relación c/n	% sólidos totales	% sólidos volátiles
<i>01. Productos lácteos y similares</i>								
<i>Crema, espesa</i>	2.050	37.000	2.790	0.295	0.004	83.388	42.290	98.936
<i>Crema, rala</i>	2.700	19.310	3.660	0.171	0.005	36.778	36.250	98.400
<i>Crema, sustituto no lácteo en polvo</i>	4.790	35.480	54.880	0.506	0.008	61.321	97.790	97.300
<i>Leche de burra, fluida</i>	1.700	1.200	6.500	0.044	0.003	14.943	9.800	95.918
<i>Leche de cabra, fluida</i>	3.560	4.140	4.450	0.067	0.006	10.922	12.970	93.678
<i>Leche de vaca, chocolatada, fluida, fluida, baja en grasa</i>	2.990	1.900	12.130	0.078	0.005	15.183	17.830	95.457
<i>Leche de vaca, con cocoa, fluida</i>	3.520	2.330	10.630	0.078	0.006	12.889	17.430	96.271
<i>Leche de vaca, condensada c/ azúcar, enlat.</i>	7.910	8.700	54.400	0.323	0.014	23.717	72.840	97.488
<i>Leche de vaca, descremada c/ vit a, en polvo</i>	36.160	0.770	51.980	0.403	0.062	6.476	96.840	91.811
<i>Leche de vaca, descremada c/ vit a, en polvo instantánea</i>	35.100	0.720	52.190	0.398	0.060	6.587	96.040	91.639
<i>Leche de vaca, descremada c/ vit a, fluida (1%grasa)</i>	3.370	0.970	4.990	0.045	0.006	7.716	10.080	92.560
<i>Leche de vaca, descremada s/ vit a, en polvo</i>	36.160	0.770	51.980	0.403	0.062	6.476	96.840	9.811
<i>Leche de vaca, descremada, en polvo (pl 480)</i>	36.160	0.770	51.980	0.403	0.062	6.476	96.840	91.811
<i>Leche de vaca, integral, en polvo</i>	26.320	26.710	38.420	0.489	0.045	10.776	97.530	93.766

FUENTE. (INCAP, 2012)

1.6 DIGESTIÓN ANAEROBIA DE LOS ALIMENTOS

La digestión anaerobia de la materia orgánica implica que esta sea degradada a través de la interacción de diversos grupos de microorganismos. La materia orgánica está conformada por macronutrientes esenciales que son moléculas complejas de proteínas, carbohidratos y grasas, mismas que son digeridas por microorganismos específicos en compuestos solubles. Durante el proceso de digestión los carbohidratos son hidrolizados en azúcares y alcoholes, los lípidos en ácidos grasos de cadena larga, los polisacáridos se hidrolizan en azúcares más simples. Las proteínas se hidrolizan en péptidos o aminoácidos. Estos compuestos a su vez son degradados en un proceso conocido como acidogénesis por microorganismos específicos en ácidos orgánicos tales como propiónico, butírico, fórmico, valérico. El siguiente paso es la desintegración de estos ácidos en ácido acético dióxido de carbono e hidrógeno. Al final del proceso, el ácido acético es procesado por microorganismos metanogénicos. El desarrollo del proceso requiere de mantener el equilibrio sinérgico entre las diferentes poblaciones microbianas

(Cendales Ladino, 2011). La figura 8 muestra el esquema de transformación de la materia orgánica en metano, producto de la actividad microbiana.

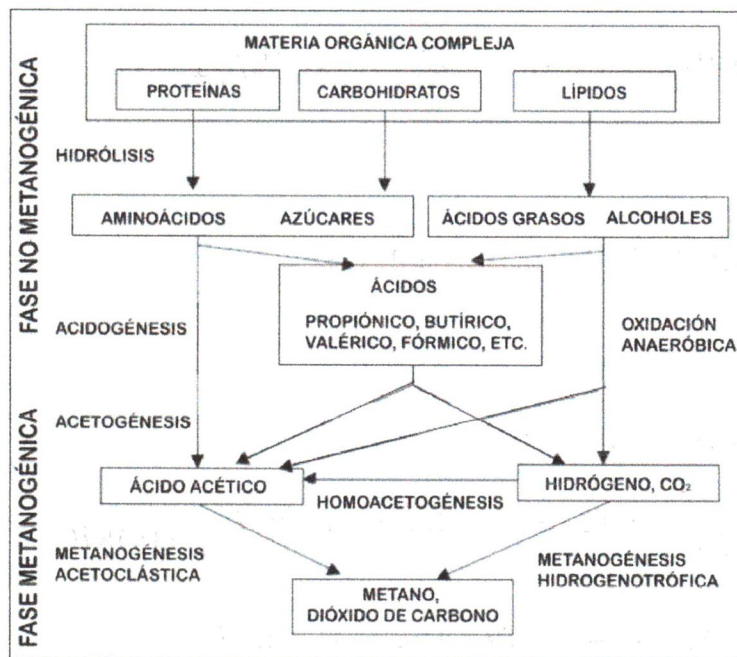
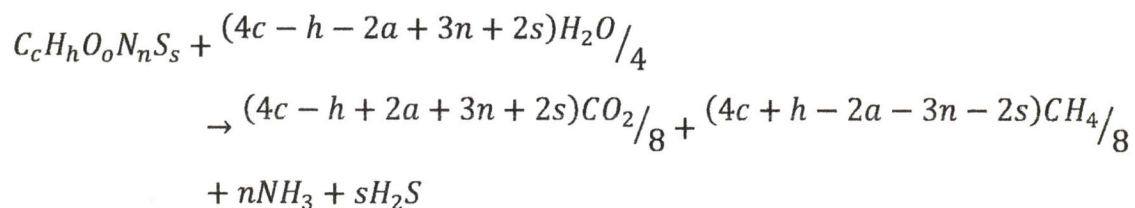


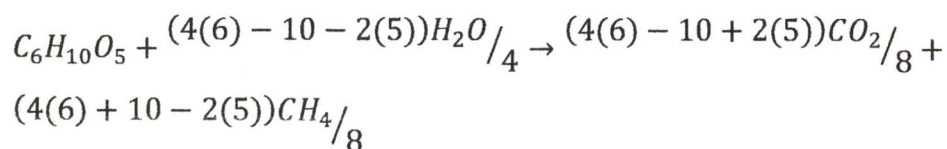
Figura 8 Esquema de transformaciones bioquímicas durante el proceso de digestión anaerobia

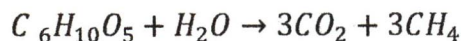
FUENTE: (CENDALES LADINO, 2011)

Aplicando la fórmula de Buswell (López Cabanes, 1989) a las fórmulas químicas presentadas por (Varnero Moreno, 2011) para cada macronutriente para estimar el biogás teórico que se puede generar se tiene:

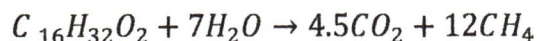
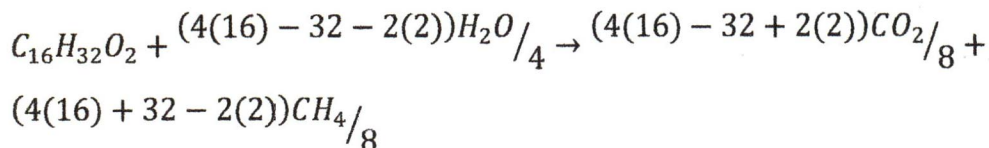


Para carbohidratos:

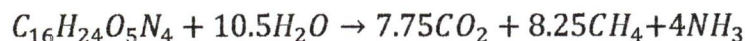
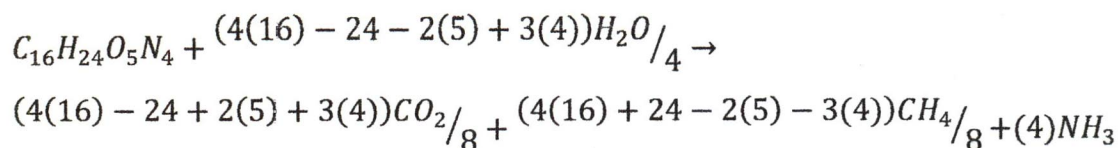




Para Lípidos:



Para Proteínas:



La mayor concentración de metano se encuentra en la fermentación de lípidos, seguida de las proteínas y en el caso de los carbohidratos, el contenido de metano y bióxido de carbono es similar, cabe señalar que es una estimación aproximada y la calidad del biogás producido, depende de la composición química de los sustratos y de las condiciones en que se desarrolla el proceso de biodigestión anaerobia.

CAPÍTULO 2 ESTUDIO DE CASO

2.1 CONTEXTO DE LA DELEGACIÓN IZTAPALAPA

SITUACIÓN GEOGRÁFICA.

La Delegación Iztapalapa, tiene una superficie de 117 km², colinda al Norte con la Delegación Iztacalco del DF; y el municipio de Nezahualcóyotl del Estado de México; al Este con los municipios de los Reyes la Paz e Ixtapaluca del Estado de México; al Sur con las delegaciones Tláhuac y Xochimilco; al Oeste con las delegaciones Coyoacán y Benito Juárez. En este espacio se cuenta con realidades contrastantes, barrios o colonias que cuentan con todos los servicios y otros con rezago social y marginación de grupos étnicos de origen. (Iztapalapa.df.gob.mx, Geografía, 1970)

La Delegación Iztapalapa tiene un clima templado subhúmedo con lluvias en verano, una temperatura anual promedio de 12 a 16°C en la mayor parte del territorio y al Noroeste mayor a 16°C. La precipitación pluvial promedio en el año es de 600 a 700 mm en la mayor parte del territorio y menor a 600 mm en la región Noroeste de la Delegación. La Figura 9 muestra la distribución pluvial y de temperaturas para el Distrito Federal donde se aprecia la situación climática de la Delegación Iztapalapa.

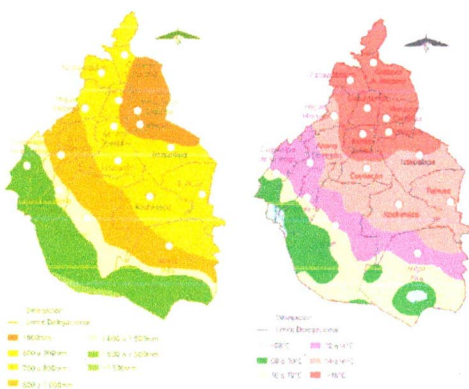


Figura 9 Distribución de isotermas y precipitación pluvial del Distrito Federal

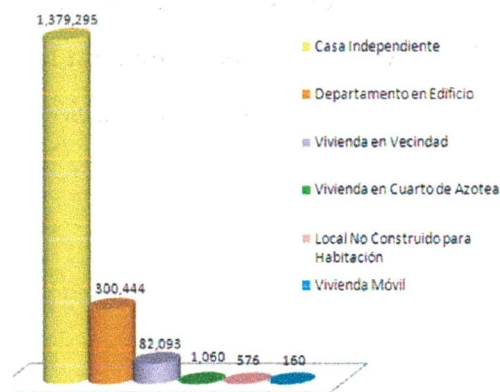
FUENTE: (IZTAPALAPA.DF.GOB.MX, GEOGRAFÍA, 1970)

Se encuentra ubicada a una altitud media de 2 240 metros sobre el nivel del mar y destacan dos fallas montañosas, la primera formada por el Cerro de la Estrella y el Cerro Peñón del Marqués, y la segunda por la Sierra de Santa Catarina (INEGI, 1990).

SITUACIÓN DEMOGRÁFICA.

Esta Delegación es la más poblada del D.F., con 1 815 786 habitantes de acuerdo al Censo 2010 (INEGI, 1990), la actividad económica, se basa en el sector secundario y terciario, el sector primario, ya no existe en la Delegación (Iztapalapa.df.gob.mx, Demografía, 1970).

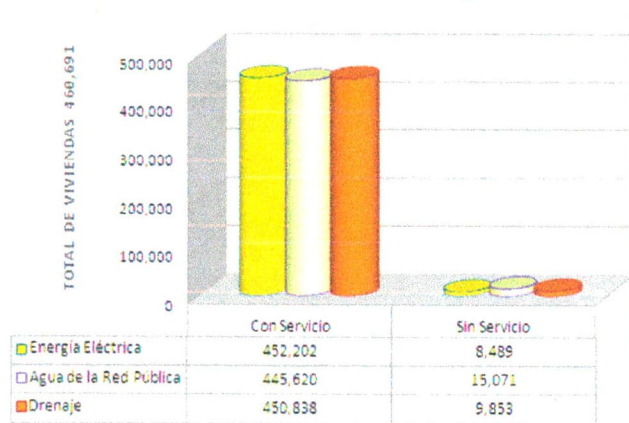
En Iztapalapa para el año 2010 se contabilizaron 460 691 viviendas (que representan 18.78% del total de viviendas en el Distrito Federal). El 78% de la población reside en una casa independiente, 17% habita en un departamento en edificio, 4% de la población habita una vivienda en vecindad y el resto (en orden de importancia), se aloja en cuartos de azotea, locales no construidos para habitación y en viviendas móviles. La Gráfica 3 representa la distribución del tipo de viviendas en la Delegación.



Gráfica 3 Población por clase de vivienda en Iztapalapa

FUENTE: (IZTAPALAPA.DF.GOB.MX, DEMOGRAFÍA, 1970)

De las viviendas habitadas: 98.16% disponen de energía eléctrica, 96.72% de agua de la Red Pública y 97.86% de drenaje. La Gráfica 4 muestra el acceso a servicios básicos de agua potable, drenaje y electricidad en la Delegación.



Gráfica 4 Disponibilidad de Servicios Básicos en las viviendas de Iztapalapa

FUENTE: (IZTAPALAPA.DF.GOB.MX, DEMOGRAFÍA, 1970)

En la Delegación existen 214 colonias de las cuales el 100% cuenta con servicio de recolección separada de residuos sólidos y son atendidas por 266 camiones recolectores según el Inventario de Residuos Sólidos del Distrito Federal 2012 (SEDEMA, 2013).

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.

De las 214 colonias de la Delegación se elige la Unidad Cabeza de Juárez I, por conocimiento de la zona. Es una unidad habitacional construida en el año 1982, proyecto impulsado por el Fideicomiso de Vivienda y Desarrollo Urbano (FIVIDESU). La Unidad consta de 21 edificios con 20 departamentos cada uno.

Se encuentra ubicada al Noreste de la Delegación, delimitada por las calles Emilio Balli al Norte, Enrique Contell al Este, Calle 3 al Oeste y Emilio Azcárraga Vidaurreta al Sur. La Figura 10 muestra la vista superior de la unidad habitacional. Cada departamento ocupa una superficie de 47 m² y constan de 2 recamaras, sala-comedor, 1 baño, cocina y zotehueta.



Figura 10 Vista Superior de unidad

2.2 TRATAMIENTO DE LOS RSU EN IZTAPALAPA

Evolución Histórica

El manejo de la basura en la Ciudad de México, no siempre ha sido un tema vital, debido a que durante mucho tiempo la disposición de los desechos se realizaba en tiraderos a cielo abierto, costumbre que data desde tiempos coloniales (Recycs, 2004).

En la Ciudad de México Tenochtitlán, existía gente encargada de recoger los desechos a fin de mantener la ciudad limpia, estos se tiraban en el Pantitlán, que era un sumidero dentro de la laguna de Texcoco y eran transportados en trajineras y chalupas. El mismo esquema se aplicaba en la Ciudad de Iztapalapa que era confederada de la Ciudad de Tenochtitlán (Clavijero, 2003). Durante el Virreinato, el servicio de recolección era precario y generalmente se disponían en la vía pública, (en ese entonces los canales de la ciudad). Se cuenta que durante el periodo del Virrey Revillagigedo, se promulgó mediante real decreto la obligatoriedad del Ayuntamiento de disponer los residuos generados en la ciudad, para ello fue necesario situar un tiradero a las afueras de la ciudad, que se ubicó cerca de la actual colonia Santa María la Rivera (Reyes, 2004).

Durante el primer siglo del México Independiente, se contaba con la participación del Ayuntamiento para el manejo de la basura en diversos tiraderos a cielo abierto, dispuestos a las afueras de la ciudad, cuyo traslado se realizaba en carretes de tracción animal, aunque también proliferaron tiraderos clandestinos y en la vía pública a causa de la mala planeación gubernamental y la precaria cultura cívica de la época.

Esta situación prevaleció durante mucho tiempo, y fue en 1972 cuando se creó el primer complejo de tratamiento de residuos urbanos, a cargo de la Delegación Gustavo A. Madero. En las inmediaciones del bosque de Aragón, este complejo constaba de una planta de selección, una planta de incineración, una zona para compostaje. Cabe señalar que se contaba con separador magnético y molinos de materiales plásticos y desechos de poda, y se podían procesar hasta 250 toneladas de basura diarias en la planta de selección y hasta 100 toneladas diarias en la planta incineradora, además se procesaban alrededor de 20 toneladas de composta. La operación de esta planta fue pobre debido a problemas técnicos en el diseño y mala planeación en la operatividad. La recolección durante esta etapa y el traslado de los desperdicios, estuvo a cargo de concesiones a particulares en camiones y camionetas, además de los barrenderos a cargo del Departamento del Distrito Federal y todavía proliferaba el uso de carretes de tracción animal en algunas partes de la ciudad (Reyes, 2004).

En el año 1989, como parte del Programa de Gestión de los Residuos Sólidos, el Departamento del Distrito Federal toma a su cargo la administración del Complejo San Juan de Aragón para desarrollar la primera planta de selección de residuos sólidos del Distrito Federal, con una capacidad inicial de procesamiento de 1 000 toneladas diarias y ampliada después a 1 500 toneladas, además de 500 toneladas diarias procesadas en la planta de selección vieja y se mantiene en operación la planta incineradora durante 3 años. Esta planta de selección entra en operación en 1992; además se construyen las estaciones de transferencia con que cuenta el Gobierno del DF en la actualidad. En 1994 entra en operación la planta de Bordo Poniente y es hasta el año 1998 cuando entra en operación la tercera planta en Santa Catarina. En esta etapa, el servicio de recolección se realiza principalmente con camiones a cargo de las 16 delegaciones y la Dirección General de Servicios Urbanos.

SITUACIÓN EN IZTAPALAPA

La Delegación Iztapalapa tiene el primer lugar en generación de residuos sólidos del Distrito Federal, en donde se generaron 1 772 t/d en 2011. Se cuenta con 253 camiones para el traslado de este material, de los cuales 58 son de doble compartimiento y el resto son de un solo

compartimiento. Estos camiones atienden a 214 colonias mediante 253 rutas (SMA, 2011), para atender a una población de 1 815 786 habitantes de acuerdo al Censo 2010

La infraestructura disponible en la Delegación Iztapalapa para la disposición de los residuos sólidos, es de solo una planta de composta con una capacidad instalada para procesar 1 440 t/a de residuos orgánicos. El traslado se realiza hacia las estaciones de transferencia más próximas a la demarcación, y solo los residuos recolectados en la zona sureste se disponen en la Planta de Selección de Santa Catarina y una parte de los residuos orgánicos se tratan en la Planta de Composta Bordo Poniente a cargo de la Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE) (SMA, 2011).

Bajo el concepto Recolección Delegacional de Residuos Sólidos, la Delegación engloba los recursos que se destinan a las actividades inherentes a la recolección de residuos sólidos, los cuales se resumen en la Tabla 8 para los últimos 5 años.

Tabla 8 Presupuesto destinado a la actividad Recolección Delegacional de Residuos Sólidos

Año	Presupuesto
2009	213 170 402.17
2010	293 477 309.75
2011	251 601 009.98
2012	164 151 160.83
2013	140 697 324.38

FUENTE: (GUTIERREZ CALIXTO, 2013)

2.3 MANEJO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN IZTAPALAPA

En el Distrito Federal, existe la iniciativa de tratar los residuos orgánicos para generar biogás y composta, pero tratar estos residuos en el lugar de origen, representa un ahorro significativo en los recursos destinados a la disposición de los residuos sólidos, y una importante disminución en el impacto ambiental ligado a los mismos. Esta iniciativa es parte del Plan Integral para el Manejo de los Residuos Sólidos 2013-2018 dado a conocer el 16 de septiembre de 2013 (Capital, 2014).

Dicho Documento contempla la construcción y puesta en marcha de nuevos centros de tratamiento para aprovechar el potencial energético de los desechos orgánicos y generar parte de

la electricidad necesaria para el alumbrado público. A fin de eliminar la necesidad de transferir los residuos sólidos hacia rellenos sanitarios y con ello reducir el impacto ambiental ocasionado por la actividad humana en la capital del país.

Pero el tratamiento de los desechos orgánicos en el lugar de origen, abre la posibilidad de aumentar el beneficio ambiental puesto que también se reducirían las emisiones contaminantes generadas en el traslado además se puede ligar con otros programas ecológicos del Distrito Federal como el Plan Verde e impulsar la generación de azoteas verdes y pequeñas huertas de hortalizas.

El manejo de los residuos orgánicos en la Delegación es pobre e inadecuado a causa de la escasa infraestructura con que se cuenta. La infraestructura disponible en la Delegación Iztapalapa para la disposición de los residuos sólidos orgánicos, cuenta solo con una planta de composta ubicada en Panteón San Lorenzo Tezonco en Av. Tláhuac s/n Pueblo San Lorenzo Tezonco, a cargo de la Coordinación de Desarrollo Sustentable de la Delegación. Tiene una capacidad instalada para procesar 1 440 t/a de residuos orgánicos. En el año 2011, ingresaron 3 788 toneladas de Residuos orgánicos a esta planta de composta, de las cuales se produjo 506 toneladas, destinadas a Parques y jardines de la Delegación para el "Programas de Reforestación y Programa de Agricultura Urbana" (SMA, 2011). En 2012, se recibieron 398 t/d de residuos orgánicos bajo el programa de recolección separada, de las cuales, ingresaron 1 229 t/a, a la planta de composta para una producción de 188.4 t/a de composta entregada, el resto se trasladó a los sitios de disposición final (SEDEMA, 2013).

Otra cantidad es tratada en la Planta de Composta ubicada en el complejo Bordo Poniente, a cargo de la SOBSE del Distrito Federal, Estos residuos corresponden principalmente, a los generados en la Central de Abastos. El resto es depositado en los sitios de disposición final.

2.4 TIPO DE ALIMENTACIÓN EN IZTAPALAPA

Para conocer los hábitos alimenticios de la unidad habitacional elegida dentro de la Delegación, se realizó una encuesta. Se observó que el consumo es muy versátil y está basado en el costo de los insumos, por ejemplo; en el tipo de frutas consumidas, todos coinciden en la preferencia por las frutas de temporada, el consumo de carne está sujeto a su precio, por igual las verduras y el resto de los alimentos consumidos. La alimentación en la zona se resume en la Tabla 9 tomando como base las respuestas de la encuesta.

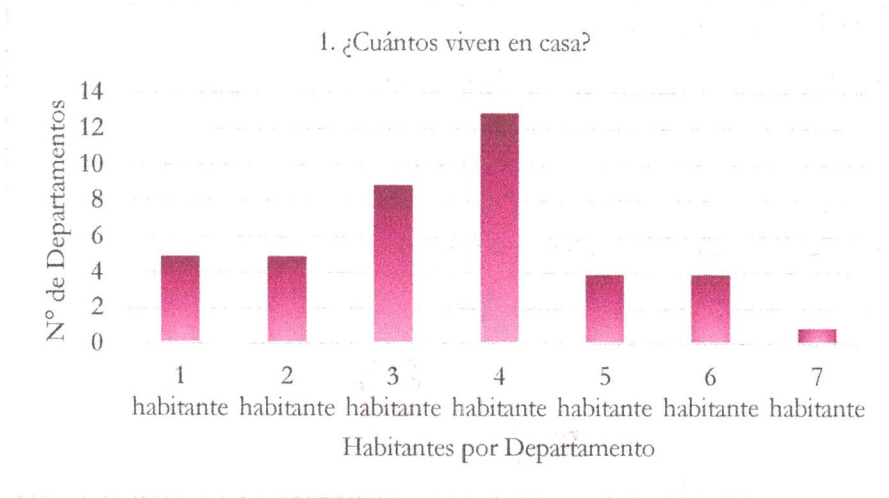
Tabla 9 Principales alimentos consumidos en la zona

<i>Frutas de temporada</i>	Naranja, limón, lima, sandía, piña, guayaba, mandarina, melón plátano, aguacate, tejocote, ciruela, durazno, manzana, papaya, fresa, uva, toronja, capulín, zapote, chicozapote, guanábana, chabacano, tamarindo, granada, perón, jícama, mango, mamey, caña, higo, pera, maracuyá, kiwi, nísperos, tuna.
<i>Alimentos preparados,</i>	Mayonesa, mostaza, valentina, cajeta, mermelada, salsa cátsup, pizza.
<i>Verduras</i>	Apio, ajo, cebolla, papa, pepino, zanahoria, chile poblano, chile de árbol, chilaca, jitomate, tomate, calabaza, chayote, elote, ejote, verdolaga, espinaca, coliflor, brócoli, pápalo quelite, epazote, cilantro, perejil, cebolla cambray, nopal, col, lechuga, lechuga romana, poro, rábano, pepino, pimiento morrón, chile serrano, chilacayote, chile pasilla, chile ancho, chile mulato, chile guajillo, chile morita.
<i>Lácteos</i>	Queso panela, queso canasto, queso Oaxaca, queso doble crema, queso amarillo, queso manchego, crema ácida (de marca), yogurt, leche.
<i>Leguminosas</i>	Frijol, arroz, lenteja, haba.
<i>Cereales</i>	Principalmente de caja, avena, linaza, trigo amaranto, soya.
<i>Carnes</i>	Pollo, res, cerdo, pescado
<i>Enlatados</i>	Atún, rajas, chile jalapeño, sardina, leche condensada, verduras y otros productos envasados. Como aderezos, café, chocolate en polvo, salsas, té.
<i>Otros</i>	Tortilla, pan, galleta

ANÁLISIS DE LA ENCUESTA.

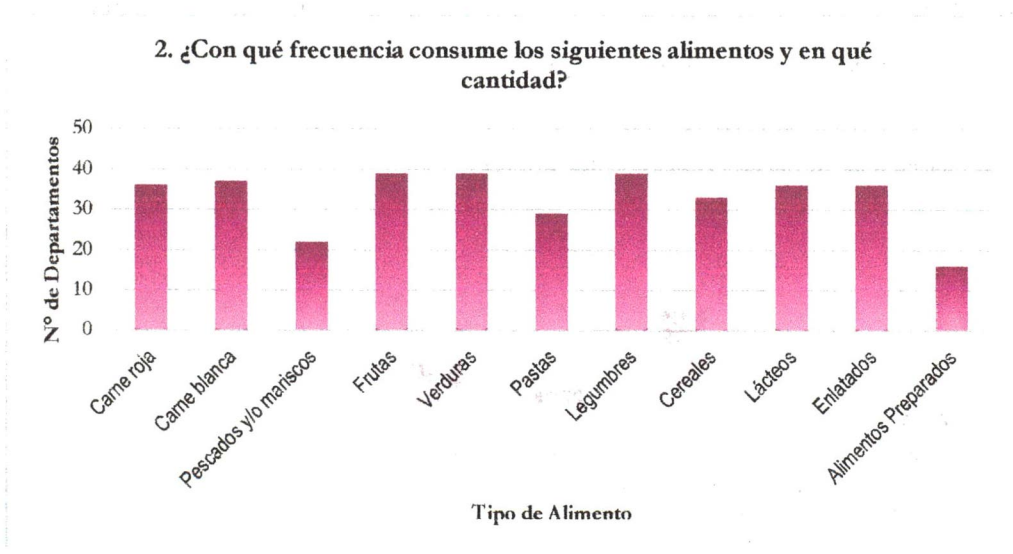
Tomando como muestra representativa 41 departamentos al azar de los 21 edificios de la unidad, se realizó una encuesta que incluye preguntas referentes a la cantidad y destino de los residuos orgánicos generados por los habitantes de la vivienda. En términos generales, se observó que no se tiene idea de la cantidad del desperdicio generado, puesto que en la mayoría de los casos los encuestados no pudieron precisar la cantidad exacta y sólo refirieron un aproximado. Los resultados de las encuestas pueden consultarse en el Anexo II.

La primera pregunta consiste en saber cuántos habitantes hay por hogar, la Gráfica 5 muestra la distribución por número de habitantes del hogar.



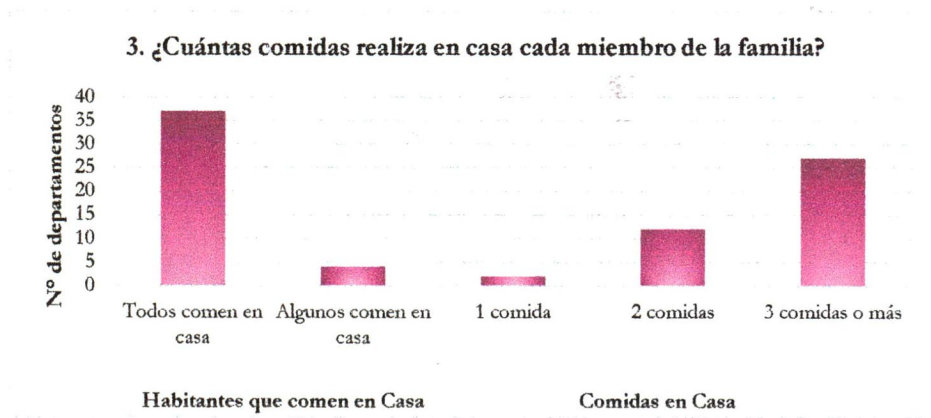
Gráfica 5 Habitantes por departamento

La segunda pregunta, trata sobre la alimentación de los hogares, de esta se tiene que la mayoría tiene una alimentación balanceada, se consumen en general mayor cantidad de carnes blancas, el pescado y los mariscos no son muy consumidos, y las frutas se prefieren por temporada, respecto a las verduras, influye el costo en su consumo pero la mayoría las incluye en su dieta. El pan y las tortillas son la base de la alimentación y la mayoría de los encuestados los consume. Los alimentos preparados no son muy frecuentes en esta zona de la ciudad. La Gráfica 6 resume la frecuencia de consumo por grupo de alimentos.



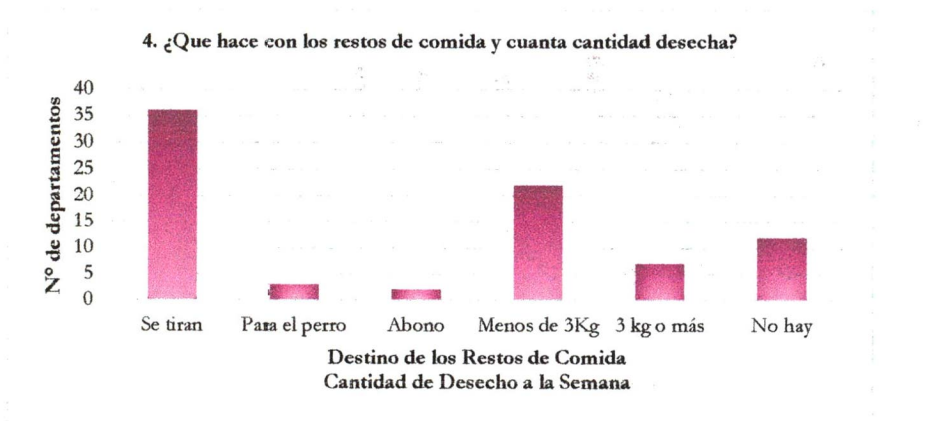
Gráfica 6 Tipos de alimentos que se consumen en Iztapalapa

De la pregunta 3, se extrae que la mayoría de los habitantes come en casa al menos 2 comidas al día, aunque la mayoría de los habitantes realiza tres comidas en casa. La Gráfica 7 resume los datos obtenidos sobre esta pregunta.



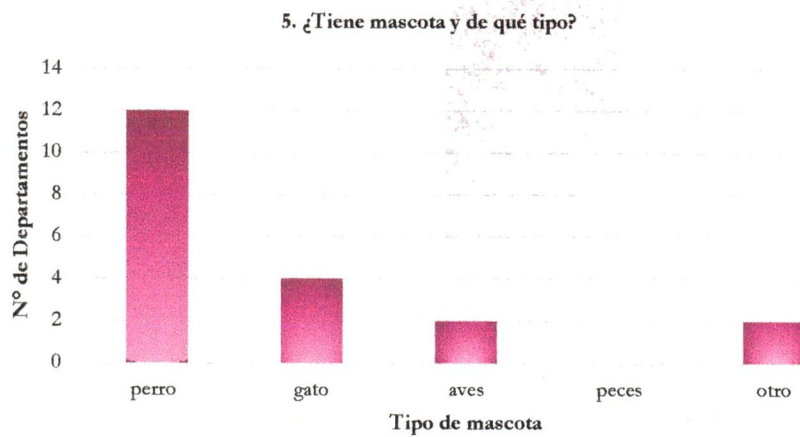
Gráfica 7 Comidas que se realizan en casa por departamento

La pregunta 4, se refiere al tratamiento que se le da a los residuos orgánicos, cabe señalar que no existe idea de la cantidad de desechos que se generan, puesto que la mayoría contestó “son pocos” para analizar estas respuestas se eligieron tres categorías, Menos de 3 kg, 3 kg o más y No hay, entendiéndose por no hay que no se desperdicia comida, o bien, que solo se desechan las cascarras y huesos. También se consideran tres categorías referente a la disposición de los residuos de comida, Se tiran, para el perro, abono, estos son los usos que engloban todas las respuestas. La Gráfica 8 resume los datos obtenidos de esta pregunta.

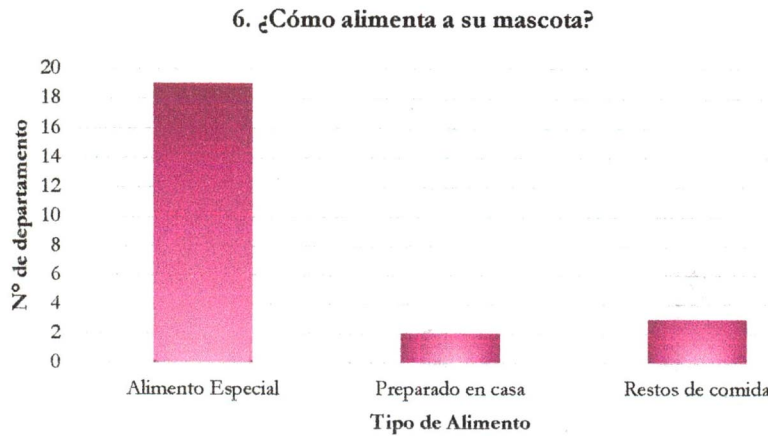


Gráfica 8 Restos de comida por departamento

Respecto a las mascotas, en la Unidad Habitacional, no es una costumbre. Menos de la mitad de los encuestados tiene una. Cabe señalar que el perro es la mascota más común en la zona, seguida del gato, y por último aves y tortugas. Los perros son por lo general de raza chica debido al poco espacio disponible en los departamentos para las mascotas. Los hábitos de alimentación suele ser alimento preparado, tipo croqueta para perros y gatos, peces muertos para las tortugas y alpiste en el caso de las aves. La Gráfica 9 muestra los resultados de la pregunta 5 referente a la posesión de mascotas por departamento, y la Gráfica 10 muestra los tipos de alimentación de las mismas.

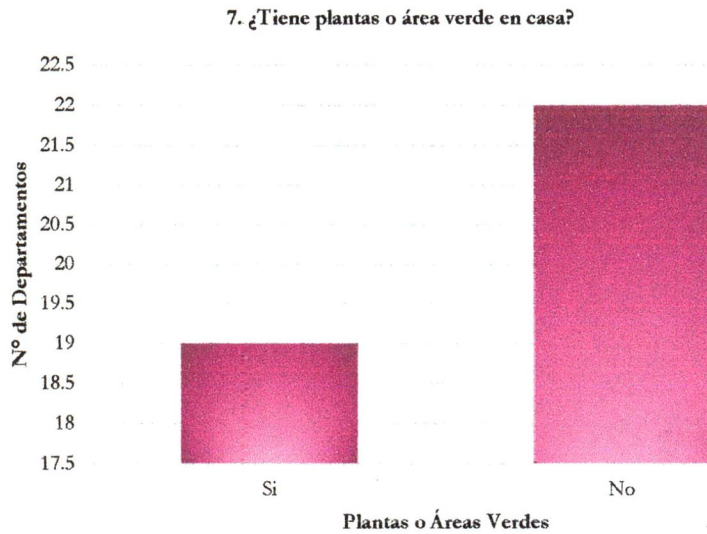


Gráfica 9 Tipo de mascota por departamento

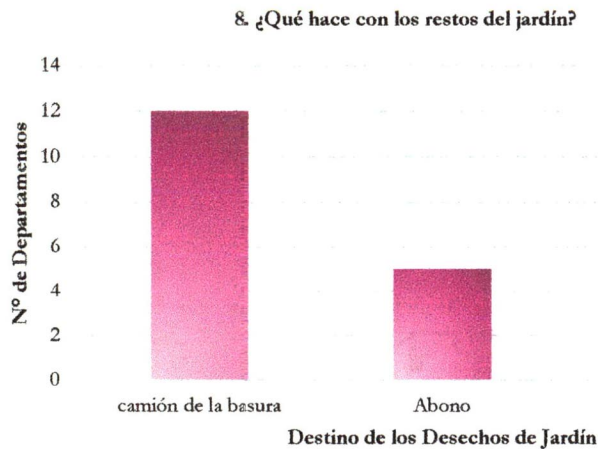


Gráfica 10 Tipo de Alimentación de las mascotas por departamento

La pregunta 7 se refiere a la posesión de plantas o área verde, la minoría de los encuestados cuenta con plantas en casa, y dispone de sus residuos orgánicos de jardín en el camión de la basura como lo refleja la pregunta 8. La Gráfica 11 muestra la frecuencia de posesión de plantas y la Gráfica 12 refleja el destino de los residuos procedentes de las mismas, que por el tipo de vivienda, estos son escasos, puesto que no son frecuentes durante el año y varían en función del tipo de planta en la vivienda.



Gráfica 11 Posesión de plantas en departamentos



Gráfica 12 Disposición de los residuos orgánicos generados por las plantas por departamento

Los resultados obtenidos mediante la encuesta, concluyen que existe poca biomasa apta para la biodigestión anaerobia por departamento, la mayoría respondió tener pocos residuos orgánicos y que estos se deben principalmente a las cáscaras de frutas y verduras, sebos de carne y huesos. Por lo regular no existen restos de comida que terminen desechados. En función a la cantidad de habitantes en las viviendas y los hábitos de consumo de alimentos, se estima que estos desperdicios son menores a 3 kg por semana en la mayoría de los casos, además no todos son procesables por medio de la digestión anaerobia.

La constitución de los residuos orgánicos en la zona, es principalmente restos de comida, pues hay pocas mascotas y plantas en los departamentos de la Unidad. Cada edificio cuenta con área verde generalmente atendida por un vecino, pues no suele haber cooperación de todos los vecinos del edificio para el mantenimiento de estas áreas verdes. Y los residuos por poda, suelen depositarse en el camión recolector, no son frecuentes y la cantidad generada depende de la época del año y de acuerdo al tipo de plantación.

2.5 RELACIÓN C/N DE LA ALIMENTACIÓN EN IZTAPALAPA

De acuerdo a la encuesta, el promedio de habitantes por departamento es 3.5, para simplificar supondremos 4 habitantes por departamento, además es el valor con mayor frecuencia. Una familia de 4 personas requiere al menos 1 kg de carne para una comida, si de cada kilogramo se tiene de 95g a 280g de piel y grasa, que pueden ser ocupados en el biodigestor. Si se consumen ensaladas, generalmente suelen ser pepino, lechuga, zanahoria, de los cuales se tira aproximadamente 270 g por 1 kg de pepino, 50 g por 1 kg de lechuga, 110 g por 1 kg de zanahoria. En cuanto a la fruta consumida se tira aproximadamente 80 g de manzana por 1 kg, 270 g de cascara por 1 kg de naranja, 470 g por 1 kg de Limón, 280 g por 1 kg de mandarina, 480 g por 1 kg de sandía, 490 g por 1 kg de melón, 480 g por cada 1 kg de piña¹.

La relación C/N de los alimentos que se consumen en Iztapalapa se obtiene del anexo I, basado en la tabla de composición de los alimentos publicada por la FAO, con la cual se construyó una

¹ Cálculo basado en la fracción comestible, consultada en (FAO.org, 1984)

base de datos para ser empleada en una calculadora de la relación C/N, de acuerdo al consumo de alimentos. La Tabla 10 muestra la relación C/N para las carnes que se consumen en la zona. La lista completa puede consultarse en el anexo III.

Tabla 10 Relación C/N para las carnes que se consumen en Iztapalapa

Nombre	Proteína g	Grasa total g	Carbohidratos g	Carbono %	Nitrógeno %	Relación C/N	Sólidos Totales %	Sólidos Volátiles %
Crema, espesa	2.05	37	2.79	30.13	0.33	92.39	42.29	98.94
Crema, sustituto no lácteo en polvo	4.79	35.48	54.88	53.67	0.76	70.43	97.79	97.3
Leche de vaca, chocolatada, fluida, fluida, baja en grasa	2.99	1.9	12.13	8.48	0.48	17.83	17.83	95.46
Leche de vaca, con cocoa, fluida	3.52	2.33	10.63	8.43	0.56	15.06	17.43	96.27
Leche de vaca, condensada c/ azúcar, enlat.	7.91	8.7	54.4	35.11	1.26	27.9	72.84	97.49
Leche de vaca, descremada c/ vit a, en polvo	36.16	0.77	51.98	43.81	5.75	7.62	96.84	91.81
Leche de vaca, descremada c/ vit a, en polvo instantánea	35.1	0.72	52.19	43.28	5.58	7.75	96.04	91.64
Leche de vaca, descremada c/ vit a, fluida (1%grasa)	3.37	0.97	4.99	4.82	0.54	8.99	10.08	92.56
Leche de vaca, descremada s/ vit a, en polvo	36.16	0.77	51.98	43.81	5.75	7.62	96.84	91.81
Leche de vaca, descremada, en polvo (pl 480)	36.16	0.77	51.98	43.81	5.75	7.62	96.84	91.81
Leche de vaca, integral, en polvo	26.32	26.71	38.42	51.76	4.19	12.36	97.53	93.77
Pollo, alas c/ piel, cocidas	22.78	16.82	0	25.3	3.62	6.98	37.82	98.36
Pollo, alas c/ piel, crudas	18.33	15.97	0	22.18	2.92	7.61	33.79	97.96
Pollo, alas c/ piel, fritas	26.11	22.16	2.39	32.22	4.15	7.76	51.38	98.6
Pollo, alas s/ piel, cocidas	27.18	7.18	0	20.52	4.32	4.75	32.99	97.79
Pollo, alas s/ piel, fritas	30.15	9.15	0	23.65	4.8	4.93	40.17	97.83
Pollo, carne c/ piel, cocida	24.68	12.56	0	23.16	3.93	5.9	36.07	97.89
Pollo, carne c/ piel, cruda	17.14	15.85	0	21.43	2.73	7.86	34.5	97.48
Pollo, carne c/ piel, frita	28.56	14.92	3.15	28.49	4.54	6.27	47.59	97.94
Pollo, carne c/ piel, horneada	27.3	13.6	0	25.4	4.34	5.85	40.55	97.73
Pollo, carne s/ piel, cocida	27.29	6.71	0	20.23	4.34	4.66	33.19	97.44
Cerdo, bazo, crudo	17.86	2.59	0	11.89	2.84	4.18	21.57	92.91
Cerdo, carne magra, asada	28.57	9.8	0	23.26	4.55	5.12	39.28	96.44
Cerdo, carne magra, cocida	28.62	9.63	0	23.16	4.55	5.09	38.98	96.79
Cerdo, carne magra, cruda	21.43	5.66	0	16.18	3.41	4.75	27.77	96.22
Cerdo, carne magra, horneada	28.57	9.12	0	22.75	4.55	5	38.6	96.37
Cerdo, carne rica en grasa, cruda	15.82	24.12	0	26.9	2.52	10.69	40.8	98.04
Cerdo, carne semimagra, asada	27.63	15.76	0	27.2	4.4	6.19	46.63	97.6
Cerdo, carne semimagra, cocida	27.57	17.18	0	28.24	4.39	6.44	45.45	97.51
Cerdo, carne semimagra, cruda	19.9	14.01	0	21.59	3.17	6.82	33.85	97.37
Cerdo, carne semimagra, frita	25.82	18.05	0	27.91	4.11	6.8	43.66	97.3
Cerdo, carne semimagra, horneada	26.29	15.79	0	26.48	4.18	6.33	41.85	97.13
Res, carne semimagra, asada	26.42	19.71	0	29.49	4.2	7.02	47.23	97.69
Res, carne semimagra, cocida	26.44	16.78	0	27.31	4.21	6.49	43.52	97.63
Res, carne semimagra, cruda	18.68	17.15	0	23.26	2.97	7.83	37.98	97.6
Res, corazón, cocido	28.48	4.73	0.15	19.47	4.53	4.3	34.33	97.17

CAPÍTULO 3 METODOLOGÍA

3.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OPCIONES DE DISEÑO

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante la encuesta, no existe suficiente biomasa disponible que justifique la instalación de biodigestores por vivienda, debido a que en la mayoría de los casos se tiene menos de 3 kg de desechos orgánicos por departamento a la semana. La biomasa que es apta para ser tratada mediante biodigestión anaerobia es aproximadamente 2/3 del total, lo cual reduce la cantidad de biomasa disponible. En este sentido, para el diseño del biodigestor se consideran dos opciones, con las cuales se tendría una cantidad considerable de biomasa disponible.

- A. Instalar biodigestores por edificio. Se considera una biomasa total disponible de 60 kg a la semana, de la cual 40 kg son aptos para la biodigestión anaerobia. Puede emplearse para abastecer parte del consumo de gas del edificio, o bien para el alumbrado del edificio, mediante la instalación de un generador eléctrico. Existe espacio disponible, para instalar el biodigestor en la azotea.
- B. Instalar biodigestores por área de bombeo. Se puede emplear los residuos orgánicos de varios edificios para generar la potencia necesaria para el bombeo de agua, esto puede hacerse mediante un generador eléctrico o bien, mediante el acoplamiento de la bomba de agua a un motor de combustión interna, lo cual reduce considerablemente el costo del equipo. Es necesario contar con buen espacio para la instalación del biodigestor y el almacenamiento del biogás.

A. BIODIGESTORES POR EDIFICIO

En cada edificio hay un tanque estacionario de gas LP, los vecinos del edificio pagan el consumo de gas, en algunos casos se paga una cuota por habitante y en otros, se paga de acuerdo a la lectura del medidor, para producir parte de la demanda de gas es necesario instalar quemadores especiales, los cuales se pueden conseguir fácilmente.

Si se empleara para el alumbrado y si se pretendiera instalar 15 lámparas de biogás para los 5 pisos del edificio. En cada piso deberá instalarse un contenedor de biogás. Cada lámpara tiene un costo aproximado de \$2 US, no existen en el mercado nacional, su manufactura es fácil, siempre que se pueda conseguir el capuchón que lleva, son muy similares a los empleados en quinqués de gasolina. El rendimiento estimado es de 150 l/h para una iluminación equivalente a un foco incandescente de 60 W. Con el volumen estimado que puede producirse en cada edificio, es suficiente para mantener encendidas 5 lámparas durante 1 hora diaria. Para encender las 15 lámparas durante 8 horas diarias, se requiere generar 18 m³, diarios, lo cual está fuera de alcance, a causa de la poca cantidad de residuos orgánicos generados en el edificio.

Una alternativa será instalar un generador eléctrico a base de biogás e instalar lámparas led. La demanda de energía para 20 focos de led de 9 W será 180 W-h, para mantener encendidas estas lámparas durante 10 horas diarias, se requiere generar 1.8 kWh diarios, mismos que pueden ser suministrados por un pequeño moto generador de 200 W con una eficiencia del 25%,

B. BIODIGESTOR POR ÁREA DE BOMBEO

Se necesita instalar un generador eléctrico con capacidad suficiente para impulsar una bomba de 25 Hp durante 2 horas diarias, o bien instalar una motobomba con características similares a la actual, que funcione a biogás o por lo menos a gas natural.

Las motobombas generalmente operan con un motor a diésel o gasolina, existen algunas cuyo motor trabaja con gas LP o gas Natural. Para operar el motor con biogás o una mezcla con biogás, se requiere realizar la conversión del sistema de inyección. Existen en el mercado internacional generadores con motor a biogás y motores a biogás que bien puede acoplarse a una bomba para satisfacer la demanda de agua potable en el área de bombeo. La demanda de potencia diaria para una bomba de 25 Hp que trabaja durante 2 horas diarias es de 41,34 kWh diarios, un generador con capacidad de 25 kW y una eficiencia del 25% es suficiente.

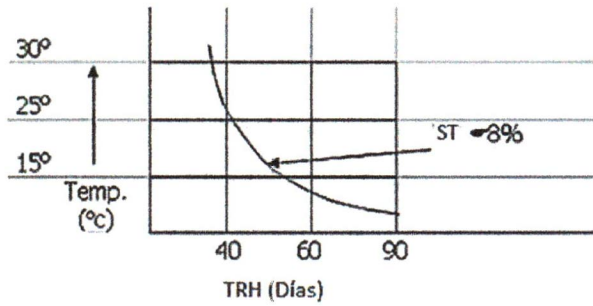
3.2 DIMENSIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR

Será necesario, determinar la cantidad de sólidos totales para la biomasa disponible por día o por semana, para tres escenarios. Primero para un departamento, segundo para un edificio y tercero para 11 edificios (área de bombeo)

1. **POR DEPARTAMENTO.** A causa de la escasa cantidad de residuos orgánicos generados en un departamento, el cálculo será demostrativo, y servirá de ejemplo para los escenarios siguientes.
2. **POR EDIFICIO.** Se empleará para procesar los residuos orgánicos de 20 departamentos, a fin de generar electricidad para el alumbrado del edificio, empleando 20 lámparas tipo led de 9 watts.
3. **POR ÁREA DE BOMBEO.** Para impulsar una bomba de 25 Hp para suministrar el agua potable a 11 edificios, y que opera durante 2 horas diarias.

CONSIDERACIONES PARA EL DIMENSIONAMIENTO

Se realizará el dimensionamiento para dos tipos de sistema. Primero para un sistema continuo de tapa fija, después para un sistema por lotes tipo Batch. Tomando en cuenta la gran diversidad de materia orgánica en la biomasa disponible, se considerará un promedio de 18% de sólidos totales y 75% de sólidos volátiles, (Olea León, 2012) para el dimensionado del sistema, y un tiempo de retención de acuerdo a la Gráfica 13 de 45 días para una temperatura media anual de 18.1°C, una concentración de sustrato del 8% de sólidos totales para el sistema continuo y del 10% para el sistema Batch. Se considera una tasa de generación de biogás para Residuos Orgánicos Domiciliarios, de 0.4 a 0.58 m³/kg de Sólidos Volátiles (Olea León, 2012). El cálculo completo puede consultarse en el Anexo IV. La tabla 11 resume las formulas empleadas para el cálculo de dimensionamiento.



Gráfica 13 Temperatura - Tiempo de retención hidráulico

FUENTE: (RENEWABLE ENERGY & ENVIRONMENTAL INFORMATION NETWORK (REEIN))

Tabla 11 Formulas empleadas para el dimensionamiento

$SV = \text{Biomasa} * \%SV$	Sólidos volátiles
$ST = \text{Biomasa} * \%st$	Sólidos totales
$Sd = ST / c$	Sustrato Diario
$S = ST / c$	Sustrato Semanal
$CA = (S - \text{biomasa}) * (1 / 1000)$	Cantidad de agua
$Vt = 1.25 * TRH * S / 1000$	Volumen total del digestor para sistema continuo
$Vd = 1.25 * S$	Volumen del digestor para sistema discontinuo
$Vt = (TRH / 7) * Vd$	Volumen total del sistema discontinuo
$\text{biogás} = k * SV$	Volumen de biogás esperado
$Q_{req} = (P * 3.6) / (PCI * \eta)$	Caudal requerido
$Dc = (\text{Biogás} * 100) / q_{req}$	Demanda cubierta

CÁLCULO PARA UN DEPARTAMENTO

La encuesta revela que se tiene en promedio 3 kg de desperdicios orgánicos a la semana por departamento, de los cuales 2 kg son degradables anaerobiamente, suponiendo que pueda emplearse el biogás con un quemador de cocina durante 1 hora. Para un sistema continuo, se tiene el siguiente dimensionamiento resumido en la Tabla 12 y en la Tabla 13 para un sistema Batch.

Tabla 12 Dimensionamiento sistema continuo para un departamento

Biomasa	0.29	kg
TRH	45	Días
Sólido Totales	18	%
Sólidos Totales por Día	0.05	kg/día
Concentración	8	%

Tabla 12-Bis Dimensionamiento sistema continuo para un departamento

<i>Sustrato Diario</i>	0.64	kg
<i>Cantidad de Agua</i>	0.36	l/día
<i>Volumen Total</i>	36.16	dm ³
<i>Sólidos Volátiles</i>	75	%
<i>Sólidos Volátiles por semana</i>	1.5	kg
<i>Estimación de Biogás por tipo de Efluente</i>	0.4	m ³ /kg-SV
<i>Volumen de Biogás esperado Semanal</i>	0.6	m ³ /semana
<i>Caudal requerido semanal</i>	4.2	m ³ /semana
<i>Demanda Cubierta</i>	14.29	%

Puede apreciarse que el volumen del digestor es demasiado pequeño, esto se debe a la escasa biomasa disponible. Además el volumen de gas estimado a la semana es insuficiente para cubrir la demanda energética y sólo después de almacenar el gas generado durante 7 semanas, se puede cubrir la demanda energética de una semana, por lo tanto no es tecnológicamente viable invertir en un sistema por departamento.

Tabla 13 Dimensionamiento para un departamento sistema Batch

<i>Sistema Batch Para Un Departamento</i>		
<i>Sólidos Volátiles</i>	75	%
<i>Biomasa</i>	2	kg
<i>Sólidos Volátiles por semana</i>	1.5	kg
<i>TRII</i>	45	Días
<i>Sólido Totales</i>	18	%
<i>Sólidos Totales por semana</i>	0.36	kg
<i>Concentración</i>	10	%
<i>Sustrato Semanal</i>	3.6	kg
<i>Cantidad de Agua</i>	1.6	l/Scmana
<i>Volumen Del Digestor</i>	4.50	dm ³
<i>Nº Digestores</i>	7	
<i>Volumen Total</i>	31.5	dm ³
<i>Estimación de Biogás por tipo de Efluente</i>	0.4	m ³ /kg-SV
<i>Volumen de Biogás esperado Semanal</i>	0.6	m ³ /semana
<i>Caudal requerido semanal</i>	4.2	m ³ /semana
<i>Demanda Cubierta</i>	14.29	%

Mediante un sistema Batch sólo después de coleccionar el gas producido por 7 digestores, se puede cubrir la demanda energética de 1 semana, por lo tanto, mediante este sistema, garantizar la continuidad del proceso no es posible con la cantidad de biomasa disponible, pues la demanda energética por hora es superior al volumen de biogás estimado semanal que puede obtenerse. En este caso tampoco es tecnológicamente factible la biodigestión anaerobia.

CÁLCULO PARA UN EDIFICIO

Para el caso de un edificio, se tienen 20 departamentos, si en cada uno se genera en promedio 2 kg de desechos orgánicos biodegradables mediante procesos anaerobios a la semana, en total se tiene 40 kg por semana, el cálculo se resume en la Tabla 14 para un sistema continuo y en la Tabla 15 para un sistema Batch.

Tabla 14 Dimensionado del biodigestor continuo para un edificio

<i>Sistema Continuo Para Un Edificio</i>		
<i>Biomasa</i>	5.71	kg
<i>TRH</i>	45	Días
<i>Sólido Totales</i>	18	%
<i>Sólidos Totales por Día</i>	1.03	kg
<i>Concentración</i>	8	%
<i>Sustrato Diario</i>	12.86	kg
<i>Cantidad de Agua</i>	7.14	l/día
<i>Volumen Total</i>	0.72	m ³
<i>Sólidos Volátiles</i>	75	%
<i>Sólidos Volátiles por semana</i>	30	kg/semana
<i>Estimación de Biogás por tipo de Efluente</i>	0.4	m ³ /Kg-SV
<i>Volumen de Biogás esperado Semanal</i>	12	m ³ /semana
<i>Caudal requerido semanal</i>	8.44	m ³ /semana
<i>Demanda Cubierta</i>	142.20	%
<i>Potencia Semanal Requerida</i>	12.6	kW-h
<i>Poder Calorífico</i>	21.5	MJ/m ³
<i>Eficiencia del Generador</i>	25	%

En este caso, se requiere un gasómetro, al menos superior al volumen de biogás estimado producido durante 1 día, y realizar cargas diarias de sustrato, a fin de mantener la continuidad del proceso, obviamente será aconsejable, operar una vez que el gasómetro se encuentre al 90% de su capacidad. Esto puede realizarse sin problema pues el generador, no se ocupa todo el tiempo, y el biogás se genera todo el tiempo, entonces hay un periodo de tiempo donde sólo se acumula biogás, de esta manera, se tiene una reserva para el periodo de operación. Además puede instalarse un gasómetro adicional, para cubrir la demanda de energía durante los periodos de mantenimiento o de baja disponibilidad de materia orgánica. En determinado momento existirá excedente de biogás el cual será empleado con otros fines como operar un mezclador durante periodos cortos de tiempo a lo largo del día.

Tabla 15 Dimensionamiento para un edificio sistema Batch

<i>Sistema Batch Para Un Edificio</i>		
<i>Biomasa</i>	40	kg
<i>TRH</i>	45	Días
<i>Sólido Totales</i>	18	%
<i>Sólidos Totales por Semana</i>	7.2	kg
<i>Concentración</i>	10	%
<i>Sustrato Semanal</i>	72.00	kg
<i>Cantidad de Agua</i>	32.00	l/Semana
<i>Volumen Del Digestor</i>	0.09	m ³
<i>Nº Digestores</i>	7	
<i>Volumen Total</i>	0.63	m ³
<i>Sólidos Volátiles</i>	75	%
<i>Sólidos Volátiles por semana</i>	30	kg/semana
<i>Estimación de Biogás por tipo de Efluente</i>	0.4	m ³ /kg-SV
<i>Volumen de Biogás esperado Semanal</i>	12	m ³ /semana
<i>Caudal requerido semanal</i>	8.44	m ³ /semana
<i>Demanda Cubierta</i>	142.20	%
<i>Potencia Semanal Requerida</i>	12.6	kW-h
<i>Poder Calorífico</i>	21.5	MJ/m ³
<i>Eficiencia del Generador</i>	25	%

A causa de que el tiempo de retención es equivalente a 6,4 semanas, es aconsejable contar con 7 tanques, a fin de poder realizar cargas semanales y mantener la continuidad del proceso, para satisfacer la demanda de biogás, debe dimensionarse uno o más gasómetros cuyo almacenamiento sea equivalente a 1 día y comenzar a operar una vez que se tenga más del 90% de la capacidad del primer gasómetro.

CÁLCULO PARA ÁREA DE BOMBEO

Para el caso de área de bombeo, se tienen 11 edificios, cada uno con generación de 40 kg de residuos orgánicos biodegradables por medios anaerobios, en total suman 440 kg/semana. La Tabla 16 resume los cálculos de dimensionamiento para un sistema continuo y la tabla 17 para un sistema Batch.

Tabla 16 Dimensionamiento para área de bombeo sistema continuo

<i>Sistema Continuo Para Área de Bombeo</i>		
<i>Biomasa</i>	62.86	Kg
<i>TRH</i>	45	Días
<i>Sólido Totales</i>	18	%
<i>Sólidos Totales por Día</i>	11.31	Kg

Tabla 16-Bis Dimensionamiento para área de bombeo sistema continuo

Concentración	8	%
Sustrato Diario	141.43	kg
Cantidad de Agua	78.57	l/día
Volumen Total	7.96	m ³
Para un Generador a biogás		
Sólidos Volátiles	75	%
Sólidos Volátiles por semana	330	kg/semana
Estimación de Biogás por tipo de Efluente	0.4	m ³ /kg-SV
Volumen de Biogás esperado a la Semana	132	m ³ /semana
Caudal de biogás requerido semanal	198.72	m ³ /semana
Demanda Cubierta	66.43	%
Potencia Semanal Requerida	296.7	kW-h
Poder Calorífico	21.5	MJ/m ³
Eficiencia del Generador	25	%

Tabla 17 Dimensionamiento para área de bombeo sistema Batch

Sistema Batch Para Área de Bombeo		
Biomasa	440	kg
TRH	45	Días
Sólido Totales	18	%
Sólidos Totales por Semana	79.2	kg
Concentración	10	%
Sustrato Semanal	792.00	kg
Cantidad de Agua	352.00	l/Semana
Volumen Del Digestor	0.99	m ³
Nº Digestores	7	
Volumen Total	6.93	m ³
Sólidos Volátiles	75	%
Sólidos Volátiles por semana	330	Kg/semana
Para un Generador a biogás		
Estimación de Biogás por tipo de Efluente	0.4	m ³ /kg-SV
Volumen de Biogás esperado a la Semana	132	m ³ /semana
Caudal de biogás requerido semanal	198.72	m ³ /semana
Demanda Cubierta	66.43	%
Potencia Semanal Requerida	296.7	kW-h
Poder Calorífico	21.5	MJ/m ³
Eficiencia del Generador	25	%

Es evidente que la demanda de biogás es superior a lo generado, con el volumen estimado de biogás a la semana, se puede cubrir el 66.43% de la demanda energética. En este caso, se puede realizar un contrato de interconexión con la CFE a fin de sostener la operación del sistema, además puede instalarse un sistema de cogeneración a fin de incrementar los beneficios por el uso del biogás.

3.3 CARACTERÍSTICAS PARA EL DISEÑO DEL BIODIGESTOR

De acuerdo a la Tabla 3 y la naturaleza de la materia orgánica, los residuos domésticos se degradan adecuadamente en sistemas Batch, aunque el sistema continuo también es una buena alternativa, si se tiene en cuenta la operatividad del sistema. Otros factores a considerar, es el volumen necesario para el biodigestor, el tamaño del gasómetro, la cantidad de agua disponible, a causa de la carencia del recurso hídrico en la Delegación. Con base en los resultados obtenidos en la sección anterior se deduce que en el caso de un edificio, la capacidad del generador es demasiado pequeña por lo que resulta poco práctico instalar este dispositivo con fines energéticos, a menos que el objetivo principal fuera la producción de Biofertilizante mejorado, y la producción de biogás ($12 \text{ m}^3/\text{semana}$) se empleara con fines recreativos. El volumen es poco para pensar en satisfacer parte de la demanda energética de las familias del edificio. La Tabla 18, muestra el comparativo de los dos sistemas para el área de bombeo.

Tabla 18 Comparativo entre los casos por tipo de sistema

<i>Dimensión</i>	<i>Continuo</i>	<i>Batch</i>
<i>Volumen total del digestor m^3</i>	6.36	6.93
<i>Volumen de gas generado al día $\text{m}^3 / \text{día}$</i>	18.85	18.85
<i>Producción específica de biogás (m^3 de gas / m^3 de digestor)</i>	2.96	2.72
<i>Carga del biodigestor (kg de ST / m^3 de digestor)</i>	1.77	11.42
<i>Volumen de agua semanal necesaria (l)</i>	550	25.88
<i>Tamaño del gasómetro (m^3)</i>	18.85	18.85
<i>Potencial energético (kW-h/ semana)</i>	199.08	199.08
<i>Capacidad Máxima del generador posible kW (eléctricos)</i>	14.08	14.08
<i>Potencia requerida (kW-h/ semana)</i>	296.7	296.7

De acuerdo con la Tabla 18, resulta evidente que por la demanda de agua necesaria, es mejor emplear un sistema Batch, además el espacio necesario por cada digestor es menor. El tamaño del gasómetro corresponde al biogás estimado que puede producirse durante un día. Por tanto se empleará un sistema Batch. La factibilidad para el empleo de biodigestores por área de bombeo, se definirá mediante el análisis económico. En este caso, solo se cubre el 66.43% de la demanda, aquí es importante analizar el potencial de ahorro que puede obtenerse además de la posibilidad de emplear un sistema de cogeneración a fin de aumentar la eficiencia del sistema. O bien, emplear una motobomba, siempre que satisfaga el 100% de la demanda requerida.

La generación de biogás en sistemas Batch, permanece constante, pues cuando un tanque inicia el proceso de metanización, el tanque contiguo, se carga y cuando este alcanza la etapa de generación máxima, el anterior se encuentra cercano a la fase de estabilización. Cuantos más reactores conformen el arreglo por lotes, menor será la intermitencia de generación entre un tanque y otro la Figura 11, muestra un ejemplo de generación de biogás para varios tanques de un sistema Batch. En el Anexo IV, se presenta un ejemplo de la influencia de la temperatura en el proceso de digestión anaerobia.

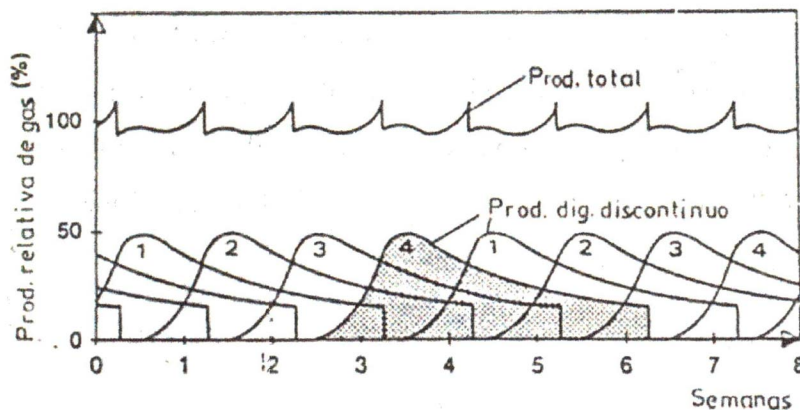


Figura 11 Intermitencia en la generación de biogás para un sistema por lotes

FUENTE: (LÓPEZ CABANES, 1989)

ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA LOS SISTEMAS PROPUESTOS

Operar el sistema con motor a biogás es costoso, hay pocas posibilidades de adquirir un equipo nacional. Generalmente se encuentra de importación, lo cual incrementa considerablemente el costo puesto que se debe considerar el pago del arancel por importación y el traslado. Los fabricantes nacionales, no publican sus precios y manejan capacidades superiores a la requerida.

Un equipo generador con motor a biogás para la capacidad requerida tiene un precio aproximado de US\$10,000, y la motobomba para la capacidad demandada, tiene un costo aproximado de US\$7,900. Sustituir estos equipos con aplicaciones convencionales con motor a gasolina, suele ser más económico, aunque se pierde potencial energético por la conversión del combustible. La Tabla 19 muestra el análisis energético para la conversión a biogás para un generador de 25 Hp

a gasolina y la Tabla 20 para la conversión de 2 motobombas de 13.1 Hp que operarán juntas para cubrir la demanda. El consumo de combustible se estima tomando como referencia el poder calorífico de la gasolina Premium.

Tabla 19 Análisis energético para conversión a biogás de un motogenerador de 25 Hp

Para Un Generador de 25Hp

Motor Instalado	25	Hp
Eficiencia	25	%
Demanda en 1 hora	21.19	kW-h
Equivalente en biogás (Kg) por cada Kg de gasolina	2.46	
Consumo de gasolina en una hora	9.77	l
Poder calorífico Gasolina Premium	44	MJ/kg
Poder calorífico del biogás	17.92	MJ/kg
Consumo de Biogás equivalente en una hora	14.19	m ³
Biogás estimado	132	m ³ /semana
Horas de trabajo mínimas a la semana	9.30	h
Horas de trabajo máximas a la semana	13.48	h
Ahorro de energía por bimestre	1689.29	kW-h
Ahorro en energía por bimestre	2947.80	\$/kW-h

Tabla 20 Análisis energético para convertir dos motobombas de 13.1 Hp a biogás²

Para 2 motobombas de 13.1Hp

Motor actual	25	Hp
Demanda eléctrica en 1 hora	21.16	kW-h
Eficiencia	30	%
Carga de trabajo de las bombas	0.95	%
Equivalente en biogás (Kg) por cada Kg de gasolina	2.46	
KW-h demandados en una hora por las bombas	19.55	kW-h
Consumo de gasolina en una hora	7.16	l
Poder calorífico Gasolina Premium	44	MJ/kg
Poder calorífico del biogás	17.92	MJ/kg
Consumo de Biogás necesario en una hora	10.41	m ³
Biogás estimado m ³ por semana	132	m ³ /semana
Horas de trabajo mínimas a la semana	12.68	h
Horas de trabajo máximas a la semana	18,39	h
Ahorro de energía por bimestre	2300.48	kW-h
Ahorro en energía por bimestre	4016.64	\$/kW-h

De la Tabla 19 resulta evidente que invertir en un equipo costoso para operar aproximadamente el 64.3% del total de tiempo necesario con ahorros escasos, es poco atractivo y sólo sería posible

² El contenido de la tabla se estima en función al consumo equivalente en biogás de acuerdo a las características del equipo seleccionado, las cuales se pueden consultar en: (Articulo.mercadolibre.com.mx, s.f.)

si se empleara el biogás como un subproducto. Siendo el bioabono el producto principal, se puede justificar la instalación del sistema con moto generador.

De la Tabla 20, se deduce que la instalación de las 2 motobombas resulta más atractivo, y se opera aproximadamente el 90.57% del total de tiempo necesario. Los ahorros son considerables y el uso del biogás constituye parte del aprovechamiento integral del sistema, y el aprovechamiento del bioabono ya no es prioritario para justificar la implementación del equipo, pero sí se recomienda para incrementar los beneficios y cerrar el ciclo de sustentabilidad del sistema.

MATERIAL E INSUMOS NECESARIOS

Para la puesta en marcha del biodigestor no sólo es necesario el tanque del reactor y el generador a base de biogás, también será necesario emplear, conexiones y mangueras para gas, enrejado de protección para el sistema, entre otras cosas que puedan ser necesarias para el correcto funcionamiento del sistema. La Tabla 21 enlista los insumos necesarios para el biodigestor. Se decide instalar 2 motobombas de 13.1 Hp, las cuales operan durante un tiempo de 12.68 horas a 18.39 horas semanales. Las características de los equipos seleccionados, pueden consultarse a detalle en el Anexo V.

Tabla 21 Material necesario para construir el biodigestor y operar con 2 motobombas de 13,1 Hp³

<i>Insumo</i>	<i>Motobomba</i>		
	Cantidad	Unidad	Costo
<i>Tubo de PVC de 2"</i>	12	Metro	\$125.00
<i>Válvula de Esfera de PVC de 2"</i>	7	Pieza	\$282.33
<i>Flange de piso de 1/2"</i>	10	Pieza	\$678.90
<i>Cople Campana de 1/2" a 1/2"</i>	10	Pieza	\$300.00
<i>Válvula de control de gas de 1/2" a 3/8"</i>	7	Pieza	\$560.07
<i>Manguera COFLEX de 3/8" X 1.5 m</i>	3	Pieza	\$281.97
<i>Manguera COFLEX de 3/8" X 60cm</i>	6	Pieza	\$378.00
<i>Manguera COFLEX de 3/8" X 3m</i>	1	Pieza	\$146.00
<i>Kit de conversión de gasolina a biogás</i>	2	Pieza	\$7 486.41
<i>Tee unión cónica de 3/8"</i>	9	Pieza	\$333.00

³ Los precios en dólares, se cotizaron a la tasa de cambio publicada el 20 de mayo del 2014 (Portalweb.sgm.gob.mx, 2014), Los insumos fueron cotizados en su mayoría en (Iimedepot.com.mx, 2000), los equipos de biogás en (Alibaba.com, 2000) y la motobomba en (Articulo.mercadolibre.com.mx, s.f)

Tabla 21-Bis Material necesario para construir el biodigestor y operar con 2 motobombas de 13,1 Hp

Válvula antiretorno de 3/8"	6	Pieza	\$447.72
Niple galvanizado de 1/2"X3"	7	Pieza	\$49.70
Polietileno Tubular de 2m	25	Metro	\$900.00
Kit de Montaje para sistema de biogás	1	Pieza	\$258.15
Regulador de baja presión	1	Pieza	\$244.,50
Moto Bomba de 13.1 hp	2	Pieza	\$17 948.00
Liga de cámara	5	Metro	\$100.00
Cinta PTFE para tubería	5	Pieza	\$9.00
Silicón uso general	2	Pieza	\$48.90
Estructura de PTR para protección del sistema	1	Pieza	\$4 500.00
Lamina Traslucida T4 cristal	7	Pieza	\$2 555.00
Biodigestor de 1300L	7	Pieza	\$60 893.00
Malla galvanizada con recubrimiento de PVC de 2m X 20m	1	Pieza	\$2 889.00
Contenedor 135L	10	Pieza	\$4 150.00
Tela Mosquitera de nylon 1.05m X 1m	3	Pieza	\$90.00
Cubeta de 19l	5	Pieza	\$375.05
Polietileno Tubular de 2m	25	Metro	\$900.00
Total			\$106 929.70

ANÁLISIS ECONÓMICO

Se considera que la adquisición del sistema, se realiza mediante pago de contado, a través de la cooperación de todos los vecinos. La 'l'abla 22 resume el esquema de cooperación por edificio y por departamento.

Tabla 22 Esquema de cooperación para el pago del sistema

Motobomba	
Monto total	\$106 929.70
Por edificio	\$9 720.88
Por departamento	\$486.04

El esquema de recuperación de la inversión, se resume en la Tabla 23. Se considera una vida útil de 10 años, el tiempo mínimo se estima con base en el volumen de biogás máximo estimado y el tiempo máximo con base en el volumen de biogás mínimo estimado. Se considera el ahorro en el pago del suministro eléctrico para determinar el tiempo de recuperación de la inversión. En la Tabla 24 se desglosan los costos de operación para ambos volúmenes de biogás estimado y el ahorro energético posible para cada uno. Se estima el consumo de combustible para 2 motores y una carga de trabajo del 95%.

Tabla 23 Resumen de recuperación de la inversión

2 Motobombas de 13.1Hp		
	Volumen estimado Mínimo	Volumen estimado máximo
<i>Inversión inicial</i>	\$106 929.70	\$106 929.70
<i>Costo de operación anual</i>	\$2 098.85	\$2 125.09
<i>Vida útil del sistema</i>	10	10
<i>Costo Total del sistema</i>	\$127 918.20	\$128 180.64
<i>Pago bimestral del suministro eléctrico actual</i>	\$4 911.66	\$4 911.66
<i>Pago bimestral del suministro eléctrico estimado</i>	\$897.32	-\$909.14
<i>Bimestres para recuperar la inversión</i>	32	22
<i>En años</i>	5	4

Tabla 24 Desglose de Costos de operación y Ahorro de energía

Costos de operación anual		
	Volumen mínimo	Volumen máximo
<i>Pago de agua</i>	\$697.33	\$697.33
<i>Mantenimiento preventivo a la motobomba</i>	\$700.00	\$700.00
<i>Cambio de filtros cada 3 años</i>	\$103.20	\$103.20
<i>Cambio de rodamientos</i>	\$58.32	\$84.56
<i>Cambio de Láminas</i>	\$540.00	\$540.00
Ahorro de energía		
<i>Eficiencia</i>	30%	30%
<i>Consumo de Biogás necesario en una hora</i>	10.41	10.41
<i>Biogás estimado m³ por semana</i>	132	191.4
<i>Ahorro de energía por bimestre kW-h</i>	2 300.48	3 335.70

En la Tabla 23, puede apreciarse que el periodo de recuperación es menor a la vida útil del sistema para ocupar las 2 motobombas, aun siendo mínimo el volumen de biogás generado, por lo que resulta económicamente factible invertir en el sistema de motobombas incluso siendo con fines primordialmente energéticos. Si se considera la utilidad del bioabono, los beneficios pueden ser mayores. La mejor decisión es sin duda emplear el sistema con 2 motobombas de 13.1Hp.

La Tabla 25 resume el estado de resultados considerando el tiempo máximo de recuperación, un incremento en los ingresos y costos de operación del 4% a la par de la inflación, y la depreciación del equipo a 10 años. En esta tabla se puede apreciar que a partir del 6° año hay una recuperación total de la inversión del equipo y la utilidad obtenida no se invierte totalmente en la operación del sistema. Este remanente de capital, conviene emplearlo para mejorar el entorno de la unidad o bien, para disminuir la contribución que los vecinos aportan cada mes por concepto de mantenimiento.

Tabla 25 Estado de resultados para el sistema con 2 motobombas

	Costo Total	\$127 918.20		
	Crecimiento anual	4%		
	Vida útil del sistema (años)	10		
	Ingreso anual	\$24 086.06		
	Depreciación	\$28 229.44		
	Costo del sistema	Ingresos	Costo de operación	Utilidad
Año 1	\$106 929.70	\$24 086.06	\$2 098.85	\$21 987.21
Año 2	\$84 942.49	\$25 049.51	\$2 182.80	\$22 866.70
Año 3	\$62 075.79	\$26 051.49	\$2 270.12	\$23 781.37
Año 4	\$38 294.42	\$27 093.54	\$2 360.92	\$24 732.62
Año 5	\$13 561.80	\$28 177.29	\$2 455.36	\$25 721.93
Año 6	-\$12 160.13	\$29 304.38	\$2 553.57	\$26 750.81
Año 7	-\$38 910.94	\$30 476.55	\$2 655.72	\$27 820.84
Año 8	-\$66 731.78	\$31 695.62	\$2 761.94	\$28 933.67
Año 9	-\$95 665.45	\$32 963.44	\$2 872.42	\$30 091.02
Año 10	-\$125 756.47	\$34 281.98	\$2 987.32	\$31 294.66

3.4 TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Durante la encuesta realizada, se pudo constatar que existe total desconocimiento de la tecnología. Cuando se les explicaba la finalidad de la encuesta, la gente dijo no conocer el biogás, sólo 2 de los 41 dijo saber sobre los biodigestores. La gente entrevistada mostró interés por la idea de generar el propio gas. Para realizar el proceso de transferencia tecnológica, será necesario darles a conocer la tecnología de los biodigestores, mediante un curso de capacitación sobre el uso y aplicación de los biodigestores. Dicho curso será encaminado a gente con formación académica diversa, desde primaria trunca, hasta licenciatura terminada.

El acercamiento con los vecinos, debe realizarse respetando el orden jerárquico de la unidad, es decir se debe tener acercamiento con el representante vecinal, proponerle la idea y organizar una junta informativa con los representantes de los edificios. En esta junta, se debe informar sobre el objetivo del proyecto, la utilidad y la posibilidad de beneficiarse con la aplicación de los biodigestores. Para que a su vez los representantes de los edificios, expongan la idea con sus representados, a fin de concertar una junta informativa con los edificios interesados. En esta junta se les informará sobre las características del proyecto, el potencial que se puede conseguir y la organización del curso donde se abordará con mayor profundidad el tema. En este curso, será necesario contar con representantes de cada uno de los departamentos habitados del

edificio, a fin de asegurar el conocimiento generalizado de la tecnología. Para la puesta en marcha de este proyecto, es necesaria la participación comunitaria, para favorecer el bien común.

Durante el curso se darán a conocer las opciones de aplicar esta tecnología, será decisión comunitaria el uso final que se pretenda dar. Sólo hasta ese momento se hablará de los costos implicados en la puesta en marcha de las diferentes opciones, se apoyará en la gestión financiera para la puesta en marcha. Si existe la posibilidad de obtener recursos gubernamentales, o bien, si es posible acceder a un crédito de alguna institución financiera. También se les apoyará en la selección del lugar donde se ubicará el biodigestor y sus componentes, si es necesario contar con permiso por parte del gobierno local y todo lo que implica la puesta en marcha del proyecto. Además debe realizarse un acompañamiento durante la puesta en marcha del biodigestor, con visitas constantes durante el primer año para evaluar los avances en los resultados y la manera de operar el sistema. Después solo es necesario realizar visitas periódicas, esencialmente para mantenimiento preventivo, aunque también se evaluará la capacidad de respuesta de la comunidad ante el cambio tecnológico.

CURSO DE CAPACITACIÓN

Se realizará en una semana durante 3 horas diarias y la estructura del curso de capacitación se muestra en la Tabla 26. El curso completo puede consultarse a detalle en el Anexo VI

Tabla 26 Carta Descriptiva del curso de capacitación

Sesión 1 Conceptos Básicos Para El Empleo De Los Residuos Orgánicos Domiciliarios		
Objetivo	Identificar la situación actual de los Residuos Sólidos Urbanos en el D. F. y los principios básicos para la utilización de los biodigestores	
Material	Laptop, pantalla o proyector. Presentación con diapositivas, Copias, Lápiz, Goma, Hojas.	
Temáticas	Actividades a Realizar	Tiempo
1.1 Situación actual de los Residuos Sólidos en el D.F.	Se inicia con una breve presentación del curso. Se entrega copias de los apuntes de la sesión.	30 minutos
1.1.1 Tipos de residuos sólidos	Se realizará una exposición breve y concisa de los temas a tratar empleando una presentación con diapositivas.	10 minutos
1.1.2 Cuanto se genera en la Delegación	Se intercambia puntos de vista y opiniones respecto a la temática tratada, durante la sesión, a fin de resolver las dudas generadas.	10 minutos
1.1.3 Infraestructura para el aprovechamiento de RSU en la Delegación	Se realiza actividad de reforzamiento, se solicita a los participantes elaborar un mapa mental y un cuadro	30 minutos
1.2 Ventajas del aprovechamiento de RSU		

Tabla 26-Bis1 Carta Descriptiva del curso de capacitación (continuación)

1.2.1 Reciclaje y reutilización de los RSU	sinóptico de los temas tratados. Se discute la actividad.	10 minutos
1.2.2 Potencial energético de los RSU orgánicos	Se solicita a los participantes leer los apuntes y contestar el cuestionario incluido.	10 minutos
1.2.3 Métodos de aprovechamiento de RSU orgánicos		10 minutos
1.3 Definiciones relacionadas con la biodigestión		30 minutos
1.3.1 Biomasa		6 minutos
1.3.2 Bioenergía		6 minutos
1.3.3 Biodigestión		6 minutos
1.3.4 Bioabono		6 minutos
1.3.5 Biodigestor		6 minutos
1.4 Tipos y aplicaciones de la biomasa		30 minutos
1.4.1 Clasificación de la biomasa		15 minutos
1.4.2 Aplicaciones de la biomasa		15 minutos
Preguntas y respuestas	30 minutos	
Observaciones:	Durante esta sesión se darán a conocer, la problemática de los residuos sólidos, en la Delegación, la situación actual de los mismos en el Distrito federal y los principios básicos de la biodigestión, para el aprovechamiento de los desechos orgánicos, con la finalidad de disminuir el impacto ambiental causado por el mal manejo que reciben estos desechos actualmente. También se hablará de la utilización de la biomasa, los usos comunes que recibe cada tipo de biomasa.	
Sesión 2 Biodigestores Anaerobios		
Objetivo	Conocer los biodigestores anaerobios, los tipos, sus características, y aplicaciones comunes	
Material	Laptop, pantalla o proyector. Presentación con diapositivas, Copias, Lápiz, Goma, Hojas.	
Temáticas	Actividad a realizar	Tiempo
2.1 Qué es un biodigestor anaerobio	Se inicia con una breve presentación del curso.	30 minutos
2.1.1 Definición de biodigestor anaerobio	Se entrega copias de los apuntes de la sesión.	15 minutos
2.1.2 Utilización de los biodigestores anaerobios	Se discute las respuestas del cuestionario de la sesión anterior	15 minutos
2.2 Aplicaciones comunes	Se realizará una exposición breve y concisa de los temas a tratar empleando una presentación con diapositivas.	30 minutos
2.2.1 Medio rural	Se intercambia puntos de vista y opiniones respecto a la temática tratada, durante la sesión, a fin de resolver las dudas generadas.	10 minutos
2.2.2 Medio industrial		10 minutos
2.2.3 Medio urbano		10 minutos
2.3 Cómo ocurre el proceso de biodigestión anaerobia	Se realiza actividad de reforzamiento, se solicita a los participantes elaborar un mapa conceptual de los temas tratados,	30 minutos
2.3.1 Etapas de la biodigestión anaerobia	Se discute la actividad.	30 minutos
2.3.2 Proceso de la biodigestión	Se solicita a los participantes leer los apuntes y contestar el cuestionario incluido.	30 minutos
2.5 Productos que se obtienen		30 minutos
2.5.1 Biogás		15 minutos
2.5.2 Bioabono		15 minutos
Preguntas y respuestas	30 minutos	
Observaciones:	Durante esta sesión se dará a conocer, los tipos y características de los biodigestores anaerobios, a fin de conocer las etapas involucradas durante el proceso de biodigestión anaerobia, así como los productos que resultan de este proceso, los cuales serán aprovechados en beneficio de la comunidad.	

Tabla 26-Bis2 Carta Descriptiva del curso de capacitación (continuación)

Sesión 3 El Proceso de la Biodigestión Anaerobia		
Objetivo	Conocer los factores que intervienen en la operación de los biodigestores anaerobios, así como las condiciones necesarias para favorecer el proceso.	
Material	Laptop, pantalla o proyector. Presentación con diapositivas, Copias, Lápiz, Goma, Hojas.	
Temáticas	Actividad a Realizar	Tiempo
3.1 Condiciones necesarias para la biodigestión anaerobia	Se inicia con una breve presentación del curso. Se entrega copias de los apuntes de la sesión.	30 Minutos
3.1.1 Condiciones adecuadas, de temperatura, pH y concentración	Se discute las respuestas del cuestionario de la sesión anterior	30 minutos
3.2 Factores inhibidores	Se realizará una exposición breve y concisa de los temas a tratar empleando una presentación con diapositivas.	30 Minutos
3.2.1 Concentraciones inhibidoras	Se intercambia puntos de vista y opiniones respecto a la temática tratada, durante la sesión, a fin de resolver las dudas generadas.	15 minutos
3.2.2 Efecto inhibitor de algunas sustancias		15 minutos
3.3 Cómo preparar la carga		30 Minutos
3.3.1 Separación de la biomasa adecuada	Se realiza actividad de reforzamiento, se solicita a los participantes elaborar un resumen de los temas tratados, y un diagrama de bloques del proceso de la biodigestión anaerobia.	9 minutos
3.3.2 Relación C/N		7 minutos
3.3.3 Cantidad de agua necesaria		7 minutos
3.3.4 Preparación previa	Se discute la actividad.	7 minutos
3.4 Cuidados durante la biodigestión	Se solicita a los participantes leer los apuntes y contestar el cuestionario incluido.	30 Minutos
3.4.1 Temperatura óptima		10 minutos
3.4.2 Nivel de acidez		10 minutos
3.4.3 Agitación		10 minutos
3.5 Cómo manejar los productos de la biodigestión		30 Minutos
3.5.1 Cómo manejar el biogás		15 minutos
3.5.2 Cómo manejar el bioabono		15 minutos
Preguntas y respuestas		30 Minutos
Observaciones	Durante esta sesión, se aprenderá la manera adecuada de cargar un biodigestor, así como los parámetros a tener en cuenta para favorecer el proceso, a fin de obtener el mejor rendimiento posible, de la carga depositada porque existen sustancias que tienden a impedir que se realice la biodigestión anaerobia. También durante esta sesión, se estudiará estas sustancias y la concentración mínima requerida para obstaculizar el proceso.	
Sesión 4 Aprovechamiento De Los Productos Del Biodigestor		
Objetivo	Conocer las aplicaciones que suele darse al biogás y al bioabono, así como las ventajas y desventajas que tienen los productos del biodigestor	
Material	Laptop, pantalla o proyector. Presentación con diapositivas, Copias, Lápiz, Goma, Hojas.	
Temáticas	Actividad a realizar	Tiempo
4.1 Qué hacer con el gas	Se inicia con una breve presentación del curso.	1 hora
4.1.1 Aplicaciones	Se entrega copias de los apuntes de la sesión.	20 minutos
4.1.2 ¿Cómo usarlo?	Se discute las respuestas del cuestionario de la sesión anterior	20 minutos
4.1.3 ¿A qué equivale?	Se realizará una exposición breve y concisa de los temas a tratar empleando una presentación con diapositivas.	20 minutos
4.2 ¿Qué hacer con el bioabono?		1 hora
4.2.1 Aplicaciones	Se intercambia puntos de vista y opiniones respecto a la temática tratada, durante la sesión, a fin de resolver las dudas generadas.	20 minutos
4.2.2 ¿Cómo usarlo?		20 minutos
4.2.3 ¿Por qué no tirarlo?	Se realiza actividad de reforzamiento, se solicita a los participantes elaborar una lluvia de ideas respecto a la temática	20 minutos

Tabla 26-Bis3 Carta Descriptiva del curso de capacitación (continuación)

Preguntas y respuestas	Se solicita a los participantes leer los apuntes y contestar el cuestionario incluido. 30 minutos	
Observaciones.	Durante esta sesión, se aprenderá sobre las aplicaciones que suele darse al biogás y al bioabono, sus ventajas y las desventajas que presentan estos productos, también se aprenderá sobre la mancha en que son utilizados favorablemente en beneficio de la comunidad.	
Sesión 5 Instalación Y Mantenimiento De Los Biodigestores Anaerobios		
Objetivo	Conocer la forma adecuada de instalar un biodigestor así como los cuidados necesarios para su correcto funcionamiento, así como la ventaja de establecer un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para detectar posibles fallas en el biodigestor.	
Material	Laptop, pantalla o proyector. Presentación con diapositivas, Copias, Lápiz, Goma, Hojas.	
Temáticas	Actividad a Realizar	Tiempo
5.1 Criterios para la instalación del biodigestor	Se inicia con una breve presentación del curso. Se entrega copias de los apuntes de la sesión.	30 Minutos
5.1.1 Ubicación del lugar	Se discute las respuestas del cuestionario de la sesión anterior	10 minutos
5.1.2 Elementos que deben ser instalados	Se realizará una exposición breve y concisa de los temas a tratar empleando una presentación con diapositivas.	10 minutos
5.1.3 Cuidados durante la instalación	Se intercambia puntos de vista y opiniones respecto a la temática tratada, durante la sesión, a fin de resolver las dudas generadas.	40 Minutos
5.2 Normas de seguridad	Se realiza actividad de reforzamiento, se solicita a los participantes elaborar un diagnóstico sobre un caso sugerido, de instalación de biodigestores, se requiere formar equipos.	10 minutos
5.2.1 Instalaciones de gas	Se solicita a los participantes leer los apuntes y contestar el cuestionario incluido.	10 minutos
5.2.2 Instalaciones eléctricas		10 minutos
5.2.3 Equipo de protección		10 minutos
5.2.4 Código de colores y señalamientos necesarios		10 minutos
5.3 Mantenimiento preventivo del biodigestor		30 minutos
5.4 Mantenimiento correctivo del biodigestor		30 Minutos
5.4.1 Reparaciones al biodigestor		10 minutos
5.4.2 Reparaciones al sistema de gas		10 minutos
5.4.3 Reparaciones a los accesorios		10 minutos
Preguntas y respuestas	50 Minutos	
Observaciones	Durante esta sesión, se conocerá la manera adecuada para realizar la instalación de un sistema de aprovechamiento del biogás, así como las normas de seguridad que se deben respetar y el equipo de protección necesario para evitar accidentes, también se aprenderá la utilidad de contar con una rutina de mantenimiento, y como se deben realizar las reparaciones que puedan ser necesarias durante el tiempo de vida útil del biodigestor.	
Sesión 6 Programas Del GDF Que Se Pueden Vincular Al Aprovechamiento Del Bioabono		
Objetivo	Conocer los programas del GDF que pueden ser vinculados al empleo de los productos del biodigestor.	
Material	Laptop, pantalla o proyector. Presentación con diapositivas, Copias, Lápiz, Goma, Hojas.	
Temáticas	Actividad a Realizar	Tiempo
6.1 Programa de Azoteas Verdes.	Se inicia con una breve presentación del curso. Se entrega copias de los apuntes de la sesión.	1 hora
6.1.1 En qué consiste.	Se discute las respuestas del cuestionario de la sesión anterior	12 minutos
6.1.2 Ventajas	Se realizará una exposición breve y concisa de los temas a tratar empleando una presentación con diapositivas.	12 minutos
6.1.3 Desventajas		12 minutos
6.1.4 Cómo participar		12 minutos

Tabla 26-Bis4 Carta Descriptiva del curso de capacitación (continuación)

6.1.5 Beneficios	Se intercambia puntos de vista y opiniones respecto a la temática tratada, durante la sesión, a fin de resolver las dudas generadas.	12 minutos
6.2 Programa de agricultura sustentable a pequeña escala		1 hora
6.2.1 En qué consiste.	Se realiza actividad de reforzamiento, se solicita a los participantes simular la inclusión de un programa en el aprovechamiento del bioabono.	12 minutos
6.2.2 Ventajas		12 minutos
6.2.3 Desventajas	Se solicita a los participantes leer los apuntes y contestar el cuestionario incluido.	12 minutos
6.2.4 Cómo participar		12 minutos
6.2.5 Beneficios		12 minutos
Preguntas y Respuestas		1 hora
Observaciones	Durante esta sesión se conocerá la manera de participar en los programas del GDF que promueven la participación ciudadana en la recuperación ecológica y sustentable de áreas verdes en la ciudad, se hablará de los beneficios y las ventajas de contribuir en estos programas, así como de las desventajas que se deben afrontar para participar adecuadamente. A fin de tomar una decisión adecuada para aprovechar el bioabono producto de la biodigestión anaerobia, cerrando así el ciclo de sustentabilidad del proyecto.	

3.5 GESTIÓN DEL PROYECTO

Para gestionar el proyecto, es necesario evaluar el potencial de generación tanto de biogás como de bioabono, y la posibilidad de aprovechar cada uno de estos productos. El proyecto se gestionará respetando la jerarquía local, es decir, el primer acercamiento será con el representante vecinal, el segundo acercamiento será con los representantes de los edificios, al final con todos los vecinos de cada edificio, las decisiones, deberán tomarse por consenso de todos los vecinos.

Una vez entendida la importancia del proyecto, debe realizarse el curso de capacitación, al menos con los representantes de los edificios, quienes a su vez coordinarán la capacitación de sus representados, a fin de que cada uno de los vecinos, entienda el modo correcto de realizar la operación del sistema. En la unidad hay una persona encargada del bombeo del agua, la cual deberá ser capacitada en la puesta en marcha de las motobombas a fin de evitar daños en el equipo.

Para el aprovechamiento del bioabono, es recomendable constituir una Sociedad Cooperativa de Producción, a fin de tener acceso a programas de gobierno, financiamientos bancarios y acceso a cadenas productivas, el empleo que puede darse al bioabono gira en tres sentidos,

- ✓ Como fertilizante para cultivos de ornato,
- ✓ Como fertilizante para cultivo de hortalizas

- ✓ Como producto para venta al público

En cualquiera de los tres casos, puede constituir una actividad económica siempre que no sea para autoconsumo, pero en este caso, existirá una merma la cual, para ser desechada, debe cumplir las características mínimas propuestas en la NOM-001-SEMARNAT, lo cual implica un costo extra en la instalación además de contar con permisos por parte de la SEMARNAT, y el pago de derechos por disposición final del efluente, sin beneficio adicional, con lo cual el sistema pierde factibilidad económica y deja de ser atractivo invertir en él.

La Secretaría del Medio Ambiente del Distrito Federal, impulsa el Programa de Azoteas Verdes mediante el cual se otorga un beneficio fiscal del 10% en la reducción del impuesto predial a quien instale voluntariamente un área verde en la azotea.

Además ofrece un taller para el desarrollo de huertas urbanas, con la finalidad de promover los cultivos en la ciudad y disminuir la dependencia alimentaria hacia otras entidades del país. En el taller se muestran procedimientos sencillos para instalar un huerto en casa, para cultivar hortalizas, plantas medicinales o árboles frutales. Mediante el programa de Huertas Urbanas se otorgan apoyos y estímulos económicos a grupos vulnerables, además se promueve la sustentabilidad alimentaria en la Ciudad.

CAPÍTULO 4 RESULTADOS

4.1 CANTIDAD DE BIOMASA

Los resultados de la encuesta realizada indican que los residuos orgánicos, son primordialmente desperdicios alimenticios y no sobrepasan los 60 kg a la semana por edificio, de la cual, alrededor de 2/3 partes son aptas para la digestión anaerobia, el resto, se constituye de huesos de carne y frutas, tallos de plantas de ornato, mismos que tienden a degradarse en un tiempo mayor al establecido. En el caso de los huesos de carne, el tiempo de degradación en medio natural es tan elevado que en algunas ocasiones no se degradan pues dependen de las condiciones del suelo.

4.2 TIPO DE BIOMASA

De acuerdo a la encuesta, el promedio de habitantes por departamento es 3.5, para simplificar supondremos 4 habitantes por departamento, debido a que es el valor con mayor frecuencia. Una familia de 4 personas se requiere al menos 1 kg de carne para una comida, si de cada kilogramo se tiene de 95 g a 280 g de piel y/o grasa, que pueden ser ocupados en el biodigestor, si se consumen ensaladas, generalmente suelen ser pepino, lechuga, zanahoria, de los cuales se tira aproximadamente 270 g por 1 kg de pepino, 50 g por 1 kg de lechuga, 110 g por 1 kg de zanahoria. En cuanto a la fruta consumida se tira aproximadamente 80 g de manzana por 1 kg, 270 g de cascara por 1 kg de naranja, 470 g por 1 kg de Limón, 280 g por 1 kg de mandarina, 480 g por 1 kg de sandía, 490 g por 1 kg de melón, 480 g por cada 1 kg de piña.

Estos datos pueden determinarse fácilmente con la ayuda de la calculadora de biomasa realizada con base a la Tabla de Composición Química de los Alimentos, puesto que incluye una columna con la fracción no comestible. Este dato es ilustrativo y no repercute en los resultados entregados por la calculadora.

4.3 RELACIÓN C/N

A causa de la gran diversidad de materia orgánica disponible, la relación C/N toma valores tan distintos, como los materiales para determinarla, y depende no sólo de la composición de la

biomasa, también de la cantidad de cada uno de los componentes, pues no es la misma relación si por ejemplo se combinan, 5 kg de cáscara de naranja con 2 kg de trozos de manzana que combinar 5 kg de trozos de manzana con 2 kg de cascara de naranja.

Para mantener una relación C/N óptima es necesario recurrir a biomásas equilibradoras que por la cantidad generada, no resultan atractivas para alimentar directamente el biodigestor. Estas biomásas serán residuos de poda de jardín, hojarasca y heces fecales de mascotas (de acuerdo a la encuesta, principalmente son perros).

Empleando la base de datos sobre la Composición Química de los Alimentos publicada por la FAO, se construyó una calculadora en una hoja de cálculo para facilitar la determinación de la relación C/N. Un ejemplo de cálculo puede consultarse en el Anexo VII.

4.4 INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN EL PROCESO

En el Anexo IV, se realiza un análisis de la influencia de la temperatura, durante las diferentes etapas del proceso. De acuerdo a los resultados puede apreciarse, que la etapa de hidrólisis es una etapa determinante para el desarrollo del proceso anaerobio, ya que si en esta etapa no se degradan los macronutrientes en compuestos más simples, las bacterias acidogénicas no podrán realizar su etapa del proceso, así mismo, la etapa acetogénica, también es determinante, ya que si en esta etapa se pierde la sinergia bacteriana, habrá una inhibición del sistema causada por exceso de acetato y ion hidroxilo.

Las bacterias metanogénicas son las más sensibles a los cambios de temperatura y en los cálculos realizados puede apreciarse que dichos cambios afectan el desarrollo del proceso y por tanto la producción de metano.

4.5 TIPO DE BIODIGESTOR

El tipo de biodigestor seleccionado es un sistema Batch con 7 tanques para el procesamiento de los residuos orgánicos de 11 edificios, los cuales se disponen en un arreglo en serie. El biogás generado, es almacenado en tres contenedores, instalados en serie para el consumo del mismo.

Este arreglo, es debido a que los contenedores comerciales, son de mayor tamaño y elevaría considerablemente el costo del proyecto. La Figura 12 muestra el arreglo del sistema de biogás propuesto, el cual se construyó con base en los resultados obtenidos y que pueden ser consultados a detalle en el Anexo IV, o bien en la Tabla 19 del Capítulo 3 en forma condensada. Para el aprovechamiento del biogás se optó por el uso de 2 motobombas con capacidad de 13.1 Hp con motor a gasolina, operando en paralelo para satisfacer la demanda hídrica de la zona. En nuestro país, el desarrollo de sistemas de combustión que emplean biogás como combustible es muy escaso y está destinado a la gran industria, para satisfacer demandas energéticas mucho mayores y el empleo de equipo importado eleva notablemente los costos; por ejemplo, un generador eléctrico que emplea un motor a biogás de 25 Hp tiene un costo superior a los US\$10,000, el equipo más económico es de origen Chino y trabaja a 50 Hz de frecuencia eléctrica.

En el caso de las motobombas, no existe equipo que trabaje con motor a biogás en el mercado nacional, la motobomba que tiene la potencia adecuada, es un equipo con motor a Diésel y tiene un costo más elevado. Además los motores a diésel no se pueden convertir a gas al 100%, pues el gas se emplea como aditivo en una mezcla de hasta el 60%, lo cual implica incluir el costo del combustible en los costos de operación.

La Figura 12, muestra el esquema de instalación del sistema propuesto, incluye los digestores, tanques de almacenamiento y motobombas, con todas las válvulas y filtros necesarios para la operación del sistema. Se eligió instalar 3 depósitos de biogás porque el volumen generado a la semana es bastante grande para fabricar uno en forma casera y muy poco para considerar la adquisición de uno prefabricado.

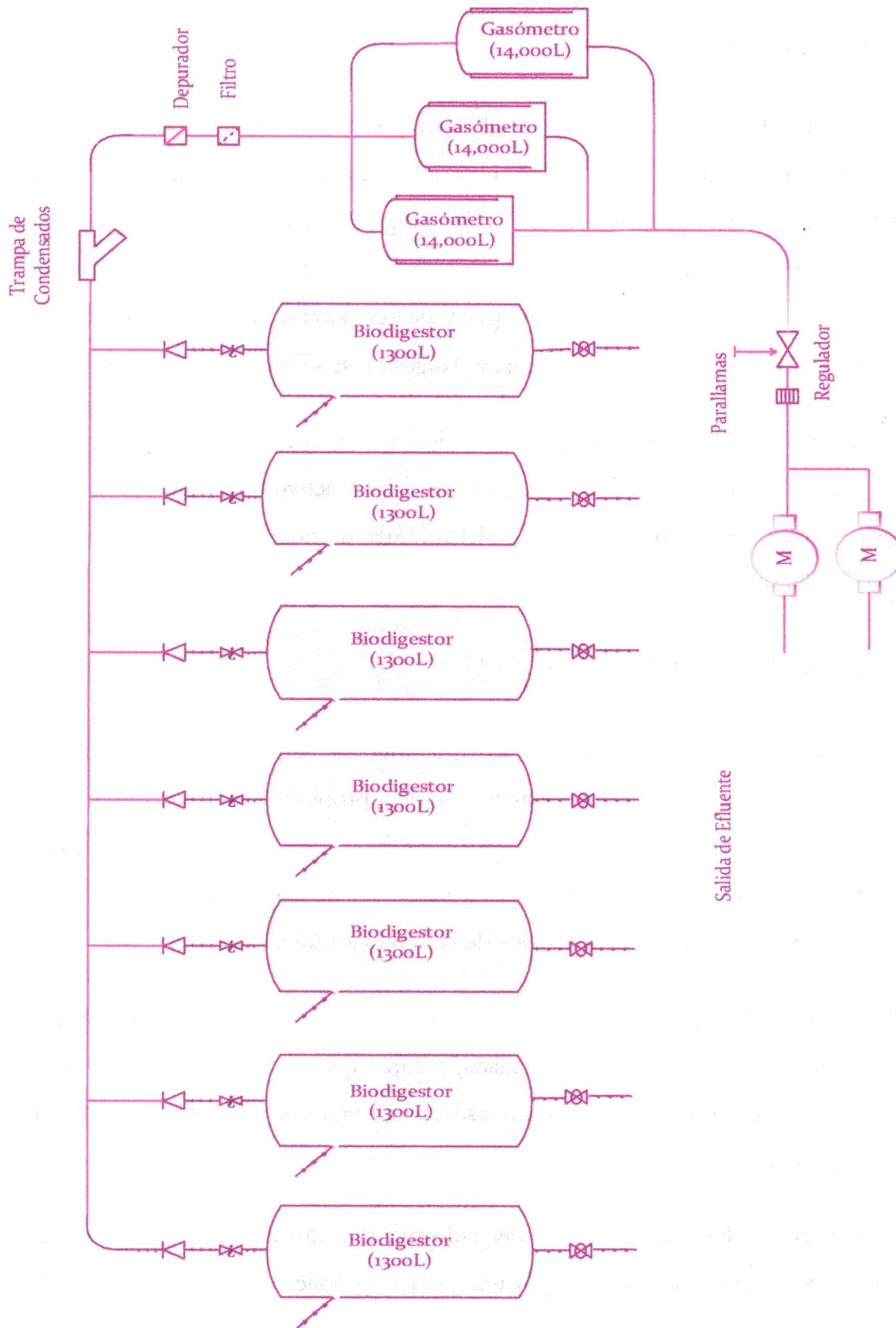


Figura 12 Diagrama de instalación del sistema de biogás propuesto

MATERIAL DE ARRANQUE

En sistemas Batch, durante la primera carga es posible compostar el material de carga durante 1 a 2 semanas y después cargar el digestor por la cúpula y aplastando cada capa, se deja compostar de 1 a 3 días sin cerrar la tapa para que se desarrolle la digestión con bacterias facultativas y aerobias. Una vez que se alcanza una temperatura entre 40 y 60°C, se agrega agua por las tomas de entrada y salida, al terminar se determina el pH y de ser necesario, agregar ceniza, agua amoniacal o cal hasta que el pH sea 7, después se tapa el digestor, se sella y se instalan las tuberías.

Como material de arranque suele utilizarse aguas municipales, lodos del fondo de lagos, lagunas y estercoleros, lodos de mataderos y fábricas de alimentos, lodo activo de alcantarillas y lodos del mismo digestor. El inóculo debe ser 10 a 15% del volumen de carga y 30% cuando se trata de lodo del mismo digestor.

4.6 EVALUACIÓN ECONÓMICA Y SOCIAL

El cambio de tecnología para el bombeo del agua, aunque es menos práctico, el sistema propuesto, tiene la ventaja de disminuir el consumo eléctrico, propicia el ahorro económico en la zona, mejora el entorno al tomar conciencia sobre los residuos orgánicos, existe la posibilidad de conformar cooperativas de micro productores agrícolas, disminuyendo así la dependencia alimentaria de la ciudad con el resto de los estados de la República Mexicana.

Al requerir la participación de todos los vecinos para realizar la carga del biodigestor, se promueve la convivencia y participación ciudadana, valores que se están perdiendo en las unidades habitacionales, lugares donde la colectividad es solo una bonita palabra. Mediante la conformación de cooperativas, se logra mejorar las relaciones humanas y la convivencia vecinal.

En cuanto al impacto ambiental, la mejora del entorno, constituye eliminar los residuos orgánicos de las calles, además se evita tirar basura en la vía pública, se toma conciencia del problema de la basura en la ciudad, se evita que 43.8 t/a⁴ de residuos orgánicos generados en la

⁴ Esta cantidad se estima en función de la biomasa disponible para la biodigestión anaerobia, determinada a partir de la encuesta realizada

Unidad, terminen en los rellenos sanitarios. Esta cantidad es equivalente a evitar 21 viajes de un camión recolector de 7m³, tan sólo con el empleo del sistema en una unidad habitacional.

Evitar que estos residuos terminen en rellenos sanitarios, evita la emanación de al menos 6.57 t/a⁵ de gas metano a la atmosfera, la proliferación de fauna nociva, malos olores, reducción en el consumo de combustibles fósiles para el traslado y disposición final de estos residuos, y mediante el aprovechamiento del bioabono, no sólo se consigue mejorar el beneficio económico, también se disminuye el impacto ambiental causado por la quema del metano en los motores de combustión interna, al desarrollar áreas verdes, además se mejora la imagen urbana. Los residuos orgánicos originados por las áreas verdes adicionales, también se dispondrán en el biodigestor cerrando así el ciclo sustentable.

Este tipo de proyectos es 100% sustentable, si se consolida el aprovechamiento del bioabono, porque la aplicación con fines primordialmente energéticos, no es atractiva en todos los casos, a causa de los beneficios que puedan producirse, al incluir el manejo del bioabono. La producción de energía se relega a beneficio adicional. Y se consigue ampliar los beneficios tanto económicos, como sociales y ambientales.

4.7 MANEJO DEL BIOABONO

El manejo del bioabono, es conveniente porque se aumenta el beneficio por la aplicación de biodigestores, como ya se dijo, el manejo del bioabono debe realizarse en cualquiera de estas tres opciones:

- ✓ Como fertilizante para cultivos de ornato.
- ✓ Como fertilizante para cultivo de hortalizas.
- ✓ Como producto para venta al público.

La disposición final del efluente por medio de la red de drenaje, requiere cumplir con las disposiciones locales y federales, además de realizar el pago de derechos correspondiente. En

⁵ Cantidad determinada con base a la generación de residuos orgánicos por año estimada en la Unidad y multiplicando por el 75% de SV a una tasa de generación de biogás de 0.4m³/kg de SV, y considerando 50% de metano contenido en el biogás

cualquiera de las tres opciones se obtienen beneficios adicionales al aprovechamiento del biogás que vale la pena considerar y es por medio del aprovechamiento del bioabono que se incrementa el beneficio ambiental.

El bioabono como fertilizante, depende del tipo de cultivo donde se requiera utilizar, y puede ser en forma líquida o sólida. Para el empleo del bioabono sólido, es necesario colar el efluente; el agua residual, puede emplearse para realizar la carga del biodigestor. Para comerciar el producto, se recomienda hacerlo en fase sólida, debido a que el empaquetamiento y traslado es más sencillo.

4.8 MANUAL DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

La transferencia tecnológica implica, la aceptación al cambio, el reconocimiento de la tecnología y la adaptación al cambio. Cada etapa requiere de acciones que juntas logran consolidar la transferencia tecnológica y que sin una de ellas es difícil realizarla y sobre todo consolidarla.

En la etapa de la aceptación, se requiere dar a conocer las ventajas, dar ejemplos de casos de éxito, en general exponer todos los beneficios que se logran mediante el cambio tecnológico. Una vez que se consiga la atención de la gente, se requiere explicar todo lo necesario para conseguir esos beneficios; es decir, las labores que involucra, el espacio que se necesita destinar, y sobre todo, los riesgos que implica y la magnitud de los mismos.

La aceptación debe conseguirse sin engaños, con plena conciencia de los alcances y limitaciones de la nueva tecnología. Una vez lograda la aceptación, es aconsejable explicar todo lo referente a la nueva tecnología, es decir, el modo de operación, el mantenimiento periódico, los cuidados, el qué hacer ante una eventualidad, cómo resolver problemas inmediatos y a quién recurrir ante un problema mayor. Sólo conociendo y reconociendo cada elemento de la nueva tecnología, podemos hablar de que existe apropiación tecnológica.

Una vez superada esta etapa, la aceptación al cambio sólo requiere constancia y perseverancia; es decir, se requiere mantener el interés en alto, y sólo es posible en la medida en que la gente se convence de la nueva tecnología, una vez que visualiza las mejoras, los beneficios o los ahorros.

La aceptación se consigue paulatinamente, en la medida que el proyecto avanza y los logros se vuelven beneficios.

La primera fase de la transferencia tecnológica, requiere del acercamiento con los futuros usuarios, respetando las jerarquías locales, y sobre todo acercándose a la gente con mayor influencia en la comunidad, a fin de lograr captar la atención de las mayorías; después, es indispensable el acercamiento con las mayorías para explicarles los beneficios y los alcances de lo propuesto.

Como nada es miel sobre hojuelas, una vez que se tiene la atención sobre el cambio, es momento de explicar todo lo necesario para llevar a cabo la nueva empresa, el curso de capacitación propuesto comienza en esta etapa en los módulos 1 y 2. Los módulos siguientes dan pauta a la segunda etapa, la del conocimiento y reconocimiento de la nueva tecnología, la última etapa no se consigue cabalmente hasta el momento en que son visibles los beneficios.

En muchos casos no se consigue la adaptación completa porque en las etapas anteriores se dejan cabos sueltos y sólo se habla de los beneficios sin explicar todo lo que implica invertir para lograr esos beneficios; es decir, el tiempo necesario para operar el nuevo equipo, el espacio requerido, los riesgos y la forma de operar el nuevo sistema y sobre todo el tiempo mínimo que debe transcurrir para comenzar a ver los beneficios y el tiempo mínimo para que esos beneficios sean significativos. Por esta causa la aceptación solo se consigue una vez que el equipo está en operación.

CAPÍTULO 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Se determinaron los parámetros básicos para el diseño de biodigestores, como son el tipo de biomasa, el rango de temperatura, la cantidad de sólidos totales, el tiempo de retención hidráulico, la cantidad de agua necesaria para la carga del biodigestor, el volumen estimado de biogás que puede producirse por tipo de biomasa, el cual es un dato imprescindible para el dimensionamiento del equipo.

Se estipuló la cantidad y el tipo de biomasa disponible en la zona. Para este fin fue necesario la aplicación de una encuesta sobre los hábitos alimenticios y de consumo de los habitantes. La cual también revela el origen y destino que tienen los residuos orgánicos en las viviendas.

Se estableció la relación Carbono Nitrógeno (C/N) en función de los macronutrientes contenidos en diversos alimentos, a fin de mantener un valor óptimo para el adecuado funcionamiento del biodigestor. Esto requiere realizar un balance de carbono y nitrógeno de todas las materias orgánicas disponibles, y algunos casos requerirán el balanceo con una biomasa compensadora para ajustar el valor de la relación C/N en un rango adecuado. Para este fin, se desarrolló una calculadora en base a la Tabla de la Composición Química de los Alimentos publicada por la FAO. Las biomásas compensadoras, se sugiere que sean heces fecales de mascotas y hojarasca de áreas verdes, por no constituir un volumen considerable para formar parte de la carga directa del biodigestor. La calculadora de biomasa entrega la cantidad necesaria de biomasa compensadora para obtener una relación C/N adecuada.

Se comprobó la inviabilidad tecnológica para el desarrollo de biodigestores por vivienda en una unidad habitacional de la Delegación Iztapalapa, a causa de la escasa materia orgánica disponible, pero se sugirió la implementación de biodigestores comunitarios con una capacidad energética mayor y un volumen de biomasa disponible más amplio.

Durante el desarrollo de este trabajo, se constató que los fines primordialmente energéticos no son suficientes para hacer atractivo el uso de los biodigestores en todos los casos; por ejemplo,

en el caso de la implementación por edificio, se comprobó que el biogás es un subproducto, con poca utilidad práctica, y en el caso de la implementación para el área de bombeo, el uso del biogás es sólo uno de los productos a utilizar, pues aunque es suficiente para cubrir gran parte de la demanda energética del bombeo de agua potable a los edificios, el bioabono constituye un elemento a considerar para aumentar el aprovechamiento de esta tecnología. Por tanto no es totalmente posible hablar del uso primordialmente energético de los biodigestores en áreas urbanas y debe ligarse a programas que promuevan la reforestación y producción agrícola en pequeña escala, a fin de promover el uso integral de los productos resultantes del proceso de fermentación anaerobia y consolidar la sustentabilidad económica de este tipo de proyectos.

Se explicó que los residuos orgánicos domésticos deben ser procesados en un sistema Batch por ser el más adecuado para el manejo de estos desechos. Los requerimientos espaciales dependen de la cantidad de biomasa fermentable y la posibilidad de implementar el sistema, depende de la voluntad de ceder espacios comunes por parte de los vecinos para la instalación de los biodigestores.

Además se observó que existe un total desconocimiento de esta tecnología en la zona, por lo cual se consideró necesario diseñar un curso-taller para la implementación de biodigestores en áreas urbanas, parte esencial del manual de transferencia tecnológica propuesto. El cual se elaboró en base a tres principios fundamentales: La aceptación al cambio; El reconocimiento de la tecnología; Y la adaptación al cambio. Cada etapa requiere de acciones conjuntas que deben llevarse a cabo para consolidar la transferencia tecnológica.

Para el aprovechamiento del biogás, se determinó que el empleo de 2 motobombas de 13.1Hp para cubrir la necesidad del bombeo de agua potable a 11 edificios es la mejor opción. Y el bioabono es aconsejable emplearlo como fertilizante en huertos a pequeña escala, áreas verdes y plantas de ornato, o bien como producto para venta al público.

En síntesis, este tipo de proyectos debe manejarse en forma integral, para consolidar el desarrollo sustentable del mismo y es una buena opción para el manejo sistémico de los residuos orgánicos adecuados para el proceso de digestión anaerobio. Contribuyendo así con el “Plan Verde” y el Programa “Basura Cero” impulsados por el gobierno del Distrito Federal. Además de fomentar

la participación ciudadana y la sustentabilidad alimenticia de la Ciudad y la reforestación de las áreas urbanas, si se consolida la integración con el Programa de Huertas Urbanas A Pequeña Escala y el Programa de Azoteas Verdes.

5.2 RECOMENDACIONES

Las recomendaciones giran en torno a los resultados de la investigación y se enlistan a continuación

1. Para determinar el tipo y la cantidad de biomasa, es necesario levantar una encuesta en el lugar de análisis y levantar una muestra representativa, la cual puede causar incertidumbre debido a la veracidad de las respuestas. En este sentido el muestreo realizado es estadísticamente representativo para la Unidad Habitacional elegida, pero para la Delegación Iztapalapa no es estadísticamente válida, por tanto es aconsejable realizar un trabajo estadístico más a fondo sobre el tipo y cantidad de biomasa disponible en la Delegación para la implementación de los biodigestores en esta demarcación.
2. Para determinar la relación C/N, sólidos totales, sólidos volátiles, se emplearon cálculos matemáticos, con base en la información proporcionada en la Tabla de Composición Química de los Alimentos publicada por la FAO, por lo cual puede existir diferencias con lo obtenido *in situ*. Es por tanto aconsejable contar con un laboratorio donde se puedan realizar estas pruebas con mayor precisión empleando muestras de biomasa recolectadas en el sitio de aplicación.
3. Aunque el tipo de biodigestor propuesto se evaluó en función del espacio requerido, el volumen de la biomasa disponible y la frecuencia de recolección más adecuada para realizar las cargas, además de la cantidad de agua disponible, se recomienda evaluar la posibilidad de adaptar la instalación de biodigestores continuos y semicontinuos, de acuerdo a las necesidades del lugar donde se pretenda instalar el biodigestor.
4. Como parte de la transferencia tecnológica, se propone un curso de capacitación, el cual requiere de una evaluación pedagógica por especialistas; además, para el aprovechamiento del bioabono y su posible empleo como fertilizante para azoteas verdes o huertos urbanos, se requiere el apoyo de agrónomos para determinar el rendimiento

del bioabono y el tipo de cultivo más adecuado, además de las técnicas más apropiadas para la zona.

5. La implementación de modelos matemáticos para el tratamiento integral de los residuos orgánicos domésticos, constituye una herramienta que puede reducir el tiempo de cálculo de un sistema además de predecir el comportamiento y grado de tratamiento de los mismos, en México hay pocos estudios al respecto pero están enfocados a biomasas específicas y es poca la información que existe sobre las características de la fracción orgánica de los residuos sólidos, en este trabajo se emplearon datos de la bibliografía consultada y puede repercutir en diferencias marcadas en la cantidad de biogás generado *in situ*. Es conveniente realizar investigaciones a detalle sobre la composición bioquímica de la fracción orgánica de los residuos sólidos en México a fin de coadyuvar en el desarrollo de sistemas de tratamiento anaerobio de los mismos y la implementación de los modelos cinéticos como herramienta de apoyo.

BIBLIOGRAFÍA

- Cuba Solar. (2004). *Análisis De Biodigestores*. Recuperado el 7 de Febrero de 2014, de <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/energia22/html/articulo04.htm>
- Alibaba.com. (2000). *Biogas-Biogas Manufacturers, Suppliers and Exporters on Alibaba.com/ Biogas*. Recuperado el 14 de Mayo de 2014, de <http://www.alibaba.com/products/F0/biogas/3.html>
- Articulo.mercadolibre.com.mx. (s.f.). *Motobomba De Agua A Gasolina 4 X4 Hyundai 13.1 Hp Ecomaqmx - \$ 8,974.00*. Recuperado el 14 de Mayo de 2014, de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-446778680-motobomba-de-agua-a-gasolina-4-x4-hyundai-131-hp-ecomaqmx-_JM
- Bautista Buhigas, A. (Octubre de 2010). *Sistema Biodigestor Para El Tratamiento De Desechos Orgánicos (Estelí, Nicaragua)*. Tesis de Licenciatura, Universidad Carlos III De Madrid, Departamento De Ciencia E Ingeniería De Materiales E Ingeniería Química, Leganés, España. Recuperado el 7 de Febrero de 2014, de <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fe-archivo.uc3m.es%2Fbitstream%2Fhandle%2F10016%2F10807%2FPFC%2520Alejandro%2520Bautista%2520Buhigas.pdf%3Fsequence%3D1&ei=E-R-U4bCDszlsASDg4Gg>
- Capital, 21. (16 de Septiembre de 2014). *Capital21.df.gob.mx*. Recuperado el 26 de noviembre de 2013, de Presenta Mancera Plan Integral De Manejo De Residuos Sólidos 2013-2018: <http://www.capital21.df.gob.mx/?p=2746>
- Cendales Ladino, E. D. (2011). *Producción De Biogás Mediante La Codigestión Anaeróbica De La Mezcla De Residuos Cítricos Y Estiércol Bovino Para Su Utilización Como Fuente De Energía Renovable*. Tesis De Maestría, Universidad Nacional De Colombia, Facultad De

- Ingeniería, Bogotá Colombia. Recuperado el 12 de julio de 2014, de
<http://www.bdigital.unal.edu.co/4100/>
- Clavijero, F. J. (2003). *Historia Antigua de México* (Décima Edición ed.). D. F., México: Porrúa.
Recuperado el 10 de Febrero de 2014
- Cruz, A. (17 de Septiembre de 2013). Presentan Plan Basura Cero En El DF. *La Jornada*, pág.
36. Recuperado el 22 de Marzo de 2014, de
<http://www.jornada.unam.mx/2013/09/17/capital/036n3cap>
- Eaton, A. (2013). *Biodigestores*. Curso de Capacitación, Instituto Internacional De Recursos
Renovables, A.C., México D.F. Recuperado el 16 de Marzo de 2014, de
[http://greenempowerment.org/wp-
content/uploads/2013/07/Biogascoursemanual_IRRI_Mexico1.pdf](http://greenempowerment.org/wp-content/uploads/2013/07/Biogascoursemanual_IRRI_Mexico1.pdf)
- FAO.org. (1984). Instalaciones Para El Desembarque Y La Comercialización Del Pescado En
Pequeña Escala. Recuperado el 8 de Febrero de 2014, de
<http://www.fao.org/docrep/003/t0388s/T0388S03.htm>
- Foster Carneiro, T. (2005). *Digestión Anaerobia Termofílica Seca De Residuos Sólidos Urbanos: Estudio
De Las Variables Del Proceso En El Arranque Y Estabilización Del Bio-Reactor*. Tesis
Doctoral, Universidad de Cádiz, Departamento de Ingeniería Química, Cádiz España.
Recuperado el 12 de Noviembre de 2014, de
https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB4QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.cetesb.sp.gov.br%2Fuserfiles%2Ffile%2Fmudancasclimaticas%2Fbiogas%2Ffile%2Fdocs%2Fartigos_dissertacoes%2Ffoster_carneiro.pdf&ei=PfQ1VeuKFr
- GDF. (13 de Septiembre de 2010). Acuerdo Por El Que Se Aprueba Y Expide El Programa
De Gestión Integral De Los Residuos Sólidos. *Gaceta Oficial Del Distrito federal*(925), 3-
68. Recuperado el 18 de Diciembre de 2013

- Guevara Vera, I. (1996). *Fundamentos Básicos Para El Diseño De Biodigestores Anaeróbicos Rurales*. Informe de Trabajo, Centro Panamericano De Ingeniería Sanitaria; División Salud Y Ambiente, Organización Sanitaria de la Salud, Lima Perú. Recuperado el 27 de Enero de 2014, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/031042/031042.pdf>
- Gutierrez Calixto, J. L. (23 de Octubre de 2013). Oficio No. DGA/CRF/1660/2013. México Distrito Federal, Iztapalapa, Méx<ico. Recuperado el 23 de Octubre de 2013
- Homedepot.com.mx. (2000). *Compra en Línea Plomería en <http://www.homedepot.com.mx/>*. Recuperado el 9 de Mayo de 2014, de <http://www.homedepot.com.mx/comprar/es/coapa-del-hueso/plomeria>
- INCAP. (Febrero de 2012). *Tabla de Composición de Alimentos para Centroamerica del INCAP* (Segunda Edición ed.). (I. Licda. Norma Alfaro, Ed.) Guatemala. Recuperado el 7 de Enero de 2014, de https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.incap.int%2Findex.php%2Fes%2Fcomponent%2Fdocman%2Fdoc_download%2F80-tabla-de-composicion-de-alimentos-de-centroamerica&ei=L-d-U-y0O7TIsASK
- INEGI. (1990). México en Cifras. México. Recuperado el 10 de Febrero de 2014, de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/default.aspx>
- Infantes, P. (2008). *Diseño y Construcción De Un Biodigestor Industrial Para Tratamiento De Residuos Orgánicos*. Ponencia, Perú. Recuperado el 23 de enero de 2014, de <http://www.ceplan.gob.pe/sites/default/files/Documentos/disenoyconstrucciondeunbiodigestorindustrialparatratamientosderesiduosorganicos.pdf>
- Iztapalapa.df.gob.mx. (1970). Demografía. Iztapalapa, Distrito Federal, México. Recuperado el 8 de Febrero de 2014, de <http://www.iztapalapa.df.gob.mx/htm/demografia.html>
- Iztapalapa.df.gob.mx. (1970). Geografía. Iztapalapa, Distrito Federal, México. Recuperado el 8 de Febrero de 2014, de <http://www.iztapalapa.df.gob.mx/htm/geografia.html>

- Lacueva Ratera, L. (2011). *Estudio De Alternativas y Dimensionamiento De Biodigestores Para Aplicaciones Domésticas En La Zona Rural De Nwadjahane En Mozambique*. Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de Catalunya, Departament de Màquines i Motors Tèrmics, Catalunya España. Recuperado el 22 de Mayo de 2014, de <http://hdl.handle.net/2099.1/14508>
- Llaneza, H., Moris, M. A., González Azpíroz, L., & González, E. (2010). Estudio De Viabilidad De Sistemas De Purificación y Aprovechamiento De Biogás. En G. d. España (Ed.), *Caracterización, Purificación y Control Del Biogás* (págs. 6-25). España: Ministerio De Ciencia E Innovación. Recuperado el 14 de Septiembre de 2014
- López Cabanes, J. M. (1989). *Digestión Anaerobia De Lodos De Depuradora, Etapas Controlantes y Cinética Del Proceso*. Tesis de Doctorado, Universidad de Alicante, Facultad de Ciencias, Alicante, España. Recuperado el 10 de Octubre de 2014, de <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCYQFjAB&url=http%3A%2F%2Frua.ua.es%2Fdspace%2Fbitstream%2F10045%2F5109%2F1%2FL%25C3%25B3pez%2520Cabanes%2C%2520Jos%25C3%25A9%2520Mar%25C3%25ADa.%2520t.I.pdf&ei=-uYMYH>
- López Mendoza, C., & López Solís, O. A. (2009). *Diseño, Construcción y Puesta En Operación De Un Biodigestor Anaerobio Continuo Para El Laboratorio De Ingeniería Química De La Facultad De Ciencias Químicas De La Universidad Veracruzana*. Tesis de Licenciatura, Coatzacoalcos. Recuperado el 7 de Febrero de 2014, de <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fcdigital.uv.mx%2Fbitstream%2F12345678%2F932%2F1%2FLopEZ%2520MENDOZA%2520CLAUDIA.pdf&ei=5d9-U6f5JYjPsAT99YHIAw&usq=AFQjCNGbtpWVWb598hlZtaCohm8w>
- López Pérez, V. M. (2012). *Composición Química De los Alimentos*. Tlalncpantla, Estado de México, México: Red Tercer Milenio. Recuperado el 18 de Enero de 2014, de <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CDsQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.aliatuniversidades.com>

.mx%2Fbibliotecasdigitales%2Fpdf%2Feconomico_administrativo%2FComposicion_ quimica_de_los_alimentos%2FComposicion_qui

Lorenzo Acosta, Y., & Obaya Abreu, M. C. (2005). La Digestión Anaerobia. Aspectos Teóricos. Parte I. *ICIDCA*, XXXIX(1), 35-48. Recuperado el 22 de Junio de 2014, de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120659006>

Montes Carmona, M. F. (2008). *Estudio Técnico-Económico De La Digestión Anaerobia Conjunta De La Fracción Orgánica De Los Residuos Sólidos Urbanos Y Lodos De Depuradora Para La Obtención De Biogás*. Tesis Doctoral, Departamento De Ingeniería Civil: Ordenación Del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente E.T.S.I. De Caminos, Canales y Puertos, Madrid, España. Recuperado el 23 de Noviembre de 2014, de https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB8QFjAA&url=http%3A%2F%2Foa.upm.es%2F1049%2F1%2FMARIA_ESTELA_MONTES_CARMONA.pdf&ei=ufY1VbXELOTksASh4ICYDw&usg=AFQjCNEySO_3yGrv2nU7twyK7UFo720_Q&bvm=bv.91071109,d.cWc

Olaya Arboleda, Y., & González Salcedo, L. O. (Julio de 2009). *Fundamentos Para El Diseño De Biodigestores*. Proyecto Académico, Universidad Nacional De Colombia Sede Palmira, Facultad de Ingeniería y Administración, Palmira Colombia. Recuperado el 27 de Enero de 2014, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7967/4/luisoctaviogonzalezsalcedo.20121.pdf>

Olea León, F. J. (2012). *Pre-Factibilidad De Una Planta De Tratamiento De Residuos Sólidos Urbanos En El Puerto De Veracruz*. Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Autónoma De México, Facultad De Ingeniería, México D.F. Recuperado el 7 de Mayo de 2014, de <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&cad=rja&uact=8&ved=0CG0QFjAM&url=http%3A%2F%2Fwww.ptolomeo.unam.mx%3A8080%2Fxmlui%2Fbitstream%2Fhandle%2F132.248.52.100%2F320%2FA1.pdf%3Fsequence%3D1&ei=0tqLU5jiOtC3sATSqIBg&usg=AFQjCNGjT>

- Oni.esuelas.edu.ar. (2004). *Energías Limpias - Biogás*. Recuperado el 31 de Enero de 2014, de http://www.oni.esuelas.edu.ar/2004/SAN_JUAN/676/otras_energias/biogas/biog_c3.htm
- Ostrem, K. (2004). *Greening Waste: Anaerobic Digestion For Treating The Organic Fraction Of Municipal Solid Wated*. Tesis de Maestría, Columbia University, Department Of Earth And Environmental Engineering Fu Foundation Of School Of Engineering And Applied Science, Columbia E.E. U.U. Recuperado el 26 de Octubre de 2014, de https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.wtert.gr%2Fpdfs%2Fanaerobic_digestion_Ostrem_Thesis.pdf&ei=Je01VYLUK0WNsAW92YGwBg&usq=AFQjCNF0mOVI2pVhHIZJdmrvDCaEgzfIsw&bvm=bv.91071109,d
- Pontón Sigcha, R. D. (2010). *Diseño De Un Sistema Para La Obtención De Un Biol Mediante Los Residuos Sólidos Orgánicos Generados En El Cantón Joya De Las Sachas*. Tesis de Grado, Escuela Técnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Riobamba Ecuador. Recuperado el 8 de Febrero de 2014, de <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/681/1/96T00133.pdf>
- Portalweb.sgm.gob.mx. (2014). *Tipo De Cambio De Venta: Peso Mexicano - US Dólar (MXN-USD)*. Recuperado el 20 de Mayo de 2014, de <http://portalweb.sgm.gob.mx/economia/es/tipos-de-cambio/449-tablas-peso-mexicano-us-dolar.html>
- Renewable Energy & Environmental Information Network (REEIN). (s.f.). RE Practices in Bangladesh - Biogas: Design Of Biogas Plant. Bangladesh, India. Recuperado el 18 de Abril de 2014, de <http://practicalaction.org/media/download/7162>
- Reyes Mora, J. Á. (23 de Abril de 2004). El Problema De La Basura En La Ciudad De México. México D. F., México. Recuperado el 22 de Septiembre de 2013

Román, P. (21 de Junio de 2012). Taller - Biodigestores y Biogás. Perú. Recuperado el 8 de Febrero de 2014, de http://www.rlc.fao.org/fileadmin/content/events/taller_tcp-par-3303/Biodigestor.ppt

Sarmiento Torres, R. (Agosto de 2006). Convertir Los Residuos Sólidos Urbanos En Energía. *Energía A Debate*(16), 49. Recuperado el 26 de Abril de 2014, de http://www.energiaadebate.com/Articulos/agosto_2006/convertir.htm

SciELO.cl. (2011). Información Tecnológica - Viabilidad Económica De La Utilización De Biogás Para La Conversión En Energía Eléctrica. Recuperado el 27 de Mayo de 2014, de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642011000400002&script=sci_arttext

SEDEMA. (2007). *SEDEMA- AZOTEAS VERDES*. Recuperado el 9 de Mayo de 2014, de www.sedema.df.gob.mx/sedema_index_php_temas_ambientales_azot

SEDEMA. (2013). Inventario De Residuos Sólidos Del Distrito Federal 2012. Distrito federal, México. Recuperado el 16 de Abril de 2014, de <http://www.sedema.df.gob.mx/sedema/images/archivos/temas-ambientales/programas-generales/residuos-solidos/inventario-residuos-solidos-2012.rar>

SEDEREC GDF. (28 de Febrero de 2014). Convocatoria 2014 Del Programa De Agricultura Sustentable A Pequeña Escala, En Sus Componentes:. *Gaceta Oficial del Distrito Federal*, 154-164. Recuperado el 12 de abril de 2014, de <https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CCcQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.sederec.df.gob.mx%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FAGRICULTURA%2520URBANA%253B%2520MEJORAMIENTO%2520DE%2520TRASPATIOS%253B%2520FOMENTAR%2520LA%2520>

- Silva Vinasco, J. P. (s.f.). *Tecnología Del Biogás*. Cátedra, Universidad del Valle, Facultad de Ingeniería. Recuperado el 23 de Abril de 2014, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/biogas.pdf>
- SMA. (2011). Inventario De Residuos Sólidos Del Distrito Federal 2011. Distrito Federal, México. Recuperado el 2 de Marzo de 2014, de https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sma.df.gob.mx%2Fsm%2Flinks%2Fdownload%2Fbiblioteca%2FIRSDF2011_FINAL.pdf&ei=lzGEU9F17t6wBJKFgYgJ&usg=AFQjCNGI7NKgf9hIAW1cChOnzU6i1fwlnA&s
- Suárez, A. J. (s.f.). *Fundamentos De Los Procesos Microbianos: Estequiometría y Cinética*. (U. d. Coruña, Ed.) Coruña, España. Recuperado el 20 de Noviembre de 2014
- Valdés, A., Salas, J., & Loeza, O. (Julio-Septiembre de 2011). Posibilidades De Las Energías Renovables En El Sector Del Transporte. *Energías Renovables*, 3(11), 5. Recuperado el 24 de Mayo de 2014, de http://www.anes.org/anes/formularios/Publicaciones/download.php?id=RER_122014.pdf&dw=3
- Várgas Melendez, C. (2010). *Biodigestores*. Recuperado el 6 de Febrero de 2014, de <http://www.portalagropecuario.com.mx/dgen/album/1346954872.pdf>
- Varnero Moreno, M. T. (2011). *Manual De Biogás*. (P. CHI/00/G32, Ed.) Santiago, Chile. Recuperado el 18 de Enero de 2014, de https://www.google.com.mx/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CC0QFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.olade.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2FCIDA%2FBiocomustibles%2FFAO%2Fmanual_biogas.pdf&ei=uOJ-U5nDCMi-sQSup4HoBA&usg=AFQjCNHIIIBY7zsXIAGQGmW

ANEXO I TABLA DE RELACIÓN CARBONO / NITRÓGENO

La siguiente tabla se construyó en base a los datos presentados en la Tabla de Composición Química de los Alimentos de la FAO, se tomaron los contenidos de agua, cenizas y macronutrientes para cada alimento, para determinar los valores de % de carbono, % de nitrógeno, Relación C/N, % de sólidos totales y % de sólidos volátiles.

Tabla 27 Composición química de los alimentos

Nombre	g Proteína	g Grasa total	g Carbohidratos	% Carbono	% Nitrógeno	Relación C/N	% Sólidos Totales	% sólidos Volátiles
01. Productos Lácteos Y Similares								
Crema, espesa	2.05	37	2.79	30.13	0.33	92.39	42.29	98.94
Crema, rata	2.7	19.31	3.66	17.61	0.43	41.00	36.25	96.40
Crema, sustituto no lácteo en polvo	4.79	35.48	54.88	53.67	0.76	70.43	97.79	97.30
Leche de burra, fluida	1.7	1.2	6.5	4.74	0.27	17.51	9.80	95.92
Leche de cabra, fluida	3.56	4.14	4.45	7.07	0.57	12.47	12.97	93.68
Leche de vaca, chocolatada, fluida, fluida, baja en grasa	2.99	1.9	12.13	8.48	0.48	17.83	17.83	95.46
Leche de vaca, con cocoa, fluida	3.52	2.33	10.63	8.43	0.56	15.06	17.43	96.27
Leche de vaca, condensada c/azúcar, enlat.	7.91	8.7	54.4	35.11	1.26	27.90	72.84	97.49
Leche de vaca, descremada c/vit a, en polvo	36.16	0.77	51.98	43.81	5.75	7.62	96.84	91.81
Leche de vaca, descremada c/vit a, en polvo instantánea	35.1	0.72	52.19	43.28	5.58	7.75	96.04	91.64
Leche de vaca, descremada c/vit a, fluida (1%grasa)	3.37	0.97	4.99	4.82	0.54	8.99	10.08	92.56
Leche de vaca, descremada s/vit a, en polvo	36.16	0.77	51.98	43.81	5.75	7.62	96.84	91.81
Leche de vaca, descremada, en polvo (pl 480)	36.16	0.77	51.98	43.81	5.75	7.62	96.84	91.81
Leche de vaca, integral, en polvo	26.32	26.71	38.42	51.76	4.19	12.36	97.53	93.77
Leche de vaca, integral evaporada c/vit a, enlat.	6.81	7.56	10.04	13.92	1.08	12.85	25.96	94.03
Leche de vaca, integral, fluida (3.25% grasa)	3.22	3.25	4.52	6.24	0.51	12.18	11.68	94.09
Leche de vaca, semidescremada (2% grasa), fluida	3.3	1.97	4.68	5.40	0.53	10.28	10.67	93.35
Leche de vaca, semidescremada (2% grasa), fortificada, fluida	3.95	1.98	5.49	6.12	0.63	9.75	12.29	92.92
Leche humana, fluida	1	1.5	6.9	4.75	0.16	29.85	12.50	100.00
Queso amarillo, pastrz & proces., para untar	16.41	21.23	8.73	28.94	2.61	11.09	52.35	90.49
Queso amarillo, pastrz & proces., rodajas	22.15	31.25	1.6	36.48	3.52	10.35	60.84	90.40
Queso amarillo, pastrz & proces., rodajas bajo en grasa	24.6	7	3.5	20.50	3.91	5.24	41.10	85.40
Queso amarillo, pastrz & proces., rodajas c/pimiento	22.13	31.2	1.73	36.49	3.52	10.36	10.92	46.52
Queso blanco (panamá)	17.1	21.3	4.5	27.50	2.72	10.11	46.90	91.47
Queso blanco fresco, leche de cabra	18.52	21.08	0.89	26.52	2.95	9.00	39.25	95.97
Queso blanco fresco, leche descremada	21	1.8	5.4	15.44	3.34	4.62	35.70	79.27
Queso blanco fresco, leche integra	17.5	20.1	3.3	26.29	2.78	9.44	45.00	90.89
Queso blanco fresco, leche semidescremada	24.35	7	1.91	19.66	3.87	5.07	36.90	90.14
Queso cottage, c/crema	12.49	4.51	2.68	11.53	1.99	5.80	21.04	93.54
Queso cottage, s/crema	17.27	0.42	1.85	10.75	2.75	3.91	20.23	96.59
Queso cottage, semidescremado (2% grasa)	13.74	1.93	3.63	10.71	2.19	4.90	20.69	93.28

Tabla 27-Bis1 Composición química de los alimentos (continuación)

Queso crema o de capas	7.55	34.87	2.66	31.54	1.20	26.26	46.25	97.47
Queso duro o seco, leche íntegra	27.9	35.2	3.7	43.58	4.44	9.82	73.90	90.53
Queso gouda	24.94	27.44	2.22	35.45	3.97	8.94	58.54	93.27
Queso mozzarella, leche descremada	24.26	15.92	2.77	26.68	3.86	6.91	46.32	92.94
Queso mozzarella, leche íntegra	22.17	22.35	2.19	30.08	3.53	8.53	49.99	93.44
Queso oreado, leche descremada	38.2	5.7	4.9	27.72	6.08	4.56	58.10	83.99
Queso oreado, leche íntegra	22.2	24.8	3.1	32.34	3.53	9.16	57.70	86.83
Queso oreado, leche semidescremada	25.4	14.2	7.6	28.17	4.04	6.97	55.20	85.51
Queso parmesano, duro	35.75	25.83	3.22	40.71	5.69	7.16	70.84	91.47
Queso parmesano, gratinado	38.46	28.61	4.06	44.68	6.12	7.30	79.16	89.86
Queso tipo camembert	19.8	24.26	0.46	29.42	3.15	9.34	48.20	92.37
Queso tipo cheddar	24.9	33.14	1.28	39.29	3.96	9.92	63.25	93.79
Queso tipo cuajada, fresco	18.7	15.4	5.4	24.36	2.98	8.19	44.80	88.17
Queso tipo feta	14.21	21.28	4.09	25.69	2.26	11.36	44.78	88.39
Queso tipo fondue	14.23	13.47	3.77	19.70	2.26	8.70	38.39	95.18
Queso tipo monterrey	24.48	30.28	0.68	36.64	3.89	9.41	58.99	93.98
Queso tipo muenster	23.41	30.04	1.12	36.06	3.72	9.68	58.23	93.71
Queso tipo quesillo, fresco	18	24	3	29.36	2.86	10.25	49.00	91.84
Queso tipo requesón	12.3	3	10	13.54	1.96	6.92	26.10	100.00
Queso tipo ricotta, descremado	11.39	7.91	5.14	14.56	1.81	8.03	29.59	96.11
Queso tipo ricotta, leche íntegra	11.26	12.98	0.04	16.02	1.79	8.94	28.30	96.40
Queso tipo suizo	24.73	25.01	2.1	33.46	3.93	8.50	57.69	89.86
Queso tipo suizo, bajo en grasa	28.4	5.1	3.4	21.15	4.52	4.68	40.40	91.34
Suero ácido de leche	0.76	0.09	5.12	2.77	0.12	22.88	6.60	90.76
Suero dulce de leche	0.85	0.36	5.14	3.03	0.14	22.39	6.88	92.30
Yogurt, leche descremada, natural	5.73	0.18	7.68	6.74	0.91	7.39	14.77	92.01
Yogurt, leche descremada, sabor chocolate	3.53	0	23.53	12.42	0.56	22.12	28.43	95.18
Yogurt, leche descremada, sabor frutas	3.98	1.15	18.64	11.36	0.63	17.95	24.70	96.23
Yogurt, leche íntegra, natural	3.47	3.25	4.66	6.44	0.55	11.67	12.10	94.05
02. Huevos								
Huevo de codorniz, crudo	13.05	11.09	0.41	15.77	2.08	7.59	25.65	95.71
Huevo de gallina, clara fresca	10.9	0.17	0.73	6.52	1.73	3.76	12.43	94.93
Huevo de gallina, entero, crudo	12.58	9.94	0.77	14.80	2.00	7.40	24.16	96.44
Huevo de gallina, entero, en polvo	47.35	40.95	4.95	59.28	7.53	7.87	96.90	96.23
Huevo de gallina, yema, fresca	15.86	26.54	3.59	30.33	2.52	12.02	47.90	96.43
Huevo de gallina, yema, polvo	34.25	55.8	3.6	62.52	5.45	11.47	97.05	96.50
Huevo de iguana, crudo	14.9	15.2	4.3	21.61	2.37	9.12	36.80	93.48
Huevo de pata, crudo	12.81	13.77	1.45	18.10	2.04	8.88	29.17	96.09
Huevo de pava, crudo	13.68	11.88	1.15	17.04	2.18	7.83	27.50	97.13
Huevo de tortuga, cocido	12.2	6.8	3.2	13.32	1.94	6.86	23.20	95.69
Huevo de tortuga, crudo	12.6	6.3	0.9	12.14	2.00	6.06	20.80	95.19
03. CARNE DE AVES								
Codorniz, carne cruda	21.76	4.53	0	15.51	3.46	4.48	29.97	95.60
Gallo o gallina, carne cruda	14.72	19.98	0	23.18	2.34	9.90	37.05	96.90
Ganso, carne cruda	15.86	33.62	0	34.05	2.52	13.49	50.34	98.27
Paloma, carne c/piel, cruda	18.47	23.8	0	28.13	2.94	9.57	43.40	96.77
Pato de crianza, carne c/piel, cruda	16	28.6	0	30.36	2.55	11.93	45.70	97.81
Pavo, carne c/piel, cruda	20.42	8.02	0	17.39	3.25	5.35	29.60	97.03

Tabla 27-Bis2 Composición química de los alimentos (continuación)

Pavo, carne c/piel, homeada	28.1	9.73	0	22.94	4.47	5.13	38.30	97.39
Pavo, pechuga c/piel, cruda	23.76	2.65	0	15.22	3.78	4.03	27.12	96.42
Pavo, pechuga c/piel, homeada	29.07	3.2	0	18.59	4.62	4.02	32.40	96.60
Pavo, pechuga s/piel, homeada	30.06	0.74	0	17.29	4.78	3.62	31.60	96.39
Pavo, pierna c/piel, cruda	20.13	3.57	0	13.89	3.20	4.34	24.39	96.39
Pavo, pierna c/piel, homeada	28.49	5.41	0	19.92	4.53	4.40	34.38	97.12
Pavo, pierna s/piel, homeada	29.19	3.77	0	19.08	4.64	4.11	33.46	96.95
Pollo, alas c/piel, cocidas	22.78	16.82	0	25.30	3.62	6.98	37.82	98.36
Pollo, alas c/piel, crudas	18.33	15.97	0	22.18	2.92	7.61	33.79	97.96
Pollo, alas c/piel, fritas	26.11	22.16	2.39	32.22	4.15	7.76	51.38	98.60
Pollo, alas s/piel, cocidas	27.18	7.18	0	20.52	4.32	4.75	32.99	97.79
Pollo, alas s/piel, fritas	30.15	9.15	0	23.65	4.80	4.93	40.17	97.83
Pollo, carne c/piel, cocida	24.68	12.56	0	23.16	3.93	5.90	36.07	97.89
Pollo, carne c/piel, cruda	17.14	15.85	0	21.43	2.73	7.86	34.50	97.48
Pollo, carne c/piel, frita	28.56	14.92	3.15	28.49	4.54	6.27	47.59	97.94
Pollo, carne c/piel, homeada	27.3	13.6	0	25.40	4.34	5.85	40.55	97.73
Pollo, carne s/piel, cocida	27.29	6.71	0	20.23	4.34	4.66	33.19	97.44
Pollo, carne s/piel, cruda	21.39	3.08	0	14.22	3.40	4.18	24.54	96.09
Pollo, carne s/piel, frita	30.57	9.12	1.69	24.61	4.86	5.06	42.47	97.43
Pollo, carne s/piel, homeada	28.93	7.41	0	21.67	4.60	4.71	36.21	97.18
Pollo, corazón, crudo	15.55	9.33	0.71	15.97	2.47	6.46	26.44	96.79
Pollo, hígado, cocido	24.46	6.51	0.87	18.89	3.89	4.85	33.19	95.90
Pollo, hígado, crudo	19.92	4.63	0	14.71	3.17	4.64	23.54	95.50
Pollo, molleja, cocida	30.39	2.68	0	18.93	4.83	3.92	32.07	97.22
Pollo, molleja, cruda	17.66	2.06	0	11.38	2.81	4.05	20.67	95.40
Pollo, muslo c/piel, cocido	23.26	14.74	0	24.01	3.70	6.49	30.89	97.47
Pollo, muslo c/piel, crudo	17.27	15.25	0	21.05	2.75	7.66	32.32	97.49
Pollo, muslo c/piel, frito	21.61	16.53	9.08	28.47	3.44	8.28	48.50	97.38
Pollo, muslo s/piel, cocido	25	9.79	0	21.26	3.98	5.35	34.41	97.50
Pollo, muslo s/piel, crudo	25.94	10.88	0	22.60	4.13	5.48	37.13	97.44
Pollo, muslo s/piel, frito	28.18	10.3	1.18	23.94	4.48	5.34	40.69	97.44
Pollo, pechuga c/piel, cruda	20.85	9.25	0	16.55	3.32	5.59	40.54	97.51
Pollo, pechuga s/piel, cocida	28.98	3.03	0	18.41	4.61	3.99	31.73	97.13
Pollo, pechuga s/piel, frita	33.44	4.71	0.51	22.38	5.32	4.21	39.79	97.13
Pollo, pierna c/piel, cocida	24.17	12.92	0	23.15	3.85	6.02	35.99	97.80
Pollo, pierna c/piel, cruda	18.15	12.12	0	19.20	2.89	6.65	30.09	97.18
Pollo, pierna c/piel, frita	26.84	14.43	2.5	26.88	4.27	6.29	44.72	97.88
Pollo, pierna s/piel, cocida	26.26	8.06	0	20.67	4.18	4.95	33.56	97.38
Pollo, pierna s/piel, frita	28.38	9.32	0.65	23.08	4.52	5.11	39.39	97.33
Pollo, vísceras o menudos, cocidos	25.73	9.3	0.11	21.35	4.09	5.22	36.00	97.58
Pollo, vísceras o menudos, crudos	17.89	9.21	2.13	17.82	2.85	6.26	30.20	96.79
04. Carne De Cerdo								
Cerdo, bazo, crudo	17.86	2.59	0	11.89	2.84	4.18	21.57	92.91
Cerdo, carne magra, asada	28.57	9.8	0	23.26	4.55	5.12	39.28	96.44
Cerdo, carne magra, cocida	28.62	9.63	0	23.16	4.55	5.09	38.98	96.79
Cerdo, carne magra, cruda	21.43	5.66	0	16.18	3.41	4.75	27.77	96.22
Cerdo, carne magra, homeada	28.57	9.12	0	22.75	4.55	5.00	38.60	96.37
Cerdo, carne rica en grasa, cruda	15.82	24.12	0	26.90	2.52	10.69	40.80	98.04

Tabla 27-Bis3 Composición química de los alimentos (continuación)

Cerdo, carne semimagra, asada	27.63	15.76	0	27.20	4.40	6.19	46.63	97.60
Cerdo, carne semimagra, cocida	27.57	17.16	0	28.24	4.39	6.44	45.45	97.51
Cerdo, carne semimagra, cruda	19.9	14.01	0	21.59	3.17	6.82	33.85	97.37
Cerdo, carne semimagra, frita	25.82	18.06	0	27.91	4.11	6.60	43.66	97.30
Cerdo, carne semimagra, horneada	26.29	15.79	0	26.48	4.18	6.33	41.85	97.13
Cerdo, charrasca c/piel	58.5	30.5	4.6	57.49	9.31	6.18	95.20	98.32
Cerdo, chicharrones	20.8	56.1	16.8	61.12	3.31	18.47	97.10	96.50
Cerdo, cola o rabo, cocido	17	35.8	0	36.32	2.70	13.43	53.30	99.25
Cerdo, cola o rabo, crudo	17.75	33.5	0	35.01	2.82	12.40	53.95	99.07
Cerdo, corazón, crudo	17.27	4.36	1.33	13.48	2.75	4.91	23.79	96.47
Cerdo, costilla asada	24.26	29.58	0	35.69	3.86	9.25	54.56	98.00
Cerdo, costilla cruda	16.12	23.58	0	26.66	2.56	10.40	40.61	97.76
Cerdo, estómago, crudo	16.85	10.14	0	16.99	2.68	6.34	26.50	97.62
Cerdo, hígado, crudo	21.39	3.65	2.47	15.75	3.40	4.63	28.94	95.02
Cerdo, lengua, cruda	16.3	17.2	0	21.98	2.59	8.47	34.10	97.36
Cerdo, patas, crudas	23.16	12.59	0	22.34	3.68	6.06	35.01	98.06
Cerdo, pierna, cruda	17.43	18.87	0	23.86	2.77	8.60	37.53	97.66
Cerdo, pulmón, crudo	14.08	2.72	0	9.88	2.24	4.11	20.18	96.09
Cerdo, riñón, crudo	16.46	3.25	0	11.60	2.62	4.43	19.94	94.13
Cerdo, tocino, asado o frito	37.04	11.78	1.43	52.60	5.89	3.93	87.68	91.53
Cerdo, tocino, curado, crudo	11.6	45.04	0.66	40.53	1.85	21.96	59.80	95.80
05. Carne De Vacuno								
Caballo, carne cocida	28.14	6.05	0	20.21	4.48	4.51	36.02	96.36
Caballo, carne cruda	21.39	4.6	0	15.36	3.40	4.51	27.37	96.38
Cabra, carne cocida	27.1	3.03	0	17.36	4.31	4.03	31.79	95.41
Cabra, carne cruda	20.6	2.31	0	13.20	3.28	4.03	24.16	95.11
Camero/oveja/cordero, cabeza cocida, carne	14.2	5.6	0	12.11	2.26	5.36	20.80	95.19
Camero/oveja/cordero, carne semimagra, cocida	25.51	18.01	0	27.71	4.06	6.83	44.18	97.60
Camero/oveja/cordero, carne semimagra, cruda	18.2	19.4	0	24.68	2.80	8.53	38.60	97.41
Camero/oveja/cordero, corazón, crudo	16	7.8	0.2	14.85	2.55	5.83	25.00	96.00
Camero/oveja/cordero, hígado, crudo	20.3	4.2	0.9	14.85	3.23	4.60	27.80	91.37
Camero/oveja/cordero, patas cocidas	21	2.1	0	13.27	3.34	3.97	23.50	98.30
Camero/oveja/cordero, pulmón, crudo	12.5	2.5	0	8.84	1.99	4.44	16.30	92.02
Camero/oveja/cordero, riñón, crudo	18	3.2	0.8	12.78	2.86	4.46	23.30	94.42
Camero/oveja/cordero, sesos, crudos	10	8	1.6	12.28	1.59	7.72	20.90	93.78
Cordero, carne c/grasa, cocida	24.52	20.94	0	29.36	3.90	7.53	46.28	97.75
Cordero, carne c/grasa, cruda	16.88	21.59	0	25.59	2.69	9.53	39.30	97.76
Cordero, carne magra, cocida	28.22	9.62	0	22.85	4.49	5.09	38.04	97.00
Cordero, carne magra, cruda	20.29	5.25	0	15.24	3.23	4.72	26.58	96.01
Cordero, pierna asada	28.3	7.74	0	21.56	4.50	4.79	36.11	96.98
Cordero, pierna cruda	20.56	4.51	0	14.83	3.27	4.53	25.89	95.87
Res, bazo, crudo	18.3	3	0	12.44	2.91	4.27	22.80	93.95
Res, cabeza-cachete, cocida	18.6	3.4	0.2	13.00	2.86	4.39	22.90	96.94
Res, carne magra, cruda	22.03	3.5	0	14.89	3.50	4.25	27.85	96.19
Res, carne rica en grasa, cruda	18.28	23.3	0	27.65	2.91	9.51	42.17	98.01
Res, carne salada, oreada	14.7	14.9	0	19.36	2.34	8.28	33.40	100.00
Res, carne salada, seca	64.8	4.5	0	39.46	10.31	3.83	83.70	82.80
Res, carne semimagra, asada	26.42	19.71	0	29.49	4.20	7.02	47.23	97.69

Tabla 27-Bis4 Composición química de los alimentos (continuación)

Res, carne semimagra, cocida	26.44	16.78	0	27.31	4.21	5.49	43.52	97.63
Res, carne semimagra, cruda	18.68	17.15	0	23.26	2.97	7.83	37.98	97.60
Res, corazón, cocido	28.48	4.73	0.15	19.47	4.53	4.30	34.33	97.17
Res, corazón, crudo	17	3.4	3	13.35	2.70	4.94	24.40	95.90
Res, criadillas, crudas	9.6	1.6	1.2	7.08	1.53	4.63	13.60	91.18
Res, extracto de carne	39.2	1.8	6.2	25.93	6.24	4.16	62.20	75.88
Res, hígado, asado	29.08	5.26	5.13	22.42	4.63	4.85	41.19	95.78
Res, hígado, crudo	20.36	3.63	3.89	15.79	3.24	4.87	29.19	95.51
Res, hígado, frito	26.52	4.68	5.16	20.57	4.22	4.88	37.99	95.71
Res, intestinos	11	19.1	0	20.45	1.75	11.69	30.80	97.73
Res, lengua, cocida	19.29	22.3	0	27.47	3.07	8.95	42.13	98.36
Res, lengua, cruda	14.9	16.09	3.68	22.00	2.37	9.28	35.47	97.74
Res, panza o mondongo, crudo	14	2.7	1.4	10.44	2.23	4.69	18.90	95.77
Res, patas	12.1	2.9	1.1	9.40	1.93	4.88	100.00	100.00
Res, pulmón	16.2	2.5	0	10.90	2.58	4.23	20.62	95.25
Res, riñón, cocido	27.27	4.65	0	18.67	4.34	4.30	33.12	96.04
Res, riñón, crudo	17.4	3.99	0.29	12.14	2.77	4.38	22.11	93.98
Res, sesos, cocidos	11.87	10.53	1.18	15.05	1.86	3.11	25.11	94.19
Res, sesos, crudos	10.86	10.3	1.05	14.24	1.73	8.24	23.71	93.63
Res, sesos, fritos	12.57	15.83	0	18.87	2.00	9.11	29.25	94.60
Res, ubre	15.4	18.7	0	22.60	2.45	9.22	35.10	97.15
Termera, carne magra	20.2	2.87	0	13.40	3.21	4.17	24.09	95.52
Termera, carne magra, cocida	31.9	6.58	0	22.70	5.08	4.47	39.84	96.91
Termera, carne semimagra	19.35	6.77	0	15.85	3.08	5.15	27.16	96.17
Termera, carne semimagra, cocida	30.1	11.39	0	25.30	4.79	5.29	42.92	97.20
06. Carne De Animales De Caza								
Armadillo, carne	29	5.4	0	20.20	4.61	4.38	35.50	96.90
Cobayo o cuyo, carne	19	1.6	0	11.78	3.02	3.90	21.80	94.50
Conejo de caza, carne cocida	33.02	3.51	0	21.02	5.25	4.00	38.63	95.60
Conejo de caza, carne cruda	21.79	2.32	0	13.87	3.47	4.00	25.49	95.61
Conejo de crianza, carne asada	29.06	8.05	0	22.22	4.62	4.81	39.39	97.36
Conejo de crianza, carne cocida	30.38	8.41	0	23.22	4.83	4.81	41.18	97.35
Conejo de crianza, carne cruda	20.05	5.55	0	15.33	3.19	4.80	27.18	97.35
Iguana o garrobo, carne cruda	24.4	0.9	0	14.26	3.88	3.67	27.10	93.36
Jabalí, carne cocida	28.3	4.38	0	19.04	4.50	4.23	36.13	96.48
Jabalí, carne cruda	21.51	3.33	0	14.47	3.42	4.23	27.46	96.47
Lagarto, carne semiseca, cruda	45.6	4.2	0	28.54	7.25	3.93	54.40	91.54
Liebre, carne, cruda	21	5	0	15.44	3.34	4.62	27.00	96.30
Mapache, carne asada,	29.2	14.5	0	27.13	4.65	5.84	45.70	96.72
Tortuga, carne cruda	19.1	0.2		10.79	3.04	3.55	22.70	96.92
Venado, carne asada	30.21	3.19	0	19.21	4.81	4.00	34.77	95.63
Venado, carne cruda	22.96	2.42	0	14.60	3.65	4.00	26.43	95.61
Venado, carne semiseca, salada	31.4	0.9	0	18.16	5.00	3.64	38.90	83.03
07. Embutidos Y Similares								
Carne enlatada (donación pma)	21	15		22.94	3.34	6.87	100.00	100.00
Carne enlatada, de res o comed beef	27.1	14.93	0	26.29	4.31	6.10	42.28	93.14
Chorizo de cerdo	15.8	22.8	1.1	26.39	2.51	10.50	43.90	90.43
Chorizo de cerdo y res	16.6	11.7	2.5	19.13	2.64	7.24	35.20	87.50

Tabla 27-Bis5 Composición química de los alimentos (continuación)

	13.8	13.5	5.6	20.30	2.20	9.25	35.30	93.20
Chorizo de cerdo y res								
Jamón de cerdo, curado (grasa aprox. 13%)	20.17	12.9	0.05	20.93	3.21	6.52	36.54	90.64
Jamón de cerdo, curado (grasa aprox. 4%)	19.56	4.25	0	14.08	3.11	4.52	27.76	85.77
Jamón de cerdo, curado (grasa aprox. 8%)	18.26	8.39	2.28	17.47	2.91	6.01	33.08	87.45
Jamón de cerdo, enlatado o spam	13.4	26.6	4.6	29.46	2.13	13.82	48.30	92.34
Jamón de cerdo, para untar	8.68	15.53	13.65	21.21	1.38	15.36	37.40	93.18
Jamón de cerdo, spam, enlatado (hornel)	13.24	27.24	3.03	29.15	2.11	13.84	47.40	91.77
Jamón de pavo	18.7	7.22	0.53	16.06	2.98	5.40	26.45	92.97
Jamón de pavo, ahumado, bajo en grasa	20.9	0.69	1.31	12.74	3.33	3.83	26.50	86.42
Jamón de pollo	19.53	7.38	2.44	17.49	3.11	5.63	31.40	93.47
Jamón de res	19.1	7.1	0.88	16.35	3.04	5.38	31.35	86.35
Jamón pastrami, pavo	16.3	4.33	3.68	13.96	2.59	5.38	28.27	85.92
Jamón pastrami, res	21.8	5.82	0	16.50	3.47	4.76	30.47	88.84
Jamón tipo picnic	14.92	16.64	4.76	22.90	2.37	9.65	39.80	91.26
Longaniza de cerdo	7.7	38.3	2.2	33.99	1.23	27.75	53.20	90.60
Morcilla/morongra, c/grasa	13.8	12.8	2.2	18.26	2.20	8.32	29.80	96.64
Morcilla/morongra, s/grasa	25.1	0.2	0.6	14.39	3.99	3.60	28.30	91.52
Mortadela de cerdo y res	16.37	25.39	3.05	29.51	2.60	11.33	47.70	93.91
Pate de hígado de ganso, envasado	11.4	43.84	4.67	41.30	1.81	22.77	62.96	95.16
Pate de hígado de pollo, envasado	13.45	13.1	6.55	20.23	2.11	9.45	31.38	96.33
Pepperoni, res y cerdo	20.35	40.28	4.04	43.34	3.24	13.39	69.48	93.08
Protomas (proteína de soya)	49.25	0.45	36	43.76	7.84	5.59	94.20	91.77
Salami de cerdo y res	15.01	30.5	6.6	34.17	2.39	14.31	66.26	91.90
Salami de cerdo y res, cocido	13.92	20.11	2.25	23.83	2.21	10.76	39.60	91.62
Salami de res, cocido	12.6	22.2	1.9	24.51	2.00	12.23	40.00	91.75
Salchicha ahumada, de res y cerdo	12	28.73	2.12	29.30	1.91	15.35	46.03	93.72
Salchicha ahumada, de res y cerdo, con queso	12.89	25.84	2.13	27.50	2.05	13.41	43.89	93.10
Salchicha de pavo	14.28	17.7	1.49	21.89	2.27	9.63	37.01	90.46
Salchicha de pollo	12.93	19.48	6.78	24.82	2.06	12.07	42.47	92.28
Salchicha de res	11.24	29.57	4.06	30.24	1.79	16.91	47.99	93.48
Salchicha de res y cerdo	11.53	27.64	1.72	27.91	1.83	15.22	44.04	92.85
Salchicha tipo Viena, envasada (pollo&res&cerdo)	10.5	19.4	2.6	21.55	1.67	12.90	35.10	92.59
Salchichón de cerdo	15.3	19.87	0.73	23.75	2.43	9.76	39.40	91.12
Salchichón de res	10.27	28.19	3.98	28.63	1.63	17.52	45.74	92.81
Salchichón de res y cerdo	15.2	24.59	5.49	29.35	2.42	12.14	48.13	94.08
08 Mariscos Y Pescados								
Almejas enlatadas	0.4	0.02	0.1	0.28	0.06	4.43	2.30	21.74
Almejas, frescas	12.77	0.97	2.57	8.98	2.03	4.42	18.18	89.71
Anchoas, frescas	21.5	0.4	0	12.27	3.42	3.59	23.60	92.80
Calamar cocido	17.94	7.48	7.79	19.06	2.85	6.68	35.46	95.52
Calamar, fresco	15.58	1.38	3.08	11.08	2.48	4.47	21.45	93.43
Calamar, seco	62.3	4.3		37.91	9.91	3.83	78.30	91.19
Camarón, cocido	20.91	1.08	0	12.45	3.33	3.74	22.72	93.09
Camarón, fresco	20.31	1.73	0.91	13.01	3.23	4.03	24.14	95.03
Camarón, seco salado	63	2.2	1	37.17	10.02	3.71	79.60	83.17
Camaroncillo seco salado	24.8	3.5	3.9	18.17	3.95	4.80	52.20	61.89
Cangrejo, cocido	14.8	2.9	1.9	11.26	2.35	4.78	21.60	90.74
Cangrejo, crudo	17.3	1.9	0.5	11.28	2.75	4.10	21.50	91.63

Tabla 27-Bis6 Composición química de los alimentos (continuación)

Caracol de mar, carne de	23.84	0.4	7.76	17.02	3.79	4.49	34.00	94.12
Caviar granulado, negro y rojo	24.6	17.9	4	28.90	3.91	7.38	52.50	67.62
Conchuelas/conchas, carne (venera)	16.78	0.76	2.36	10.96	2.67	4.11	21.43	92.86
Jaibas, cocidas	17.3	1.3	0	10.61	2.75	3.65	20.50	90.73
Jutes	10	0.5	7.6	9.32	1.59	5.86	20.80	87.02
Langosta, cocida	20.5	0.59	1.28	12.43	3.26	3.81	23.97	93.32
Langosta, cruda	16.2	0.9	0.5	9.92	2.58	3.85	20.80	100.00
Langostino, fresco	15.97	0.85	0	9.60	2.54	3.78	17.76	92.45
Mejillones frescos	11.9	2.24	3.69	9.95	1.89	5.25	19.42	91.81
Ostras, carne enlatada	7.06	2.47	3.91	7.52	1.12	6.70	14.86	90.44
Ostras, carne fresca	9.45	2.3	4.95	9.19	1.50	6.11	17.94	93.14
Pescado carne, arenque, fresco	14.37	13.84	0	18.38	2.29	8.04	28.73	96.64
Pescado carne, atún enlatado c/aceite, sólidos	26.53	8.08	0	20.83	4.22	4.94	35.98	93.94
Pescado carne, atún enlatado c/agua, sólidos	23.62	2.97	0	15.38	3.76	4.09	26.81	94.55
Pescado carne, bacalao, fresco	17.81	0.67	0	10.42	2.83	3.68	18.78	93.82
Pescado carne, bacalao, seco salado	22.82	2.37	0	36.70	9.99	3.68	83.80	77.74
Pescado carne, bagre, fresco	16.38	2.82	0	11.24	2.61	4.31	19.64	95.11
Pescado carne, bonito, fresco	21	7.3	0	18.81	3.82	1.93	32.10	100.00
Pescado carne, bonito, seco salado	32.2	5.1	3.4	23.27	5.12	4.54	56.00	72.86
Pescado carne, carpa, fresca	17.83	5.6	0	14.13	2.81	1.98	23.69	93.81
Pescado carne, corvina, fresca	17.78	3.17	0	12.28	2.83	4.34	21.97	94.95
Pescado carne, enlatada c/aceite (donación pma)	22	24		30.25	3.50	8.64	100.00	100.00
Pescado carne, lenguado, fresco	18.84	1.19	0	11.38	3.00	3.60	20.94	94.27
Pescado carne, macarela, fresca	18.6	13.89	0	20.77	2.96	7.02	36.45	96.30
Pescado carne, merluza, fresca	18.91	0.72	0	11.07	3.01	3.68	20.08	93.97
Pescado carne, mero, fresco	20.81	2.29	0	13.30	3.31	1.02	22.08	93.81
Pescado carne, mojarra fresca	19.2	2.7	0	12.72	3.05	4.16	22.70	100.00
Pescado carne, pargo, fresco	18.88	2.73	0	12.56	3.00	4.18	24.63	95.09
Pescado carne, pejerrey, fresco	18.8	0.8	0	11.07	2.99	3.70	21.20	92.45
Pescado carne, pejesapo, cocido	18.7	0.3	1.3	11.22	2.98	3.77	21.20	95.75
Pescado carne, pez sierra, fresco	21.8	4.6	0	15.59	3.47	4.49	27.70	95.31
Pescado carne, raya, filete asado	31.1	0.4	1.2	18.15	4.95	3.67	34.10	95.89
Pescado carne, róbalo, fresco	18.43	2	0	11.76	2.93	4.01	21.73	94.98
Pescado carne, salmón	19.93	10.43	0	19.92	3.17	5.97	28.36	95.31
Pescado carne, salmón ahumado	18.28	4.32	0	13.42	2.91	4.61	28.00	90.64
Pescado carne, salmón rosado, enlatado	19.78	6.05	0	15.55	3.15	4.94	31.19	91.66
Pescado carne, sardina enlatada c/aceite	24.62	11.45	0	22.30	3.92	5.69	40.39	91.63
Pescado carne, sardina enlatada c/tomate	20.86	10.46	0.74	19.79	3.32	5.96	33.35	94.36
Pescado carne, seca salada	58.4	3.8	5.8	38.02	9.29	4.09	79.40	85.77
Pescado carne, tiburón, fresco	20.98	4.51	0	15.06	3.34	4.51	26.42	94.74
Pescado carne, tiburón, frita	18.62	13.82	6.39	23.57	2.96	7.96	39.91	96.87
Pescado carne, tilapia, asada	26.15	2.65	0	16.55	4.16	3.98	28.41	95.99
Pescado carne, tilapia, cruda	20.08	1.7	0	12.46	3.19	3.90	21.92	95.76
Pescado carne, trucha, fresca	20.77	6.61	0	16.52	3.30	5.00	28.58	95.91
Pescado seco pequeño, preparado c/sal	43.6	21.6	6.9	43.54	6.94	6.28	86.80	83.06
Pescado, huevos	17.2	3	0	11.83	2.74	4.32	21.70	93.09
Pulpo, fresco	14.91	1.04	2.2	10.06	2.37	4.24	19.75	91.90

Tabla 27-Bis7 Composición química de los alimentos (continuación)

09. Leguminosas, Granos Secos Y Derivados								
Arveja, grano seco	24.55	1.16	60.37	41.37	3.91	10.59	88.73	97.01
Arveja, grano seco, cocido s/sal	8.34	0.39	21.1	14.31	1.33	10.79	30.51	97.77
Arveja, grano seco, harina	23.4	2.1	62	42.16	3.72	11.33	90.00	97.22
Frijol blanco, cocido s/sal	9.73	0.35	25.09	16.83	1.55	10.87	36.92	95.26
Frijol blanco, enlatado	7.26	0.29	21.94	14.01	1.16	12.13	29.90	98.60
Frijol blanco, grano seco	23.36	0.85	60.27	40.43	3.72	10.68	88.68	95.26
Frijol caupi o costeño, grano seco	23.52	1.26	60.03	40.72	3.74	10.68	88.05	96.32
Frijol chiricano de panamá, grano seco	21	0.9	68.5	42.81	3.34	12.81	100.00	100.00
Frijol cuba o piloy, grano seco	22.8	1.5	58.1	39.64	3.63	10.93	86.40	95.37
Frijol lablab o frijol trepador, grano seco	23.9	1.69	60.76	41.58	3.80	10.94	90.62	95.27
Frijol negro, grano seco	22.7	1.6	61.6	41.22	3.61	11.41	89.60	95.87
Frijol piligüe, grano seco	18	1.3	62.2	38.64	2.86	13.49	85.40	95.43
Frijol quimbolito o frijol de arroz, grano seco	19.3	0.6	65.4	40.26	3.07	13.11	89.50	95.31
Frijol rojo o poroto, grano seco	22.53	1.06	61.29	40.58	3.58	11.32	88.25	96.18
Frijol rojo, cocido s/sal	8.07	0.5	22.8	15.34	1.38	11.12	33.06	90.70
Frijol soya, grano seco	36.49	19.94	30.16	48.68	5.81	8.39	91.46	94.68
Frijol soya, harina (baja en grasa)	16.53	6.7	37.98	17.81	7.10	6.16	97.30	93.71
Frijol soya, leche fluida	4.48	1.92	4.93	6.13	0.71	8.59	11.97	94.65
Frijol soya, leche polvo	28.3	17.8	13.8	18.57	1.50	10.79	97.00	92.68
Frijol toda variedad, cocido, c/cerdo & tomate, envasado	5.15	0.93	18.69	11.87	0.82	14.49	26.50	93.47
Frijol toda variedad, cocido, envasado s/sal	5.22	0.6	14.5	9.80	0.83	11.80	21.96	92.53
Frijol toda variedad, grano seco	23.58	0.83	60.01	40.42	3.75	10.78	88.25	95.66
Frijol toda variedad, grano seco (PL 480)	23.6	0.8	60	40.41	3.75	10.76	88.20	95.69
Frijol toda variedad, harina	22.5	2.1	59.1	40.37	3.58	11.28	90.90	100.00
Frijol toda variedad, refrito, envasado	5.19	1.26	15.53	10.90	0.87	12.18	21.03	92.72
Garbanzo, enlatado	4.95	1.14	22.62	13.66	0.79	17.35	30.31	94.69
Garbanzo, grano seco	19.3	6.04	60.65	42.23	3.07	13.75	88.47	97.20
Guandú/gandul/frijol de palo, grano seco	21.7	1.49	62.78	41.10	3.45	11.91	89.41	96.14
Haba blanca, grano seco	25.4	1.3	57.1	40.50	4.04	10.02	88.00	95.23
Haba seca, grano crudo	26.12	1.53	58.29	41.60	4.16	10.01	89.02	96.54
Haba seca, grano tostado	26.4	2	63.3	44.33	4.20	10.56	94.70	96.83
Haba seca, harina	27.6	1.9	58.1	42.62	4.39	9.71	92.70	100.00
Lenteja seca, grano	25.8	1.06	60.08	41.86	4.10	10.20	89.60	97.02
Lenteja seca, harina	24.3	1.4	62.1	42.18	3.87	10.91	90.00	97.56
10. Nueces Y Semillas								
Almendra, seca	21.94	50.62	19.94	59.04	3.49	16.92	95.53	96.84
Almendra, seca tostada, c/sal	22.09	52.83	19.29	60.50	3.51	17.21	97.40	96.71
Avellana, seca	13.7	61.15	17	61.05	2.18	28.01	94.21	97.49
Castaña, fresca	2.8	1.5	41.5	21.13	0.45	47.43	46.80	97.86
Castaña, seca	6.7	4.1	78.6	41.74	1.07	39.16	91.60	97.60
Macadamia, seca	7.91	75.77	13.82	67.37	1.26	53.54	98.64	98.84
Maní/cacahuete crudo, c/película	25.5	44	21.3	56.67	4.06	13.97	93.10	97.53
Maní/cacahuete crudo, s/película	25.8	49.24	16.13	58.46	4.10	14.24	93.50	97.51
Maní/cacahuete tostado, c/aceite c/sal	28.03	52.5	15.26	61.76	4.46	13.85	98.55	97.21
Maní/cacahuete tostado, c/aceite s/sal	26.35	49.3	18.92	60.06	4.19	14.33	98.05	96.45
Maní/cacahuete tostado, c/sal	23.68	49.66	21.51	59.99	3.77	15.92	98.45	96.34
Maní/cacahuete tostado, s/sal	23.68	49.66	21.51	59.99	3.77	15.92	98.45	96.34

Tabla 27-Bis8 Composición química de los alimentos (continuación)

Nuez de Brasil, seca	14.32	66.43	12.27	63.25	2.28	27.76	96.52	96.36
Nuez de nogal, seca	15.23	65.21	13.71	63.48	2.42	26.20	95.93	98.14
Pecana, seca	9.17	71.97	13.86	65.24	1.46	44.72	96.48	98.46
Pecanas secas tosiadas c/aceite s/sal	9.2	75.23	13.01	67.33	1.46	46.00	98.87	98.56
Pecanas secas tostadas s/sal	9.5	74.27	13.55	67.01	1.51	44.34	98.88	98.42
Semilla de achilote, grano	11.3	5.3	74.9	43.56	1.80	24.23	96.90	94.43
Semilla de achilote, pasta	0	0.3	1.1	0.71	0.00	0.00	1.60	87.50
Semilla de ajonjolí	17.73	49.67	23.45	57.55	2.82	20.40	95.31	95.33
Semilla de ayote, cruda	24.54	45.85	17.81	55.97	3.90	14.34	93.08	94.76
Semilla de ayote, tostada	32.97	42.13	13.43	55.92	5.25	10.66	92.90	95.30
Semilla de cacao, seca	12	46.3	34.7	56.83	1.91	29.77	96.40	96.47
Semilla de chan	15.82	30.75	43.85	51.25	2.49	20.62	95.10	94.88
Semilla de marañón, tostada c/aceite c/sal	16.84	47.77	30.16	58.61	2.68	21.88	97.66	97.04
Semilla de marañón, tostada s/aceite s/sal	16.84	47.77	29.87	58.48	2.68	21.83	96.52	97.90
Semilla de marañón, tostada c/sal	15.31	46.35	32.69	57.82	2.44	23.74	98.30	95.98
Semilla de marañón, tostada s/sal	15.31	40.35	32.09	57.82	2.44	23.74	98.30	95.98
Semilla de nuez de pan, seca	8.62	1.68	79.39	41.34	1.37	30.15	93.50	95.93
Semilla de pistacho, tostada c/sal	21.35	45.97	26.78	58.27	3.40	17.15	97.97	96.05
Semillas mixtas, tostadas c/aceite c/sal	16.76	56.33	21.41	61.10	2.67	22.91	97.97	96.46
Semillas mixtas, tostadas c/sal	17.3	51.45	25.35	59.49	2.75	21.61	98.25	95.78
Semillas, morro o jícara	30.2	39.7	22.9	56.77	4.80	11.82	96.60	96.07
11. Verduras, Hortalizas Y Otros Vegetales								
Aceituna negra o aceituno de el salvador	1.1	0.4	18.3	9.05	0.18	51.69	20.40	97.06
Aceituna verde, envasada	0.84	10.68	6.26	11.26	0.13	84.26	20.01	88.86
Acelga cocida s/sal, escurrida	1.88	0.08	4.13	2.94	0.30	9.84	7.35	82.86
Acelga cruda	2.9	0.3	4.8	3.97	0.16	8.61	8.90	100.00
Aguacate	2	14.66	8.53	15.90	0.32	49.97	26.77	94.10
Ajo, cabeza o bulbo	5.3	0.2	29.3	16.12	0.84	19.12	36.20	96.13
Alcachofa, hojas y corazón	3.27	0.15	10.51	6.60	0.52	12.70	15.06	92.50
Apazote/epazote	3.8	0.7	7.6	6.02	0.60	9.96	14.50	83.45
Apio, tallos	0.69	0.17	2.97	1.83	0.11	16.69	4.57	83.59
Arracacha raíz, amarilla	0.5	0.4	20.7	9.78	0.08	122.93	22.70	95.15
Arracacha raíz, blanca	0.8	0.4	26.7	12.61	0.13	99.10	29.10	95.88
Arveja china, cruda	2.9	0.2	7.55	5.06	0.45	11.37	11.11	94.96
Arveja cocida s/sal, escurrida	5.36	0.22	15.64	10.10	0.85	11.85	22.13	95.84
Arveja cruda	5.42	0.4	14.46	9.74	0.86	11.30	21.14	95.88
Arveja enlatada, sólidos	4.42	0.35	12.58	8.31	0.70	11.82	18.30	94.70
Arveja y zanahoria, enlatada, sólido	2.17	0.27	8.48	5.18	0.35	15.00	11.85	92.15
Ayote/güicoy/zapallo/calabaza, amarillo/maduro	0.6	0.2	7.6	3.86	0.10	40.46	9.00	93.33
Ayote/güicoy/zapallo/calabaza, flores	1.03	0.07	3.28	2.08	0.16	12.72	4.85	90.10
Ayote/güicoy/zapallo/calabaza, hojas y puntas	3.15	0.4	2.33	3.09	0.50	6.17	7.12	82.58
Berenjena cocida s/sal, escurrida	0.83	0.23	8.73	4.51	0.13	34.19	10.33	94.77
Berenjena cruda	1.01	0.19	5.7	3.24	0.16	20.15	7.59	90.78
Berro, crudo	2.8	0.4	3.3	3.33	0.45	7.47	7.80	83.33
Bledo/amaranto, hojas	2.72	0.55	5.73	4.47	0.43	10.34	12.23	79.23
Brócoli/brecol cocido s/sal, escurrido	2.38	0.41	7.18	4.82	0.38	12.74	10.75	92.84
Brócoli/brecol crudo	2.82	0.37	6.64	4.80	0.45	10.70	10.70	91.87
Brotos de alfalfa	3.99	0.69	3.78	4.42	0.83	6.96	8.86	95.49

Tabla 27-Bis9 Composición química de los alimentos (continuación)

Brotes de bambú	2.5	0.3	5.2	3.98	0.41	9.63	9.00	90.00
Brotes de soya	13.09	6.7	9.57	16.57	2.08	7.96	30.95	94.86
Busnay, flores	6.3	1.2	8.4	8.14	1.00	8.12	17.60	90.34
Caiba/caigua/ciclantera	0.6	0.1	4	2.19	0.10	22.91	5.50	65.45
Calabacita/guicoyto/pipián	1	0.2	5.5	3.15	0.16	19.81	7.20	93.06
Carnote/batata anaranjado cocido, s/cáscara s/sal	1.37	0.14	17.72	8.74	0.22	40.12	19.87	96.83
Carnote/batata anaranjado, crudo	1.57	0.05	20.12	9.85	0.25	39.45	22.72	95.64
Carnote/batata pálido	1	0.4	24	11.52	0.16	72.43	29.40	100.00
Carnote/batata, hojas	3.2	0.8	6.5	6.16	0.51	12.10	13.70	91.24
Ganchón o repollo chino (pe-tsai)	0.8	0.4	2.5	1.86	0.13	14.59	4.40	64.09
Cebolla, cabeza	1.4	0.2	9.7	5.24	0.22	23.53	11.90	94.96
Cebolla, cabeza y tallos	1.83	0.19	7.34	4.42	0.23	15.19	10.17	92.04
Cebolla, tallos	1.8	0.6	4.7	3.54	0.29	12.37	7.80	91.03
Cebollín	1.1	0.2	5.0	3.21	0.18	18.33	7.40	91.89
Chaya o chिकासquil, hojas	6.2	1.3	10.7	9.18	0.99	9.31	20.20	90.10
Chayote/guisquil/pataste, cocido s/sal, escurrido	0.02	0.49	5.09	2.97	0.10	30.08	6.57	94.22
Chayote/guisquil/pataste, crudo	0.9	0.2	7.7	4.07	0.14	28.45	9.20	95.65
Chayote/guisquil/pataste, hojas y puntas	4	0.1	1.7	1.62	0.61	7.25	10.30	88.35
Chayote/guisquil/pataste, raíz (chintal)	2	0.2	17.8	9.17	0.32	28.83	21.00	95.24
Chilacayote/chiverre, maduro	0.8	0.1	5.1	2.79	0.13	21.90	6.40	93.75
Chilacayote/chiverre, tierno	0.8	0.1	6	3.19	0.13	25.04	7.30	-1169.86
Chile chiltepe	3.3	2.1	15.4	10.26	0.53	19.54	22.10	94.12
Chile cobanero fresco, de Guatemala	3	4.4	13.8	11.10	0.48	23.27	22.80	92.98
Chile cobanero seco, de Guatemala	12.9	6.4	63.6	40.25	2.05	19.61	90.90	100.00
Chile dulce, verde	0.86	0.17	4.64	2.67	0.14	19.50	6.11	92.96
Chile dulce/pimiento rojo, enlatado sol&liq	0.8	0.3	3.9	2.40	0.13	18.89	8.75	57.11
Chile dulce/pimiento rojo, fresco	0.99	0.3	6.03	3.46	0.16	21.94	7.79	93.97
Chile guaque, de Guatemala	1.4	0.4	7.1	4.24	0.22	19.01	9.50	93.68
Chile jalapeño, enlatado, sol&liq	0.92	0.94	4.74	3.32	0.15	22.71	11.11	59.41
Chile jalapeño, fresco	1.2	0.1	5.3	3.10	0.19	16.23	7.70	100.00
Chile Jutiapa	1.1	0.2	8.9	4.72	0.18	26.96	10.70	95.33
Chile pasa	12.7	9.6	80.5	41.16	2.02	20.37	85.70	100.00
Chile picante, fresco	1.9	0.6	8	5.06	0.30	16.75	11.20	93.75
Chile picante, seco	7	6.4	62.3	36.39	1.11	32.67	81.20	93.23
Chile serrano	2.3	0.4	7.2	4.78	0.37	13.07	12.50	100.00
Chile tabasco	2	0.2	9.5	5.49	0.32	17.24	12.30	100.00
Chipilín, hojas y punta	7	0.8	9.1	8.54	1.11	7.67	18.40	91.85
Chufte/calatea	1.8	0.2	4.4	3.11	0.29	10.85	7.70	83.12
Chupta/yas	1.5	9.9	16	15.37	0.24	64.41	28.20	97.16
Cilantro/culantro	3.3	0.7	8	5.92	0.53	11.27	14.00	85.71
Col china (pak-choi)	1.7	0.3	5.4	3.57	0.27	13.21	9.00	82.22
Col de Bruselas	3.38	0.3	8.95	6.08	0.54	11.32	14.00	90.21
Coliflor cocida s/sal, escurrida	1.84	0.45	4.11	3.19	0.29	10.89	7.00	91.43
Coliflor cruda	1.98	0.1	5.3	3.53	0.32	11.22	8.09	91.22
Collnabo, hojas y tallos	1.7	0.1	6.2	3.78	0.27	13.97	9.00	88.89
Ejotes/vainicas, cocidos s/sal, escurrido	1.89	0.28	7.88	4.76	0.30	15.85	10.78	93.23
Ejotes/vainicas, crudos	1.82	0.12	7.13	4.27	0.29	14.76	9.73	93.22
Ejotes/vainicas, enlatados, sólidos	1.15	0.1	4.5	2.72	0.18	14.84	6.70	85.82

Tabla 27-Bis10 Composición química de los alimentos (continuación)

Elote/maíz fresco, amarillo	3.6	1.4	33.5	17.94	0.57	31.33	39.40	97.72
Elote/maíz fresco, amarillo dulce, cocido s/sal	3.32	1.28	25.11	13.97	0.53	26.45	30.43	97.63
Elote/maíz fresco, amarillo dulce, crudo	3.22	1.18	19.02	11.13	0.51	21.73	24.04	97.42
Elote/maíz fresco, blanco	3.1	0.7	23.8	12.83	0.49	26.01	28.30	97.53
Elote/maíz fresco, muy tierno	1.8	0.2	8.4	4.89	0.29	17.06	11.00	94.55
Endivia, hojas	1.25	0.2	3.35	2.33	0.20	11.74	6.21	77.29
Escarola/achicoria rizada	1.7	0.3	4.7	3.26	0.27	12.06	8.00	83.75
Esparrago cocido s/sal, escumido	2.4	0.22	4.11	3.33	0.38	8.72	7.37	91.45
Esparrago crudo	2.2	0.12	3.88	3.04	0.35	8.68	6.78	91.45
Esparrago enlatado, sólidos	2.14	0.65	2.46	2.77	0.34	8.14	6.02	87.21
Espinaca cocida s/sal, escurrida	2.97	0.26	3.75	3.52	0.47	7.44	8.79	79.41
Espinaca cruda	2.86	0.39	3.63	3.50	0.46	7.69	8.60	80.00
Frijol caupi verde, con vaina	3.3	0.3	9.5	6.28	0.53	11.97	14.00	93.57
Frijol toda Variedad, grano verde	9.8	0.3	27.8	18.04	1.56	11.57	39.60	95.71
Gengibre o jengibre	1.82	0.75	17.77	9.47	0.29	32.72	21.11	96.35
Guandú/gandul, grano verde	7.2	1.04	23.88	15.85	1.15	13.84	34.12	95.90
Haba blanca, grano verde	6.9	0.5	13.3	10.13	1.10	9.23	21.50	96.28
Haba, grano verde	5.8	0.6	11.7	8.77	0.89	9.34	19.00	94.21
Hierba san Nicolás/verdolaga silvestre	2.2	0.3	3.1	2.83	0.35	8.08	7.00	80.00
Hierbabuena	3.29	0.73	8.11	6.12	0.52	11.69	14.45	85.95
Hierbamora/maczy	5.1	0.8	7.3	6.68	0.81	8.24	15.00	88.00
Hojas santa María, hoja santa	3.9	1.4	10.1	7.71	0.62	12.43	17.80	86.52
Hongos cocidos s/sal, escurridos	2.17	0.47	5.29	3.91	0.35	11.33	8.92	88.90
Hongos crudos	3.09	0.34	3.28	3.43	0.49	6.98	7.57	88.77
Hongos de san Juan, de Guatemala	2	0.4	3.2	2.84	0.32	8.91	6.40	87.50
Hongos enlatados, sólidos	1.87	0.29	5.09	3.52	0.30	11.81	8.92	81.28
Izote/itabo, cogollos	1.2	0.3	6.4	3.74	0.19	19.58	9.80	80.61
Izote/itabo, flores	2	0.3	13.7	7.43	0.32	23.34	16.80	95.24
Jicama cocida	0.72	0.09	8.82	4.39	0.11	38.31	9.93	96.98
Jicama cruda	0.72	0.09	8.82	4.39	0.11	38.31	9.93	96.98
Lablab/frijol trepador, grano verde	3.4	0.4	15.9	9.26	0.54	17.12	20.60	95.63
Laurel real, hojas verdes	4.2	1.2	47.1	24.17	0.67	36.18	54.80	95.80
Laurel, hojas secas	13.7	7	66.4	42.39	2.18	19.45	92.00	94.67
Lechuga arropollada (iceberg)	0.9	0.14	2.97	1.93	0.14	13.45	4.36	91.74
Lechuga no arropollada (butterhead)	1.35	0.22	2.23	1.91	0.21	8.88	4.37	86.96
Lechuga romana	1.23	0.3	3.28	2.37	0.20	12.10	5.39	89.24
Loroco	2.6	0.2	6.8	4.62	0.41	11.17	10.80	88.89
Madrecacao, flores	2.4	0.2	10.8	6.29	0.38	16.46	14.00	95.71
Maíz amarillo dulce, estilo crema, enlatado	1.74	0.42	18.13	9.34	0.28	33.75	21.27	95.39
Maíz amarillo dulce, grano enlatado	1.95	0.5	15.41	8.31	0.31	26.79	18.66	95.71
Maíanga/otoe raíz, cruda	1.7	0.3	30.9	14.80	0.27	55.11	34.10	96.48
Miltomate	1.6	0.5	8.8	5.18	0.25	20.34	11.70	93.16
Mostaza, hojas	2.6	0.4	4.8	3.88	0.41	9.38	9.40	82.98
Mutias/motate	0.9	0.3	5.7	3.26	0.14	22.76	8.00	86.25
Nabo, hojas	1.5	0.3	7.13	4.23	0.24	17.72	10.33	86.45
Nabo, raíz cocida	0.71	0.08	5.06	2.70	0.11	23.94	6.40	91.41
Nabo, raíz, cruda	0.9	0.1	6.43	3.43	0.14	23.98	8.13	91.39
Ñame/yam cocido s/sal, escumido	1.49	0.14	27.58	13.19	0.24	55.65	29.87	97.79

Tabla 27-Bis11 Composición química de los alimentos (continuación)

Ñame/yam crudo	1.53	0.17	27.88	13.37	0.24	54.93	30.40	97.30
Ñampi/itaro cocido s/sal, escurrido	0.52	0.11	34.6	15.75	0.08	190.38	36.20	97.32
Ñampi/itaro crudo	1.5	0.2	26.46	12.75	0.24	53.41	29.36	95.91
Ocra cocida s/sal, escurrida	1.87	0.17	4.55	3.19	0.30	10.73	7.43	88.69
Ocra cruda	2	0.1	7.03	4.31	0.32	13.56	9.83	92.88
Pacaya	4	0.7	8.3	6.44	0.64	10.12	15.00	86.67
Palmito s/corteza	2.2	0.2	5.2	3.69	0.35	10.53	9.00	84.44
Papas c/cáscara, cocidas s/sal	2.86	0.1	17.21	9.32	0.46	20.48	22.20	90.81
Papas c/cáscara, crudas	2.02	0.09	17.47	8.96	0.32	27.87	20.66	94.77
Papas c/cáscara, homeadas s/sal	2.5	0.13	21.15	10.89	0.40	27.38	25.11	94.70
Papas puré, granulado deshid c/leche, preparado	2.19	4.79	16.08	11.96	0.35	34.32	23.99	96.08
Papas puré, granulado deshidratado c/leche, seco	10.9	1.1	77.7	41.43	1.73	23.89	93.70	95.73
Papas puré, hojuelas deshidratadas s/leche	8.35	0.39	81.21	41.04	1.33	30.89	93.49	96.21
Papas puré, preparado c/leche	1.92	0.57	17.53	9.29	0.31	30.41	21.49	93.21
Papas puré, preparado c/leche y margarina	2	4.19	16.91	11.77	0.32	37.00	24.76	93.34
Papas s/cáscara, cocidas s/sal	1.71	0.1	20.01	9.92	0.27	30.47	22.54	96.61
Papas s/cáscara, crudas	2.57	0.1	12.44	7.03	0.41	17.21	16.71	90.37
Papas s/cáscara, homeadas s/sal	1.96	0.1	21.55	10.74	0.31	34.46	24.58	96.05
Papas, harina	6.9	0.34	83.08	41.02	1.10	37.37	93.48	96.64
Pepinillos ácidos o pickles enlatado	0.33	0.2	2.26	1.34	0.05	25.49	5.92	47.13
Pepino/cojombro de ensalada	0.59	0.16	2.16	1.41	0.09	15.01	3.27	86.99
Perejil, fresco	2.97	0.79	6.33	5.06	0.47	10.71	12.29	82.10
Pilo/quillite, hojas y brotes	4.4	0.2	10	7.04	0.70	10.06	15.80	92.41
Puerro, cabeza o bulbo y hojas	1.5	0.3	14.15	7.35	0.24	39.80	17.09	93.82
Quixtan, hojas	5.8	1.4	5.9	6.90	0.92	7.48	14.60	89.73
Rábano largo, raíz	1.1	0.5	4.3	2.90	0.18	16.56	7.40	100.00
Rábano redondo, raíz	1.5	0.1	1.5	1.58	0.24	6.61	4.60	100.00
Rábano, hojas	2.8	0.5	9.9	6.33	0.45	14.22	14.40	100.00
Remolacha cocida s/sal, escurrida	1.68	0.18	9.96	5.50	0.27	20.57	12.94	91.34
Remolacha cruda	1.61	0.17	9.56	5.27	0.26	20.59	12.42	91.30
Remolacha enlatada, sólidos	0.91	0.14	7.21	3.82	0.14	26.36	9.04	91.37
Remolacha, hojas	2.2	0.13	4.33	3.25	0.35	9.28	8.98	74.05
Repollo/col común, cocido s/sal, escurrido	1.02	0.43	4.46	2.87	0.16	17.70	6.40	92.34
Repollo/col común, crudo	1.21	0.18	5.37	3.20	0.19	16.60	7.48	90.37
Repollo/col morada cocida s/sal, escurrida	1.51	0.09	6.94	3.99	0.24	16.62	9.16	93.23
Repollo/col morada cruda	1.43	0.16	7.37	4.19	0.23	18.43	9.61	93.34
Ruibarbo, tallos	3.7	0.2	4.1	2.36	0.11	21.21	6.00	83.33
Sagu de San Vicente, raíz	2.4	0.1	39	18.74	0.38	48.09	42.80	96.96
Salsifí	3.3	0.2	18.6	10.25	0.53	19.53	23.00	96.09
Suchini cocido s/sal, escurrido	0.64	0.05	3.93	2.14	0.10	21.02	5.26	87.83
Suchini crudo	1.21	0.18	3.35	2.30	0.19	11.94	5.36	88.43
Tapioca perlada, seca	0.19	0.02	88.69	39.54	0.03	1308.04	89.01	99.88
Tomate de árbol	2.2	0.9	10.3	6.48	0.35	18.51	14.10	95.04
Tomate rojo	0.8	0.3	4.6	2.71	0.13	21.33	6.20	91.94
Tomate verde	1.2	0.2	4.6	2.86	0.19	14.99	6.40	93.75
Tomate, jugo enlatado s/sal	0.76	0.05	4.24	2.35	0.12	19.40	6.10	82.79
Tomate, pasta enlatada s/sal	4.32	0.47	18.91	11.16	0.69	16.24	26.50	89.43
Tomatillo (cherry)	1.5	0.1	7.1	4.07	0.24	17.04	10.20	100.00

Tabla 27-Bis12 Composición química de los alimentos (continuación)

Vegetales, jugo enlatado	0.63	0.09	4.55	2.44	0.10	24.35	6.48	81.33
Verdolaga	2	0.4	5	3.64	0.32	11.43	6.80	84.09
Yuca o mandioca, harina o almidón	1.7	0.5	81	37.32	0.27	138.00	85.80	96.97
Yuca o mandioca, hojas y puntas	6.8	1.4	12.8	10.53	1.08	9.73	22.80	92.11
Yuca o mandioca, raíz	1.36	0.28	38.06	17.88	0.22	82.65	40.32	98.46
Zanahoria c/cáscara, cruda	0.93	0.24	9.58	4.96	0.15	33.49	11.71	91.72
Zanahoria enlatada, sólidos	0.64	0.19	5.54	2.96	0.10	29.08	7.05	90.35
Zanahoria s/cáscara, cocida s/sal, escurrida	0.70	0.16	8.22	4.21	0.12	34.83	9.83	93.18
Zanahoria s/cáscara, cruda	0.9	0.1	9.4	4.75	0.14	33.20	11.30	92.04
Zanahoria, jugo natural	0.6	0.1	9.3	4.54	0.10	47.59	10.00	100.00
Zanahorias pequeñas (baby)	0.64	0.13	8.24	4.12	0.10	40.43	9.65	93.47
12. Frutas Y Jugos De Frutas								
Aberia/kitembilla	1.2	0.8	14.6	7.76	0.19	40.63	17.20	96.51
Acerola, fruta	0.4	0.3	7.09	3.87	0.06	60.74	8.59	97.67
Acerola, jugo natural	0.4	0.3	4.8	2.58	0.06	40.56	5.70	96.49
Albaricoque, fruta deshidratada	4.9	0.02	82.89	40.03	0.78	51.35	92.50	95.58
Albaricoque, fruta fresca	1.4	0.39	11.12	6.01	0.22	27.00	13.65	94.51
Albaricoque, jugo envasado sol&liq	0.63	0.04	12.34	5.87	0.10	58.52	13.38	97.23
Albaricoque, néctar envasado, s/Mt. C	0.37	0.09	14.39	6.67	0.06	113.30	15.13	98.08
Anona blanca o ata	1.7	0.6	25.2	12.60	0.27	16.58	28.50	96.49
Anona rosada o corazón de buey	1.9	0.1	22.8	11.27	0.30	37.27	25.60	96.88
Banano/guineo, maduro	1.09	0.33	22.84	11.01	0.17	63.47	25.09	96.73
Banano/guineo, verde	1.4	0.2	28.7	13.69	0.22	61.44	31.00	97.74
Caimito maduro	0.8	1.6	14.5	8.09	0.13	63.56	17.20	98.26
Caimito verde	1.4	3.2	14.6	9.67	0.22	43.41	19.90	96.48
Capulín/capulina	2.1	2.3	17.9	10.85	0.33	32.48	23.70	94.09
Carambola	1.04	0.33	6.73	3.82	0.17	23.07	8.62	93.97
Cas	1.2	0.8	10.4	5.89	0.19	30.85	13.50	91.85
Cereza	1	0.3	12.18	6.20	0.16	38.94	13.87	97.12
Cereza silvestre/capulí	1.3	0.2	20.7	10.07	0.21	48.71	22.80	97.37
Chicozapote/híspero de montaña	0.44	1.1	19.96	9.94	0.07	142.02	22.00	97.73
Chirimoya	1.65	0.62	17.7	9.25	0.26	35.24	20.61	96.89
Cídra o limón real	0.6	0.1	10.2	4.94	0.10	51.78	11.30	96.46
Ciruela roja o amarilla, fruta fresca	0.7	0.28	11.42	5.68	0.11	50.96	12.77	97.10
Ciruela roja, fruta seca o pasa	2.18	0.38	63.88	29.89	0.35	86.18	69.08	96.18
Coco, agua de	0.72	0.2	3.71	2.20	0.11	19.20	5.01	92.22
Coco, leche 1a. Extracción	2.29	23.84	5.54	21.62	0.36	59.34	32.38	97.78
Coco, leche 2a. Extracción	0.7	6.4	1	5.63	0.11	50.59	8.30	97.59
Coco, maduro, pulpa	3.33	33.49	15.23	33.74	0.53	63.69	53.01	98.17
Coco, pulpa seca, hojuelas dulces, envasadas	3.28	32.15	47.59	47.09	0.52	80.24	84.39	98.38
Coco, tierno, pulpa	1.9	11.9	4	11.76	0.30	38.91	18.60	95.70
Coyol, fruto	4.4	13.8	27.9	25.20	0.70	36.00	48.20	95.64
Coyolito/huiscoyol	1.5	0.1	15.1	7.62	0.24	31.94	18.10	92.27
Cuchamper	1.1	0.1	6.2	3.44	0.18	19.67	7.80	94.87
Cushing/paterna/guaba, pulpa	1	0.1	15.5	7.52	0.16	47.27	17.00	97.65
Durazno amarillo/melocotón, en almib., env.sol&liq	0.45	0.1	19.94	9.19	0.07	128.34	20.72	98.84
Durazno amarillo/melocotón, fruta crujiente	0.9	0.1	11.7	5.78	0.14	40.34	100.00	100.00
Durazno amarillo/melocotón, fruta deshidratada	3.61	0.76	61.33	29.84	0.57	51.95	68.20	96.33

Tabla 27-Bis13 Composición química de los alimentos (continuación)

Durazno amarillo/melocotón, fruta importada	0.91	0.25	9.54	4.93	0.14	34.08	11.13	96.14
Durazno amarillo/melocotón, jugo env. Sol&liq	0.63	0.03	11.57	5.52	0.10	55.03	12.51	97.84
Durazno amarillo/melocotón, néctar env. C/vit c	0.27	0.02	13.92	6.35	0.04	147.88	14.36	98.96
Durazno común, maduro c/cáscara	0.8	0.2	13.3	6.51	0.13	51.12	14.70	97.28
Durazno común, maduro s/cáscara	0.9	0.3	14	6.95	0.14	48.53	15.80	96.20
Durazno común, verde c/cáscara	0.2	1.3	12.6	6.69	0.03	210.14	14.70	95.92
Durazno prisco	0.6	0.1	9.7	4.72	0.10	49.45	15.00	100.00
Durán o duro	2.2	0.8	14.8	8.40	0.35	24.01	18.90	94.18
Fresa o frutilla	0.67	0.3	7.68	4.01	0.11	37.63	9.05	95.58
Fruta de pan o masapán	1.3	0.5	20.1	10.03	0.21	48.51	22.70	96.40
Frutas en almibar, envasadas sol&liq	0.37	0.1	18.76	8.62	0.06	146.42	19.44	98.92
Frutas secas mixtas	2.46	0.49	64.06	30.21	0.39	77.19	68.82	97.36
Granada roja	0.95	0.3	17.17	8.39	0.15	55.48	19.03	96.79
Granadilla dulce, fruta	2.4	2.8	17.3	11.13	0.38	29.14	23.70	94.94
Granadilla dulce, jugo natural	1.1	0.1	11.9	5.98	0.18	34.15	14.00	93.57
Granadilla real/badea, jugo	0.9	0.2	10.1	5.14	0.14	35.90	12.10	92.50
Granadilla real/badea, pulpa	0.7	0.2	4.3	2.45	0.11	22.01	5.60	92.86
Guanábana/guanaba	1	0.3	16.81	8.27	0.16	51.96	18.81	96.28
Guapinol/curbaril	5.9	2.2	75.3	38.40	0.94	40.91	85.40	97.66
Guayaba madura	0.8	0.6	11.9	6.18	0.13	48.59	13.90	100.00
Guayaba verde	1	1.2	22.8	11.59	0.16	72.85	25.80	96.90
Guinda o cereza dulce, fruta en almibar, envasada	0.73	0.1	23.27	10.82	0.12	93.20	24.34	98.97
Guinda o cereza dulce, fruta fresca	1.06	0.2	16.01	7.86	0.17	46.58	17.75	97.30
Guineo maicana	0.6	1.1	20.5	10.27	0.10	107.59	22.80	97.37
Guineo majoncho/cuadrado	1.1	0.4	31.4	14.87	0.18	84.96	33.80	97.34
Guineo manzano o dátil	1.1	0.2	27.1	12.91	0.18	73.91	29.50	97.29
Guineo morado	1.4	0.2	27.7	13.24	0.22	59.45	30.30	96.70
Hicaco/caco	0.4	0.1	12.4	5.81	0.06	91.28	13.70	94.16
Higo, fruta deshidratada	3.3	0.93	63.87	30.92	0.53	58.90	69.95	97.34
Higo, fruta en almibar, envasada sol&liq	0.38	0.1	22.9	10.46	0.06	173.09	23.67	98.77
Higo, fruta madura	0.75	0.3	19.18	9.17	0.12	76.83	20.89	96.84
Higo, fruta verde	1.6	0.2	9.8	5.40	0.25	21.20	12.30	94.31
Injerto o zapote verde	1.6	0.2	28.6	13.75	0.25	54.03	31.60	96.20
Jocote ciruelo/jocote de corona	0.9	0.1	22	10.35	0.14	72.31	23.80	96.64
Jocote común/jobo, amarillo o rojo	0.8	2.1	13.8	8.15	0.13	64.07	17.30	96.53
Jocote tronador/jobo tronador	1.4	0.1	26.7	12.72	0.22	57.12	29.60	95.27
Kwi, fruta fresca	1.14	0.52	14.66	7.54	0.18	41.58	16.93	96.40
Lima dulce, fruta	0.7	0.2	10.54	5.22	0.11	46.91	11.74	97.44
Lima dulce, jugo natural	0.42	0.07	8.42	4.03	0.07	60.29	9.21	96.63
Lima limón/limón dulce	0.4	1.4	7	4.38	0.06	68.89	9.00	97.78
Limón agrio, fruta sin piel	1.1	0.3	9.32	4.98	0.18	28.46	11.02	97.28
Limón agrio, jugo	0.38	0	8.63	4.05	0.06	66.95	9.27	97.20
Mamey	0.5	0.5	12.5	6.21	0.08	78.06	13.80	97.83
Mamoncillo/marron	1.1	0.2	19.9	9.61	0.18	54.90	21.60	262.96
Mandarina/tangerina, fruta	0.81	0.31	13.34	6.61	0.13	51.31	14.83	97.44
Mandarina/tangerina, jugo envasado s/azúcar	0.62	0.03	9.57	4.62	0.10	46.85	10.49	97.33
Mandarina/tangerina, jugo natural	0.5	0.2	10.1	4.92	0.08	61.82	11.10	97.30
Mengo criollo pequeño	0.8	0	9	4.45	0.13	34.93	11.80	100.00

Tabla 27-Bis14 Composición química de los alimentos (continuación)

Mango maduro	0.5	0.2	15.4	7.27	0.08	91.43	16.50	97.58
Mango verde	0.4	0.2	11.5	5.48	0.06	86.17	12.40	97.58
Manzana de agua/marañón japonés	0.6	0.1	8	3.96	0.10	41.53	9.10	95.60
Manzana rosa/pomaraosa	0.6	0.3	5.7	3.09	0.10	32.40	7.00	94.29
Manzana, fruta criolla, s/cáscara	0.3	0.1	14.6	6.73	0.05	141.03	15.30	98.04
Manzana, fruta deshidratada	1.32	0.58	93.53	42.74	0.21	203.52	97.00	98.38
Manzana, fruta importada, c/cáscara	0.26	0.17	13.81	6.41	0.04	154.97	14.44	98.63
Manzana, fruta importada, s/cáscara	0.27	0.13	12.76	5.92	0.04	137.80	13.33	98.72
Manzana, jugo envasado s/azúcar	0.06	0.11	11.68	5.31	0.01	555.97	12.07	98.18
Manzanita/manzanilla	0.7	0.3	23.5	11.06	0.11	99.31	25.20	97.22
Maracuyá/granadilla morada, jugo natural	0.39	0.05	13.6	6.30	0.06	101.52	14.38	97.64
Maracuyá/granadilla morada, pulpa	2.2	0.7	23.38	12.14	0.35	34.69	27.07	97.04
Marañón/pajúil	0.8	0.2	11.6	5.75	0.13	45.19	12.90	97.67
Matasano/zapote blanco	1.4	0.4	15.7	8.06	0.22	36.18	18.00	97.22
Melocotón morado/cohombre de olor	0.8	0.1	11.1	5.45	0.13	42.85	12.60	95.24
Melón corrugado o cantalupo	0.84	0.19	8.10	4.24	0.13	31.70	9.85	93.40
Melón liso o melón casaba	1.11	0.1	6.58	3.62	0.18	20.49	8.15	95.58
Membrillo	0.4	0.1	15.3	7.10	0.06	111.51	16.20	97.53
Mora/zarzamora	1.39	0.49	9.61	5.41	0.22	24.48	11.85	96.88
Morro/jicara	0.9	0.5	23.2	11.19	0.11	78.13	26.80	91.79
Nance	0.9	1.3	14.4	7.88	0.14	56.01	17.20	96.51
Naranja agria, fruta	0.7	0.1	13	6.24	0.11	56.06	14.30	96.50
Naranja agria, jugo natural	0.7	0.2	10	4.98	0.11	44.76	11.30	96.46
Naranja dulce, fruta	0.94	0.12	11.75	5.84	0.15	39.02	13.25	96.68
Naranja dulce, jugo envasado s/azúcar	0.59	0.14	9.85	4.81	0.09	51.26	10.99	96.27
Naranja dulce, jugo natural	0.7	0.2	10.4	5.16	0.11	46.35	11.70	96.58
Naranjilla/lulo, pulpa	0.7	0.1	6.8	3.49	0.11	31.31	8.20	92.68
Nectarina	1.06	0.32	10.55	5.52	0.17	32.73	12.41	96.13
Níspero japonés	0.43	0.2	12.14	5.78	0.07	84.56	13.27	96.23
Palma africana, fruto de	1.6	59	10.5	49.81	0.25	195.67	72.00	98.75
Papaya de montaña	0.8	0.2	5.4	3.00	0.13	23.54	7.00	91.43
Papaya/lechosa madura, néctar envasado	0.17	0.15	14.51	6.66	0.03	246.11	14.98	99.00
Papaya/lechosa madura, pulpa	0.61	0.14	9.81	4.80	0.10	49.51	11.17	94.54
Papaya/lechosa verde	0.8	0.1	6.9	3.59	0.13	28.18	8.40	92.86
Pejivalle/pixbae	2.6	4.4	41.7	23.28	0.41	56.28	49.50	98.38
Pepino dulce o pera limón	0.4	1	6.3	3.77	0.06	59.29	8.00	96.25
Pera fruta criolla, s/cáscara	0.2	0.2	13.6	6.31	0.03	198.18	14.40	97.92
Pera fruta en almibar, envasada sol&liq	0.2	0.13	19.17	8.73	0.03	274.34	19.65	99.24
Pera fruta importada, s/cáscara	0.38	0.12	15.46	7.17	0.06	118.65	16.29	97.97
Pera, jugo envasado sol&liq	0.34	0.07	12.94	5.99	0.05	110.79	13.53	98.60
Pera, néctar envasado c&lit c	0.11	0.01	15.76	7.07	0.02	404.18	15.99	99.37
Persimona/kaki	0.58	0.19	18.59	8.73	0.09	94.59	19.68	98.32
Piña, fruta dulce	0.53	0.11	13.5	6.38	0.08	75.64	14.34	98.61
Piña, fruta en almibar, envasada sol&liq	0.35	0.11	20.2	9.26	0.06	166.22	21.01	98.38
Piña, jugo envasado, sol&liq	0.42	0.08	15.7	7.27	0.07	108.83	16.49	98.18
Piña, toda variedad	0.54	0.12	12.63	6.00	0.09	69.89	13.54	98.23
Piñuela	1.2	0.2	10.7	5.57	0.19	29.20	12.90	93.80
Pitahaya roja	1.4	0.4	13.2	6.95	0.22	31.19	15.60	96.15

Tabla 27-Bis15 Composición química de los alimentos (continuación)

Plátano maduro	1.3	0.37	31.89	15.17	0.21	73.37	34.72	96.63
Plátano verde	1.2	0.1	35.3	16.43	0.19	86.07	37.40	87.86
Plátano, harina (crema de plátano)	3	0.6	80	37.68	0.48	78.94	100.00	100.00
Pomelo	0.76	0.04	9.62	4.73	0.12	39.11	10.90	95.60
Rambután o lichis frescos	0.83	0.44	16.53	8.14	0.13	61.64	18.24	97.59
Rambután o lichis secos	3.8	1.2	70.7	34.44	0.60	56.97	77.70	97.43
Sandia	0.61	0.15	7.55	3.81	0.10	39.24	8.55	97.08
Sandillita/billimb/mimbro	0.8	0.1	4.6	2.56	0.13	20.15	5.80	94.83
Soncaya/sincuya/anona purpurea	0.7	10.5	2.9	9.55	0.11	85.79	15.00	94.00
Sonzapote/sunza	1.4	0.5	29.7	14.35	0.22	64.45	32.60	86.83
Tacaco	1.8	0.5	17.1	8.98	0.29	31.35	20.20	96.04
Tamarindo	2.8	0.8	62.5	29.79	0.45	66.87	68.60	96.06
Toronja blanca, fruta	0.69	0.1	8.41	4.20	0.11	38.23	9.52	96.53
Toronja blanca, jugo natural	0.5	0.1	9.2	4.44	0.08	55.85	10.00	98.00
Toronja rosada, fruta	0.77	0.14	10.66	5.27	0.12	43.03	11.94	96.98
Toronja rosada, jugo natural	0.5	0.1	9.2	4.44	0.08	55.85	10.00	98.00
Toronja, jugo envasado c/azúcar	0.58	0.09	11.13	5.34	0.09	57.84	12.62	93.50
Toronja, jugo envasado s/azúcar	0.52	0.1	8.96	4.35	0.08	52.51	9.90	96.77
Tuna/nopal	1.1	0.4	16.6	8.29	0.18	47.37	18.60	97.31
Uva de la playa	1.1	0.3	18.2	9.09	0.22	40.83	20.90	95.22
Uva silvestre	2	0.4	12.9	7.15	0.32	22.46	16.10	95.03
Uva, fruta criolla	0.6	0.7	16.7	8.28	0.10	86.76	18.40	97.83
Uva, fruta importada, tipo americano	0.63	0.35	17.15	8.24	0.10	82.17	18.70	96.95
Uva, fruta seca o pasa	3.07	0.46	79.18	37.25	0.49	76.26	84.57	97.81
Uva, jugo envasado s/azúcar	0.56	0.08	14.96	7.02	0.09	78.80	15.88	98.17
Yuplon/jocote judío	0.5	0.2	13.3	6.31	0.08	79.70	14.50	96.55
Yuyuga/jujube/azufafa	1.8	0.1	14.5	7.52	0.29	26.27	17.00	96.47
Zapote/zapote mamey	1.7	0.4	31.1	15.07	0.27	55.72	34.40	96.51
Zapotillo/zapote amarillo	2	0.5	35.9	17.44	0.32	54.82	39.40	97.46
13. Cereales Granos Secos, Harinas, Pastas, Cereales De Desayuno Y Otras Harinas								
Amaranto, grano seco	14.45	6.51	66.17	42.34	2.30	18.42	90.16	96.63
Arroz blanco, pulido, enriquecido	6.61	0.58	79.34	39.38	1.05	37.45	87.11	99.33
Arroz blanco, pulido, enriquecido, precocido	7.82	0.94	82.32	41.65	1.24	33.48	91.62	99.42
Arroz blanco, pulido, s/enriquecer	6.61	0.58	79.34	39.38	1.05	37.45	87.11	99.33
Arroz blanco, semipulido	7.1	1.1	78	39.45	1.13	34.92	87.00	99.08
Arroz integral	7.5	2.68	76.17	40.04	1.19	33.56	87.63	98.55
Avena en hojuelas s/fortificar (mosh)	16.89	6.9	66.27	44.03	2.69	16.39	91.78	98.13
Avena instantánea, c/banano	8.85	4.75	75.86	42.21	1.41	29.98	93.32	95.90
Avena instantánea, c/especies y canela	8.59	4.67	76.97	42.49	1.37	31.10	93.44	96.59
Avena instantánea, c/fruta & crema	7.99	7.52	74.72	43.30	1.27	34.06	93.61	96.40
Avena instantánea, c/manzana y canela	8	4.39	77.92	42.38	1.27	33.30	93.70	96.41
Avena instantánea, c/miel	9.29	8.37	72.58	43.71	1.48	29.57	93.54	96.49
Avena instantánea, c/sabor de vainilla	9.05	4.93	75.73	42.39	1.44	29.45	93.12	96.36
Avena instantánea, fortificada	15.5	6.1	64	41.65	2.47	16.89	90.70	94.49
Avena instantánea, fortificada preparada c/agua	2.32	0.91	9.59	6.24	0.37	16.90	13.68	93.93
Bulgur, cocido	3.08	0.24	18.58	10.15	0.49	20.72	22.24	98.47
Bulgur, crudo (pl 480)	12.3	1.3	75.9	41.56	1.96	21.24	91.00	98.35
Cebada, grano entero	12.48	2.3	73.48	41.33	1.99	20.82	90.56	97.47

Tabla 27-Bis16 Composición química de los alimentos (continuación)

Cebada, perlada	9.91	1.16	77.72	40.93	1.58	25.96	89.91	98.77
Centeno, grano entero	14.76	2.5	69.76	41.10	2.35	17.50	89.05	97.73
Cereal desayuno, all bran	13.14	4.9	74.24	43.99	2.09	21.04	97.88	94.28
Cereal desayuno, banano&nueces (banana nut crunch)	8.5	10.3	74	45.35	1.35	33.53	95.50	97.36
Cereal desayuno, bran flakes	9.4	2.2	80.4	42.62	1.50	28.50	96.30	95.85
Cereal desayuno, choco krispies	5.22	2.9	86.05	43.33	0.83	52.17	97.19	96.89
Cereal desayuno, complete /komplete	10	2	79	42.16	1.59	26.51	97.00	93.81
Cereal desayuno, complete /komplete, miel y pasas	10.32	17.9	65.74	48.39	1.64	29.47	95.74	98.14
Cereal desayuno, com flakes	6.61	0.59	87.11	42.84	1.05	40.74	96.24	97.99
Cereal desayuno, com flakes c/miel	6.8	1.9	87	43.36	1.08	40.56	97.00	97.84
Cereal desayuno, com pops	3.7	0.75	90	42.62	0.59	72.41	97.00	97.37
Cereal desayuno, froot loops	5.04	3.1	87.48	44.01	0.80	54.89	97.20	96.37
Cereal desayuno, froot loops c/marshmallow	4.1	2.4	89.9	44.04	0.65	67.52	97.50	98.77
Cereal desayuno, granola	14.87	24.36	52.95	50.08	2.37	21.17	94.50	97.44
Cereal desayuno, granola c/frutas	8	4.6	80	43.46	1.27	34.15	93.28	97.74
Cereal desayuno, granola c/miel	10.6	18.83	60.43	49.55	1.09	29.38	97.82	98.03
Cereal desayuno, granola c/pasas	8	5	80	43.76	1.27	34.38	96.50	96.37
Cereal desayuno, nesquick chocolate	5	5.1	85	44.61	0.80	56.08	97.96	96.89
Cereal desayuno, rice krispies	6.37	1.22	85.5	42.46	1.01	41.90	95.81	97.16
Cereal desayuno, zucaritas de maíz	3.3	0.52	90.3	42.36	0.53	80.69	97.00	97.03
Corazón de trigo	12.66	1.05	72.83	40.22	2.02	19.94	87.33	99.12
Crema de arroz, harina	6.3	0.5	82.4	40.51	1.00	40.41	89.50	99.55
Crema de cebada, harina (panamá)	8.7	1.3	76	39.60	1.38	28.61	100.00	85.00
Crema de maíz, harina (panamá)	8.2	2.9	75.9	40.47	1.30	31.03	100.00	94.00
Crema de trigo, harina	10.5	1.5	76.5	40.97	1.67	24.53	89.10	99.33
Crema de trigo, harina instantánea	10.6	1.1	75.5	40.51	1.69	24.02	89.60	97.66
«Csb» com soy blend (pl 480)	17.2	6.9	61.7	42.17	2.74	15.41	90.30	98.01
«Csm» com soy milk (pl 480)	21.35	6.76	57.84	42.66	3.40	12.56	91.57	96.83
Fideos para chow mein	8.38	30.76	57.54	53.31	1.33	39.99	99.27	97.38
Harina de arroz blanco	5.95	1.42	80.13	39.99	0.95	42.25	88.11	99.31
Harina de centeno	9.39	1.77	77.49	41.00	1.49	27.44	90.15	98.34
Harina de cereales mixtos	7.7	2.3	79.4	41.30	1.23	33.72	90.80	98.46
Harina de maíz (pl 480)	8.5	1.7	77.7	40.54	1.35	29.98	88.40	99.32
Harina de maíz amarillo no tratado	6.93	3.86	76.85	40.91	1.10	37.11	89.09	98.37
Harina de maíz amarillo pilado, enriquecida	8.48	1.65	77.68	40.48	1.35	30.01	88.41	99.32
Harina de maíz amarillo pilado, s/enriquecer	8.48	1.65	77.68	40.48	1.35	30.01	88.41	99.32
Harina de maíz blanco no tratado	6.93	3.86	76.85	40.91	1.10	37.11	89.09	98.37
Harina de maíz blanco pilado, enriquecida	8.48	1.65	77.68	40.48	1.35	30.01	88.41	99.32
Harina de maíz blanco pilado, s/enriquecer	8.48	1.65	77.68	40.48	1.35	30.01	88.41	99.32
Harina de maíz c/soya, fortificada, (pl480)	14.9	1.6	71.1	41.10	2.37	17.34	89.06	98.43
Harina de maíz nixtamalizado, masa seca	9.34	3.78	76.27	41.93	1.49	28.22	90.97	98.27
Harina de trigo c/soya 12% (pl 480)	16.5	1.4		10.24	2.63	3.90	100.00	100.00
Harina de trigo enriquecida, para pan	11.98	1.66	72.53	40.15	1.91	21.07	86.64	99.46
Harina de trigo enriquecida, para reposteria	8.2	0.86	78.03	39.89	1.30	30.58	87.49	99.55
Harina de trigo enriquecida, todo uso	10.33	0.98	76.31	40.40	1.64	24.58	88.08	99.47
Harina de trigo s/enriquecer, para pan	11.98	1.66	72.53	40.15	1.91	21.07	86.64	99.46
Harina de trigo, s/enriquecer, todo uso	10.33	0.98	76.31	40.40	1.64	24.58	88.08	99.47
Harina para pancakes (c/ mantequilla&leche)	10	1.7	73.6	39.55	1.59	24.86	90.90	93.84

Tabla 27-Bis17 Composición química de los alimentos (continuación)

Maicena o almidón de maíz	0.6	0.2	85.6	38.53	0.10	403.63	86.50	99.88
Maicillo o sorgo, grano entero	8.8	3.2	76.3	41.21	1.40	29.44	90.00	98.11
Maíz amarillo, grano entero, crudo	9.42	4.74	74.26	41.80	1.50	27.90	89.63	98.66
Maíz amarillo, grano pilado o trillado, crudo	8.4	1.2	77.8	40.16	1.34	30.05	88.00	99.32
Maíz amarillo, grano pilado, cocido	2.7	0.7	31.6	16.07	0.43	37.42	35.10	99.72
Maíz blanco o negro, grano entero, crudo	9.42	4.74	74.26	41.80	1.50	27.90	89.63	98.66
Maíz blanco, grano pilado o trillado, crudo	8.7	0.9	65.1	34.45	1.38	24.89	75.00	99.60
Maíz blanco, grano pilado, cocido	2.9	0.9	32.9	16.91	0.46	36.66	36.90	99.46
Maíz rojo, grano entero, crudo	6.7	4.4	79.9	42.54	1.07	39.91	92.00	98.91
Maíz salpor, grano entero	5.8	4.1	76.8	40.44	0.92	43.82	67.80	98.63
Masa húmeda, de maíz amarillo c/cal	4.4	2.2	98.5	21.21	0.70	30.30	37.80	100.00
Masa húmeda, de maíz blanco c/cal	3.5	1.9	31.8	17.51	0.56	31.44	37.80	100.00
Miga de pan o pan rallado	13.35	5.3	71.98	43.40	2.12	20.43	93.49	96.93
Nixtamal, maíz amarillo	6.16	3.08	53.88	29.69	0.98	30.29	52.88	97.35
Nixtamal, maíz blanco	4.9	2.66	44.5	24.50	0.78	31.43	52.88	98.41
Pasta c/espinaca, cocida	4.58	0.63	26.15	14.64	0.73	20.10	31.86	98.43
Pasta c/espinaca, cruda	13.35	1.57	74.81	41.86	2.12	19.71	91.66	97.89
Pasta c/huevo enriquecida, cocida c/sal	4.51	2.07	25.16	15.26	0.72	21.13	32.27	98.45
Pasta c/huevo enriquecida, cocida s/sal	4.54	2.07	25.16	15.26	0.72	21.13	32.27	98.45
Pasta c/huevo enriquecida, cruda	14.16	4.44	71.27	42.89	2.25	19.04	90.99	98.77
Pasta c/huevo s/enriquecer, ruda	14.16	4.44	71.27	42.89	2.25	19.04	90.99	98.77
Pasta c/huevo s/enriquecer, cocida c/sal	4.54	2.07	25.16	15.26	0.72	21.13	32.27	98.45
Pasta c/huevo s/enriquecer, cocida s/sal	4.54	2.07	25.16	15.26	0.72	21.13	32.27	98.45
Pasta c/huevo y espinaca, enriquecida, cruda	14.61	4.55	70.32	42.80	2.32	18.41	91.28	98.04
Pasta enlatada, macarrones c/queso	3.38	2.46	11.52	8.85	0.54	16.45	18.61	93.28
Pasta enlatada, spaghetti c/carne	4.17	5.1	11.11	11.08	0.66	16.71	21.76	93.66
Pasta enlatada, spaghetti c/tomate & carne	3.78	3.6	14.19	11.11	0.60	18.48	22.91	94.15
Pasta enriquecida, cocida c/sal	5.8	0.93	30.59	17.52	0.92	18.99	37.87	98.55
Pasta enriquecida, cocida s/sal	5.8	0.93	30.86	17.64	0.92	19.12	37.87	99.29
Pasta enriquecida, cruda	13.04	1.51	74.67	41.58	2.07	20.04	90.10	99.02
Pasta s/enriquecer, cocida c/sal	5.8	0.93	30.59	17.52	0.92	18.99	37.87	98.55
Pasta s/enriquecer, cocida s/sal	5.8	0.93	30.86	17.64	0.92	19.12	37.87	99.29
Pasta s/enriquecer, cruda	13.04	1.51	74.67	41.58	2.07	20.04	90.10	99.02
Pinol c/cacao	9.5	12	72.3	46.42	1.51	30.72	95.50	98.22
Pinol simple	11.2	6.4	72.9	42.69	1.78	23.96	91.00	98.35
Pinolillo	10.1	11.7	68	44.62	1.61	27.77	91.50	98.14
Polenta o crema de maíz, enriquecida, polvo	8.8	1.2	79.6	41.18	1.40	29.41	90.00	99.56
Polenta o crema de maíz, no enriquecida, polvo	8.8	1.2	79.6	41.18	1.40	29.41	90.00	99.56
Semolina enriquecida	12.68	1.05	72.83	40.22	2.02	19.94	87.33	99.12
Semolina no enriquecida	12.68	1.05	72.83	40.22	2.02	19.94	87.33	99.12
Trigo grano duro	12.61	1.54	71.18	39.81	2.01	19.85	86.90	98.19
Trigo grano suave	10.35	1.56	74.24	39.93	1.65	24.25	87.83	98.09
Trigo, germen de, crudo	23.15	9.72	51.8	43.20	3.68	11.73	88.88	95.26
Trigor o bulgur, crudo	12.29	1.33	75.87	41.56	1.96	21.26	91.00	98.34
«Wsb» wheat soy blend (pl 480)	21.5	5.9	46.9	37.24	3.42	10.89	91.20	97.81
«Wsm» wheat soy and milk (pl 480)	25.08	5.82	43.31	37.58	3.99	9.42	92.08	96.79

Tabla 27-Bis18 Composición química de los alimentos (continuación)

14. Galletas, Panes, Tortillas Y Similares								
Arepa de maíz pilado, amarillo	7.2	0.5	29.1	17.32	1.15	15.12	37.50	98.13
Arepa de maíz pilado, blanco	4.1	0.05	37.8	19.12	0.65	29.31	42.50	99.76
Galletas de avena	6.2	18.1	68.7	47.56	0.99	48.22	94.30	98.52
Galletas de avena c/pesas	5.7	13.54	67.24	43.21	0.91	47.65	88.51	97.71
Galletas de soda, c/sal	9.22	11.35	70.91	45.16	1.47	30.79	94.97	96.33
Galletas de soda, s/sal	9.2	11.8	71.5	45.75	1.46	31.26	95.90	96.56
Galletas de soda, tipo cocktail	7.4	25.3	61	50.21	1.18	42.65	90.50	97.10
Galletas dulces, alto valor nutritivo	7	2.78		5.98	1.11	5.37	95.00	100.00
Galletas dulces, con chips chocolate	5.8	15.4	73.3	47.36	0.92	51.32	95.90	98.64
Galletas dulces, conos para helado	8.1	6.9	79	44.80	1.29	34.76	94.70	99.26
Galletas dulces, de chocolate	6.6	14.2	72.4	46.50	1.05	44.29	95.50	97.91
Galletas dulces, de chocolate c/relleno	5.33	19.08	71.64	49.12	0.85	57.93	97.78	98.22
Galletas dulces, simples c/relleno	4.5	20	72.1	49.55	0.72	69.21	97.80	98.77
Galletas dulces, simples tipo María	5.1	21.1	67.9	48.84	0.81	60.20	95.20	98.74
Galletas dulces, tipo waffle	5	15.2	73.6	46.90	0.80	58.95	94.90	98.84
Galletas dulces, tipo waffle c/relleno	4.1	24.3	70.1	51.66	0.65	79.21	99.00	99.49
Hojaldre	2.4	2	85.5	10.84	0.38	106.85	90.00	100.00
Hojaldre de panamá	8.3	21.8	60.1	47.68	1.32	36.11	90.50	100.00
Levadura para pan, pastillas	8.4	1.9	18.1	14.15	1.34	10.58	31.00	94.19
Pan blanco, de rodaja o cuadrado (costa rica)	9.6	2.6	58.5	33.30	1.53	21.80	72.40	97.65
Pan blanco, de rodaja o cuadrado, suave	7.64	3.29	50.61	29.21	1.22	24.04	63.56	96.81
Pan blanco, de rodaja o cuadrado, tostado	9	4	54.4	32.19	1.43	22.48	69.80	96.98
Pan blanco, tipo bollo (costa rica)	11.7	2.1	67.5	38.09	1.86	20.46	83.60	97.25
Pan blanco, tipo bollo c/leche	7.9	5.7	49.6	30.72	1.26	24.44	64.70	97.68
Pan blanco, tipo hamburguesa-hot dog	9.5	4.33	49.45	30.52	1.51	20.19	65.30	98.91
Pan blanco, tipo pita	9.1	1.2	55.7	30.72	1.45	21.22	67.90	97.20
Pan de arroz o quesadilla	4.2	5.1	75	39.50	0.67	59.11	85.90	98.14
Pan de centeno	9.2	0.7	53.4	29.38	1.46	20.07	65.00	97.38
Pan de maíz nuevo (panamá)	3.5	0.3	23.7	12.71	0.56	22.82	100.00	100.00
Pan de maíz o marquesote	7.8	7.8	65.1	39.13	1.24	31.53	81.40	99.14
Pan de maíz salpor	1.2	6.7	82.2	42.23	0.19	221.19	91.10	98.90
Pan dulce de coco	9.8	6.7	68.5	40.93	1.56	26.25	85.70	99.18
Pan dulce de costa rica	7.7	4.1	65.9	36.65	1.23	29.92	77.70	98.46
Pan dulce de el salvador	4.6	5.8	72.5	39.13	0.73	53.47	84.10	98.57
Pan dulce de Guatemala	6.9	9.8	65.4	40.26	1.10	36.67	83.40	98.44
Pan dulce de honduras	9.1	4.3	44.7	28.16	1.45	19.45	58.70	98.98
Pan dulce de huevo	10.8	6.1	31.1	24.41	1.72	14.21	100.00	100.00
Pan dulce de Nicaragua	9.3	1.2	71	37.63	1.48	25.44	82.20	99.15
Pan dulce de panamá	9.1	4.3	44.7	28.16	1.45	19.45	58.70	98.98
Pan dulce de yema	4.8	3.1	72.3	37.13	0.76	48.62	81.10	98.89
Pan francés de coco	10.3	6.9	58.6	36.95	1.64	22.55	76.70	98.83
Pan francés de costa rica	8.2	0.7	49.5	27.09	1.30	20.77	60.40	96.69
Pan francés de el salvador	11.5	0.4	67.9	36.88	1.83	20.16	81.00	98.52
Pan francés de Guatemala	9.4	4.3	58.5	34.46	1.50	23.04	73.40	98.50
Pan francés de honduras	12.1	4.7	65.1	39.20	1.93	20.36	82.80	98.51
Pan francés de Nicaragua	12.7	4.2	66.3	39.69	2.02	19.64	84.50	98.46
Pan francés de panamá	10.8	1.8	63.1	35.41	1.72	20.61	77.10	98.13

Tabla 27-Bis19 Composición química de los alimentos (continuación)

Pan integral, de rodaja o cuadrado, suave	9.7	4.2	46.1	29.04	1.54	18.82	62.30	96.31
Pan integral, de rodaja o cuadrado, tostado	10.9	4.8	51.7	32.65	1.73	18.83	70.00	96.29
Pan integral, tipo bollo	8.4	5.4	51.4	31.57	1.34	23.63	67.30	97.03
Pan integral, tipo pita	9.8	2.6	55	31.85	1.56	20.43	69.40	97.12
Pan semita (el salvador)	5.4	7.4	60.5	35.45	0.86	41.26	74.70	98.13
Polvo de hornear	0.1	0.4	46.9	21.20	0.02	1332.58	83.80	50.53
Rosquillas de maíz	13.5	10.4	48.8	37.01	2.15	17.23	75.80	95.91
Rosquillas de trigo	9.4	7	46.6	31.28	1.50	20.92	65.60	96.34
Tamaño de maíz, simple (Guatemala)	3.16	1.27	28.68	15.46	0.50	30.76	33.64	98.45
Tortilla de maicillo, c/cal	5	1.5	43.8	23.36	0.80	29.39	51.20	98.24
Tortilla de maíz amarillo, c/cal	5.6	1.3	44.5	23.87	0.89	26.79	52.20	98.47
Tortilla de maíz amarillo, c/cal y ceniza	4.8	4.4	46.4	26.59	0.76	34.83	57.30	96.86
Tortilla de maíz amarillo, c/ceniza	3.6	1.6	44.4	22.94	0.57	40.05	51.40	96.50
Tortilla de maíz amarillo, pilado	2.7	0.6	31.9	16.13	0.43	37.55	35.30	99.72
Tortilla de maíz blanco, c/cal	5.4	1	44.9	23.71	0.86	27.60	52.20	98.47
Tortilla de maíz blanco, c/cal y ceniza	4.2	4.4	37	22.08	0.67	33.05	46.10	98.70
Tortilla de maíz blanco, c/ceniza	3.3	1.2	43.2	21.94	0.53	41.79	48.40	98.55
Tortilla de maíz blanco, pilado	3.1	0.8	37.6	19.01	0.19	35.60	11.80	99.28
Tortilla de maíz blanco, costa rica, casera	4.8	0.7	43.8	22.66	0.76	29.68	50.00	98.60
Tortilla de maíz blanco, costa rica, industrial	5.1	1.1	17.7	21.86	0.81	30.65	51.80	98.36
Tortilla de maíz negro, c/cal	3.9	4.7	52.9	29.21	0.62	47.07	62.60	98.24
Tortilla de maíz, lista para freír u hornear	5.7	2.85	44.64	25.15	0.91	27.74	54.11	98.28
Tortilla de trigo, lista para freír u hornear	8.29	7.75	51.35	33.25	1.32	25.21	69.78	96.57
Tortilla horneada lista para taco	7.2	22.6	62.4	48.69	1.15	42.51	94.00	98.09
Totoposte dulce, c/huevo	6.2	16.4	69.9	48.82	0.99	47.47	97.20	95.16
Totoposte dulce, c/queso	20.6	2.9	65	42.53	3.28	12.98	91.10	96.83
Totoposte simple, c/huevo	11.6	2.6	73	40.85	1.85	22.14	92.00	94.89
Totoposte simple, c/queso	16.7	7.9	63.5	43.45	2.68	16.35	92.50	95.24
15. Azúcares, Miel, Dulces Y Golosinas								
Ángeles o marshmallows	1.8	0.2	81.3	37.29	0.29	130.20	83.60	99.64
Azúcar blanca, granulada	0	0	99.1	44.04	0.00	0.00	99.30	99.80
Azúcar blanca, granulada, fortif.c/vit a	0	0	99.1	44.04	0.00	0.00	99.30	99.80
Azúcar morena o negra	0	0	97.33	43.26	0.00	0.00	98.23	99.08
Caña de azúcar, jugo	0.3	0.1	20.5	9.35	0.05	195.97	21.20	98.58
Caramelos o confites, duros	0	0.2	98	43.71	0.00	0.00	86.70	99.49
Caramelos o confites, suaves	0	0	98.9	43.96	0.00	0.00	89.00	99.90
Chocolates c/leche (golosina)	7.65	29.66	59.4	52.90	1.22	43.47	98.50	98.19
Chocolates c/leche y almendra (golosina)	9	34.4	53.2	54.46	1.43	38.03	98.50	98.27
Chocolates c/leche y maní (golosina)	13.1	33.5	49.4	54.37	2.08	26.09	98.10	98.17
Dulce de coco	0.5	11.5	85	46.68	0.08	586.85	97.20	99.79
Dulce de guayaba	0.4	1	89.7	40.84	0.06	641.76	91.60	99.45
Dulce de leche	0.1	2.8	94.9	44.33	0.02	2786.67	98.00	99.80
Dulce de nance	0.8	1.4	85	39.27	0.13	308.58	88.40	98.76
Dulce de papaya	0.9	0.8	54.5	25.32	0.14	176.86	57.40	97.91
Dulce de piña	0.1	6.2	89.7	44.57	0.02	2801.69	96.10	99.90
Dulce de zapote	0.2	3.8	93.1	44.34	0.03	1393.52	97.30	99.79
Goma de mascar (chicle) con azúcar	0	0.3	66.08	29.59	0.00	0.00	97.40	99.59
Goma de mascar (chicle) sin azúcar	0	0.4	94.8	42.43	0.00	0.00	96.50	98.65

Tabla 27-Bis20 Composición química de los alimentos (continuación)

Jaleas toda variedad	0.15	0.02	69.95	31.19	0.02	1306.90	70.23	99.83
Jarabe dietético	0.8	0	49.2	22.31	0.13	175.31	50.00	99.86
Jarabe o sirope de maíz, alto cont. Fructosa	0	0	76	33.78	0.00	0.00	76.00	100.00
Jarabe o sirope, maíz, obscuro	0	0	77.59	34.48	0.00	0.00	77.99	99.49
Jarabe o sirope, maple	0	0.2	67.09	29.97	0.00	0.00	67.89	99.12
Melaza	0	0.1	74.73	33.29	0.00	0.00	78.13	95.78
Mermeladas toda variedad	0.3	0	66.3	29.63	0.05	620.90	66.80	99.70
Miel de abejas	0.3	0	82.4	36.79	0.05	770.82	82.90	99.76
Miel de caña	0.5	0.2	72.6	32.70	0.08	411.02	74.40	98.52
Miel de maple preparada para pancakes	0	0.1	69.6	31.01	0.00	0.00	69.90	99.71
Miel karo	0	0	72.68	32.30	0.00	0.00	73.17	99.33
Miel preparada para pancakes	0	0	61.47	27.32	0.00	0.00	62.02	99.79
Panela o rapadura	0.4	0.5	90.6	40.86	0.06	642.15	92.60	98.81
Pasta de guayaba	0.3	0.1	79	35.35	0.05	740.73	79.00	99.37
16. Aceites Y Grasas								
Aceite vegetal fortificado (pl 480)	0	100	0	75.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Aceite vegetal, de ajonjolí	0	100	0	75.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Aceite vegetal, de algodón	0	100	0	75.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Aceite vegetal, de coco	0	100	0	75.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Aceite vegetal, de girasol	0	100	0	75.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Aceite vegetal, de maíz	0	100	0	75.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Aceite vegetal, de oliva	0	100	0	75.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Aceite vegetal, de palma, fruto completo	0	100	0	75.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Aceite vegetal, de palma, solo pulpa	0	100	0	75.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Aceite vegetal, de soya	0	100	0	75.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Aceite vegetal, toda clase		100	0	75.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Grasa de pollo	0	99.8	0	74.85	0.00	0.00	99.80	100.00
Manteca de cerdo	0	99.4	0	74.55	0.00	0.00	99.40	100.00
Manteca vegetal, para panadería	0	100	0	75.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Manteca vegetal, todo uso	0		0	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Mantequilla c/sal	0.85	81.11	0.06	61.33	0.14	453.55	84.13	97.49
Mantequilla de mani con sal	25.09	50.39	19.56	60.46	3.99	15.15	98.19	96.79
Mantequilla s/sal	0.85	81.11	0.06	61.33	0.14	453.55	82.06	99.95
Margarina (20% grasa) c/sal	0	19.5	0.4	14.80	0.00	0.00	21.20	93.87
Margarina (20% grasa) s/sal	0	19.5	0.4	14.80	0.00	0.00	21.20	93.87
Margarina (80% grasa) c/sal	0.9	80.5	0.9	61.28	0.14	427.96	84.30	97.63
Margarina (80% grasa) s/sal	0.5	80.3	0.5	60.73	0.08	763.41	81.50	99.75
Margarina imitación (40% grasa)	0.5	38.8	0.4	29.66	0.08	371.56	41.90	94.75
Margarina líquida (soya & algodón)	1.9	80.6	0	61.51	0.30	203.48	84.20	97.62
Margarina suave c/sal (60% grasa)	0.6	60	0	45.33	0.10	474.83	61.87	97.25
Margarina suave s/sal (60% grasa)	0.6	60	0	45.33	0.10	474.83	61.87	97.90
Mayonesa comercial c/sal	0.9	33.4	23.9	36.17	0.14	252.64	60.10	96.84
17. Bebidas Diversas								
Atol blanco o de ceniza (Guatemala)	0.7	0.2	5	2.76	0.11	24.80	6.30	93.65
Atol cacahuete (el salvador)	2.1	5	6.6	7.85	0.33	23.50	14.00	97.86
Atol chilate	0.3	4.2	0.5	3.54	0.05	74.16	5.10	98.04
Atol de arroz con leche (Guatemala)	1.72	0.58	24.08	12.09	0.27	44.20	100.00	99.71
Atol de avena/mosh (Guatemala)	2.19	0.33	10.07	5.94	0.35	17.06	100.00	99.57

Tabla 27-Bis21 Composición química de los alimentos (continuación)

Atol de elote (Guatemala)	1.02	0.32	18.53	9.04	0.16	55.73	100.00	99.78
Atol de maíz, polvo (cerevita)	3.35	0.7	89.2	42.03	0.53	78.87	100.00	97.85
Atol de plátano (Guatemala)	0.13	0.04	13.4	6.06	0.02	292.91	100.00	99.88
Atol shuco	0.3	0.3	8.3	4.03	0.05	85.51	10.30	86.41
Atol tres cocimientos (Guatemala)	0.7	0.2	12.1	5.92	0.11	53.14	13.20	98.48
Batido o milk shake, chocolate	3.4	3.7	20.5	13.78	0.54	25.47	28.50	96.34
Batido o milkshake, fresa	3.4	2.6	16.9	12.39	0.54	22.91	25.90	96.53
Batido o milkshake, vainilla	3.37	6.52	19.59	15.47	0.54	28.86	30.35	97.17
Bebida - deportistas, gatorade, polvo	0	0	95.3	42.36	0.00	0.00	97.30	97.94
Bebida - deportistas, sabor frutas, baja en calorías, líquido	0	0	3	1.33	0.00	0.00	3.20	93.75
Bebida - deportistas, sabor frutas, líquido	0	0.1	6.76	3.08	0.00	0.00	7.06	97.17
Bebida alcohólica, aguardiente o ron	0	0	0	0.00	0.00	0.00	33.40	100.00
Bebida alcohólica, cerveza regular	0.46	0	3.55	1.83	0.07	25.06	8.04	98.01
Bebida alcohólica, cerveza suave	0.24	0	1.64	0.86	0.04	22.59	5.12	98.24
Bebida alcohólica, piña colada, enlatada	0.6	7.6	27.6	18.30	0.10	191.72	45.10	99.33
Bebida alcohólica, vino de cocina	0.07	0	2.72	1.25	0.01	112.05	13.42	98.21
Bebida alcohólica, vino de mesa	0.07	0	2.61	1.20	0.01	107.66	13.51	97.93
Bebida alcohólica, vino de palma	0	0.1	6.6	3.01	0.00	0.00	7.00	95.71
Bebida alcohólica, whiskey	0	0	0.1	0.04	0.00	0.00	36.10	100.00
Bebida de chocolate (sabor), polvo fortificado para leche	1.55	2.27	90.28	41.36	0.72	61.28	98.90	98.18
Bebida de chocolate con leche, polvo (milo)	11	10	68	43.85	1.75	25.06	100.00	100.00
Bebida de soya, líquida (ades)	2.6	1.52	4	4.37	0.41	10.55	100.00	100.00
Bebida de soya, polvo, instantánea (delisoya)	26.5	24.1	36.5	49.05	4.22	11.64	100.00	100.00
Bebida gaseosa o carbonatada, no colas	0	0	12.3	5.47	0.00	0.00	12.40	99.19
Bebida gaseosa o carbonatada, dietética no colas	0	0	0.1	0.04	0.00	0.00	0.20	50.00
Bebida gaseosa o carbonatada, dietética tipo colas	0.11	0.03	0.29	0.21	0.02	12.15	0.46	93.48
Bebida gaseosa o carbonatada, tipo colas c/cafeína	0.07	0.02	9.56	4.30	0.01	386.38	9.69	99.59
Bebida gaseosa o carbonatada, tipo soda	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00
Bebida gaseosa o carbonatada, tipo tónica	0	0	8.8	3.91	0.00	0.00	8.90	98.88
Bebida gatorade, líquido	0	0.1	6.32	2.88	0.00	0.00	6.62	96.98
Bebida maltada natural, en polvo	14.29	9.52	71.43	46.84	2.27	20.61	98.00	96.96
Bebida maltada natural, preparada con leche	3.86	3.62	10.23	9.41	0.61	15.33	18.60	95.22
Bebida nutritiva- bienestarina, polvo	21.29	5.65	63.25	44.20	3.39	13.05	83.30	96.68
Bebida nutritiva- incaparina, polvo	20.7	2	68	43.25	3.29	13.13	92.76	95.15
Bebida nutritiva- incaparina, polvo instantáneo	17.65	2	62.5	39.11	2.81	13.93	84.00	95.21
Bebida nutritiva- incaparina, preparada	1.56	0.36	8.62	4.97	0.25	20.02	100.00	98.69
Bebida nutritiva- protina, polvo	12	1.5	78.8	42.83	1.91	22.43	100.00	100.00
Bebida nutritiva- vitalol, polvo	21	1.6	64	41.34	3.34	12.37	83.75	97.33
Bebida nutritiva- vitalol, preparada	1.58	0.18	8.22	4.67	0.25	18.57	100.00	99.65
Café con cocoa (moca), descafeinado, polvo	9	13.21	71.4	46.85	1.43	32.58	86.90	98.60
Café de cereales preparado con agua	0.1	0.04	1.3	0.66	0.02	41.70	1.63	88.96
Café expreso, restaurante	0.12	0.18	0	0.20	0.02	10.57	2.20	89.55
Café instantáneo, descafeinado, polvo	11.6	0.2	42.6	25.54	1.85	13.84	96.80	90.70
Café instantáneo, descafeinado, preparado c/agua s/azúcar	0.12	0	0.43	0.26	0.02	13.51	1.07	82.24
Café instantáneo, polvo	12.2	0.5	41.1	25.43	1.94	13.10	96.90	90.92
Café instantáneo, preparado c/agua s/azúcar	0.1	0	0.34	0.21	0.02	13.00	0.91	81.32
Café instantáneo, sabor capuchino, c/azúcar, polvo	3.1	5.56	85.94	44.09	0.49	89.40	98.70	95.85
Café tostado molido, polvo	12.6	14.8	63.4	46.29	2.00	23.09	95.00	94.95

Tabla 27-Bis22 Composición química de los alimentos (continuación)

Café tostado molido, preparado c/agua s/azúcar	0.12	0.02	0	0.08	0.02	4.29	0.61	42.62
Chocolate, tabillas para bebida	3.4	15.1	78.4	48.06	0.54	66.86	97.90	98.98
Cocoa mixta, polvo	6.67	4	83.73	43.93	1.06	41.40	98.50	95.84
Cocoa mixta, preparada agua	0.81	0.55	11.64	6.04	0.13	46.85	13.66	95.24
Cocoa simple s/azúcar, polvo	19.6	13.7	54.3	45.32	3.12	14.53	97.00	94.02
Fórmula nutritiva ensure, líquido	5.16	4.52	19.88	15.10	0.82	18.39	30.16	98.01
Fórmula nutritiva ensure, polvo	15.9	15.9	61.8	48.25	2.53	19.07	95.00	97.37
Fórmula nutritiva sustagen, polvo	23.5	3.5	65	44.00	3.74	11.93	97.30	94.55
Guarapo	0.1	0	6	2.72	0.02	171.12	6.60	92.42
Jamaica rosa, flores secas para bebida	7.2	2.6	74.1	38.89	1.15	33.95	90.80	92.40
Leche de soya, polvo (atomizada)	37.9	30	22.6	53.65	6.03	8.90	96.60	93.69
Refresco artíf. S/vit c, empacado	0	0	11.8	5.16	0.30	0.30	11.90	99.16
Refresco artíf. C/vit c, sabor frutas, polvo	0	0.1	97.7	43.50	0.00	0.00	98.60	99.19
Refresco artíf. C/vit c, sabor frutas, preparado	0	0.01	3.47	4.22	0.00	0.00	9.65	98.24
Refresco artíf. C/vit c, sabor limón, polvo	0.1	0	94.44	42.03	0.32	2641.82	99.40	99.70
Refresco artíf. C/vit c, sabor limón, preparado	0	0	10.8	4.80	0.00	0.00	10.90	99.08
Refresco artíf. C/vit c, sabor naranja, polvo	0	0	98.94	43.97	0.30	0.30	99.86	99.08
Refresco artíf. C/vit c, sabor naranja, preparado	0	0	12.65	5.62	0.30	0.30	12.85	98.11
Refresco concentrado c/azúcar	0.3	0	64.4	28.79	0.05	603.20	64.90	100.00
Refresco de avena fortificada, polvo instantáneo	5.59	4.95	83.93	11.13	0.89	19.62	96.82	97.57
Refresco de cacao	0.6	0.2	9.1	4.53	0.10	47.44	10.40	95.19
Refresco de cereales, avena, polvo (cerevita)	7.5	3.9	79.1	42.26	1.19	35.42	100.00	97.10
Refresco de cereales, horchata, polvo (cerevita)	1.6	0.15	94	42.78	0.25	168.07	100.00	99.40
Refresco de cereales, sabor chocolate, polvo (cerevita)	6.7	1.5	83	41.74	1.07	39.16	100.00	97.80
Refresco de chicha de maíz fermentado	0	0	5.4	2.40	0.00	0.00	5.50	80.00
Refresco de chicha de maíz germinado	2.4	0.4	14.8	8.21	0.38	21.51	17.80	98.31
Refresco de chicha de pulpa y nuez	0.2	1.6	0.3	1.44	0.03	45.40	2.20	95.45
Refresco de horchata c/morro	0.2	0.3	11	5.23	0.03	164.22	11.50	100.00
Rompopo	3.81	7.48	13.54	13.75	0.61	22.68	25.63	96.88
Suchiles, pasta	13	27.2	54.6	51.91	2.07	25.10	97.20	97.53
Te de hierbas (no manzanilla), preparado c/agua s/azúcar	0	0	0.2	0.09	0.00	0.00	0.30	100.00
Te de manzanilla, preparado c/agua s/azúcar	0	0	0.2	0.09	0.00	0.00	0.30	100.00
Te negro instantáneo, en polvo	20.21	0	58.66	37.32	3.22	11.61	94.91	83.10
Te negro instantáneo, preparado c/agua s/azúcar	0.06	0	0.17	0.11	0.01	11.42	0.38	60.53
Te negro, hojas secas	8	4	71.4	39.19	1.27	30.79	88.60	94.13
Te negro, hojas secas, preparado c/agua s/azúcar	0	0	0.3	0.13	0.00	0.00	0.30	100.00
Tiste en polvo (el salvador)	3.2	2.9	91.6	44.67	0.51	87.74	98.40	99.29
Tiste en polvo (Guatemala)	8.3	5.9	82.4	45.67	1.32	34.58	98.00	98.57
18. Postres Elaborados								
Chocobanano	1.48	1.63	32.06	16.30	0.24	69.21	100.00	98.95
Croissant de mantequilla	8.2	21	45.8	40.67	1.30	31.18	76.80	97.92
Croissant de manzana	7.4	8.7	37.1	27.13	1.18	23.05	54.40	97.79
Croissant de queso	9.2	20.9	47	41.69	1.46	28.48	79.00	97.59
Donas con cubierta de azúcar	5.2	22.9	50.8	42.65	0.83	51.55	80.40	98.13
Donas con cubierta de chocolate	4.5	19.9	57.4	42.94	0.72	59.98	83.70	97.85
Donas con relleno de jalea	5.9	18.7	39	34.64	0.94	36.91	64.40	98.76
Flan sabor de chocolate, polvo	2.6	2.1	89.3	42.71	0.41	103.26	96.00	97.92
Flan sabor de chocolate, preparado c/ leche	3.21	3.15	19.4	12.77	0.51	25.01	26.70	96.48

Tabla 27-Bis23 Composición química de los alimentos (continuación)

Fian sabor de vainilla, polvo	0.3	0.4	93.5	42.02	0.05	880.47	96.10	97.92
Fian sabor de vainilla, preparado c/ leche	2.86	2.9	18.68	12.07	0.46	26.53	25.34	96.37
Gelatina, todo sabor, polvo	7.8	0	90.5	44.57	1.24	35.91	99.00	99.29
Gelatina, todo sabor, preparada c/agua	1.22	0	14.19	6.99	0.19	35.99	15.61	98.72
Helado-crema o ice cream, chocolate	3.8	11	28.2	22.90	0.60	37.88	44.30	97.74
Helado-crema o ice cream, chocolate, sin grasa	3.89	2.17	30.18	17.21	0.62	27.80	36.80	98.48
Helado-crema o ice cream, fresa	3.2	8.4	27.6	20.35	0.51	39.97	40.00	98.25
Helado-crema o ice cream, vainilla	3.5	11	23.6	20.69	0.56	37.15	39.00	97.69
Helado-crema o ice cream, vainilla, sin azúcar	3.68	6.2	21.92	16.44	0.59	28.08	32.14	97.39
Helado-crema o ice cream, vainilla, sin grasa	3.3	2.2	30.51	17.05	0.53	32.47	36.58	98.44
Helado-nieve, distintas frutas, comercial	0.4	0	32.6	14.71	0.06	231.18	33.10	100.00
Helado-nieve, distintas frutas, no comercial	0.05	0.02	29.17	13.01	0.01	1635.20	100.00	99.91
Helado-nieve, leche	1.15	1.22	32.58	16.04	0.18	87.65	100.00	99.73
Helado-nieve, sabor artificial	0	0.2	11	5.04	0.00	0.00	11.20	100.00
Muffin de avena	7	7.4	48.3	30.91	1.11	27.76	65.00	96.46
Muffin de mezcla de cereales	9.1	1.8	46.3	20.99	1.45	18.65	59.90	95.82
Muffin de trigo	8.7	2	44.8	26.26	1.38	18.97	57.70	96.01
Pastel amarillo simple o magdalena	5.2	17.9	52.5	39.65	0.83	17.93	76.90	98.18
Pastel amarillo, harina comercial	4.4	11.6	78.1	45.86	0.70	65.52	96.30	97.61
Pastel blanco, harina comercial	4.5	10.9	78	45.35	0.72	63.34	96.00	97.19
Pastel coffecake	6.8	23.3	46.7	42.02	1.08	38.84	78.10	98.21
Pastel de chocolate	4.1	16.4	54.6	38.85	0.65	59.56	77.10	97.80
Pastel de chocolate, harina comercial	5.9	15.6	73	47.43	0.94	50.53	96.90	98.04
Pastel de frutas cristalizadas	2.9	9.1	61.6	35.82	0.46	77.63	74.70	98.66
Pastel de queso (cheesecake)	5.5	22.5	25.5	31.27	0.88	35.74	54.40	98.35
Pie de limón	1.5	8.7	47.2	28.34	0.24	118.75	58.30	98.16
Pie de manzana	1.9	11	34	24.42	0.30	80.78	47.80	98.12
Pie de melocotón	1.9	10	32.9	23.18	0.30	76.69	45.60	98.25
Rollos dulces, c/canela	6.2	16.4	50.9	38.37	0.99	38.91	75.20	97.74
Rollos dulces, c/queso	7.1	18.3	43.7	37.10	1.13	32.85	70.60	98.02
19. Comidas Infantiles								
Bebida-bebe, jugo procesado, frutas mixtas	0.1	0.1	11.6	5.29	0.02	332.28	12.10	98.35
Bebida-bebe, jugo procesado, frutas mixtas c/yogurt	2.4	0.8	14.68	8.46	0.38	22.16	18.50	96.65
Bebida-bebe, jugo procesado, manzana	0	0.1	11.7	5.28	0.00	0.00	12.00	98.33
Bebida-bebe, jugo procesado, manzana y melocotón	0.2	0.1	10.5	4.85	0.03	152.52	11.00	97.27
Bebida-bebe, jugo procesado, manzana y uva	0.1	0.2	11.34	5.25	0.02	329.73	11.90	97.82
Bebida-bebe, jugo procesado, naranja	0.6	0.3	10.2	5.09	0.10	53.35	11.50	96.52
Bebida-bebe, jugo procesado, naranja y piña	0.5	0.1	11.7	5.55	0.08	69.81	12.70	96.85
Bebida-bebe, jugo procesado, pera	0	0	11.86	5.27	0.00	0.00	12.10	98.02
Bebida-bebe, jugo procesado, zanahoria y naranja	0.5	0.1	9.9	4.75	0.08	59.76	16.90	97.71
Cereal-cerelac, trigo c/leche	15.5	9	68.9	46.00	2.47	18.66	97.50	97.23
Cereal-cerelac, trigo, banano c/leche	15.5	9	67.5	45.38	2.47	18.40	97.40	96.51
Cereal-cerelac, trigo, mijo c/leche	15.5	9	67.8	45.51	2.47	18.46	97.50	96.82
Cereal-gerber, arroz	4	3.5	83	41.74	0.64	65.59	94.20	100.00
Cereal-gerber, arroz c/frutas	5	3.5	84	42.74	0.80	53.73	96.00	100.00
Cereal-gerber, arroz c/leche	14.9	5.7	72.1	44.62	2.37	18.82	98.10	94.50
Cereal-gerber, avena	12	7	70	43.04	1.91	22.55	93.40	100.00
Cereal-gerber, avena c/leche y banano	14.7	6	72.3	44.82	2.34	19.16	98.40	94.51

Tabla 27-Bis24 Composición química de los alimentos (continuación)

Cereal-gerber, cebada	9.2	3.2	77	41.74	1.46	28.52	93.20	95.92
Cereal-gerber, maíz	6.8	2	81.1	41.33	1.08	38.20	92.50	97.84
Cereal-gerber, mixto	9	4	79	43.12	1.43	30.12	95.90	100.00
Cereal-gerber, trigo c/leche	14.8	5.9	72.8	45.02	2.35	19.12	98.60	94.64
Cereal-gerber, trigo c/manzana	10.4	6.8	76.5	44.89	1.65	27.13	97.50	96.10
Cereal-gerber, trigo c/miel	6	3.5	85	43.74	0.95	45.83	97.70	100.00
Cereal-nestum, arroz	6.1	0.7	87	42.59	0.97	43.88	96.00	99.38
Cereal-nestum, arroz c/frutas	5.2	0.6	84.4	40.86	0.83	49.39	100.00	98.00
Cereal-nestum, avena	10	5.2	70.7	40.89	1.59	25.70	96.00	96.77
Cereal-nestum, avena c/banano	9.1	4.5	73.5	41.11	1.45	28.43	100.00	96.80
Cereal-nestum, integral	10.9	2.4	71.7	39.74	1.73	22.91	96.00	96.56
Cereal-nestum, mixto 4 cereales	9.5	1.2	81	42.19	1.51	27.92	96.20	98.23
Cereal-nestum, mixto 5 cereales	10	1.5	72.9	39.09	1.59	24.57	100.00	96.80
Cereal-nestum, trigo	6.1	2.35	80.6	42.00	1.29	32.67	100.00	99.10
Cereal-nestum, trigo c/chocolate	6.9	1.5	80.8	41.99	1.42	29.66	96.00	98.96
Cereal-nestum, trigo c/leche	15	9	67.8	45.24	2.39	18.96	100.00	97.50
Cereal-nestum, trigo c/manzana hojuelas	7	0.95	83	41.50	1.11	37.26	100.00	99.00
Cereal-nestum, trigo c/miel	8.6	0.9	82.2	42.00	1.37	30.70	97.00	98.66
Comida-bebe, puré procesado, banano	0.4	0.1	15.3	7.10	0.06	111.54	16.00	98.13
Comida-bebe, puré procesado, frutas mixtas	0.1	0.3	15.43	7.33	0.06	115.15	16.50	98.06
Comida-bebe, puré procesado, macarrones, tomate y res	2.36	1.47	9.45	6.62	0.38	17.62	13.66	97.29
Comida-bebe, puré procesado, manzana	0.2	0.2	10.8	5.06	0.03	159.07	11.40	98.25
Comida-bebe, puré procesado, melocotón c/azúcar	0.2	0.2	15	6.93	0.03	217.74	16.00	98.13
Comida-bebe, puré procesado, pavo y arroz	2.27	1.24	7.94	5.72	0.36	15.85	11.78	97.20
Comida-bebe, puré procesado, pavo y vegetales	4.8	3.4	8	8.78	0.76	11.50	17.70	92.09
Comida-bebe, puré procesado, pera	0.3	0.2	10.8	5.12	0.05	107.21	11.60	97.11
Comida-bebe, puré procesado, pera y piña	0.3	0.1	10.9	5.09	0.05	106.57	11.50	97.39
Comida-bebe, puré procesado, pollo y fideos	2.69	2.06	9.08	7.08	0.43	16.54	14.36	96.31
Comida-bebe, puré procesado, pollo y vegetales	2.47	1.73	8.42	6.42	0.39	16.33	13.10	96.26
Comida-bebe, puré procesado, res y arroz	5	2.9	8.8	8.87	0.80	11.15	18.10	92.27
Comida-bebe, puré procesado, res y vegetales	2.03	6.93	6.36	9.15	0.32	28.35	15.70	97.58
Comida-bebe, puré procesado, veg. Y jamón p1	2.02	1.89	8.65	6.39	0.32	19.87	13.00	96.54
Comida-bebe, puré procesado, veg. Y jamón p2	2.19	2.14	7.8	6.29	0.35	18.06	12.53	96.73
Comida-bebe, puré procesado, veg. Y pavo	2.32	0.9	7.62	5.35	0.37	14.50	11.18	96.87
Comida-bebe, puré procesado, veg. Y pollo	2.04	1.12	8.66	5.82	0.32	17.95	12.24	96.57
Comida-bebe, puré procesado, veg. Y res	2.59	2.43	7.7	6.69	0.41	16.23	12.96	98.15
Comida-bebe, puré procesado, veg., fideos y pavo	1.2	1.2	6.8	4.59	0.19	24.04	9.70	95.88
Comida-bebe, puré procesado, veg., fideos y pollo	2	2.5	7.9	6.50	0.32	20.43	12.80	96.88
Comida-bebe, puré procesado, vegetales mixtos	1.2	0.1	9.5	4.97	0.19	26.01	11.30	95.58
Comida-bebe, puré procesado, zanahoria	0.8	0.1	6	3.19	0.13	25.04	7.70	89.61
Comida-bebe, puré procesado, cereal, avena, manzana y banano,	1.3	0.7	15.4	8.09	0.21	39.13	17.80	97.75
Comida-bebe, puré procesado, comida, sopa pollo p2	1.6	1.7	7.2	5.37	0.25	21.08	10.90	96.33
Comida-bebe, puré procesado, fruta, mango p2	0.3	0.2	21.6	9.92	0.05	207.79	22.30	98.33
Comida-bebe, puré procesado, fruta, manzana y piña p2	0.1	0.1	10.1	4.62	0.02	290.37	10.50	98.10
Comida-bebe, puré procesado, fruta, albaricoque p2	0.3	0	16.3	7.41	0.05	155.29	16.90	98.22
Comida-bebe, puré procesado, fruta, banano y piña p2	0.2	0	17.8	8.02	0.03	252.13	18.30	97.10
Comida-bebe, puré procesado, fruta, banano, p1	0.4	0.2	17.8	8.28	0.06	130.17	18.50	98.92
Comida-bebe, puré procesado, fruta, chruela p2	0.6	0.1	18.5	8.63	0.10	90.42	19.70	97.46

Tabla 27-Bis25 Composición química de los alimentos (continuación)

Comida-bebe, puré procesado, fruta, guayaba y papaya p2	0.2	0.1	17	7.74	0.03	243.32	17.50	98.86
Comida-bebe, puré procesado, fruta, manzana, p1	0	0	10.3	4.58	0.00	0.00	10.50	96.10
Comida-bebe, puré procesado, fruta, manzana, p3	0.2	0.1	12.1	5.56	0.03	174.87	12.50	98.96
Comida-bebe, puré procesado, fruta, melocotón, p3	0.5	0.2	11.8	5.67	0.08	71.32	12.60	98.41
Comida-bebe, puré procesado, fruta, papaya y manzana p2	0.2	0.1	18.9	8.59	0.03	269.86	19.40	98.97
Comida-bebe, puré procesado, fruta, peras, p1	0.3	0.1	11.6	5.40	0.05	113.09	12.20	98.36
Comida-bebe, puré procesado, fruta, peras, p3	0.3	0.1	13.6	6.29	0.05	131.72	14.40	98.61
Comida-bebe, puré procesado, frutas mixtas c/yogurt p2	0.8	0.8	16.23	8.26	0.13	64.89	18.20	97.97
Comida-bebe, puré procesado, postre, frutas, p2	0.3	0	16	7.28	0.05	152.49	16.60	98.19
Comida-bebe, puré procesado, postre, manzana yogurt,	0.8	1.6	19.5	10.31	0.13	81.02	22.10	99.10
Comida-bebe, puré procesado, postre, manzana, p2	0.2	0.4	19.74	9.18	0.03	288.66	20.50	99.22
Comida-bebe, puré procesado, verdura, ayote, p1	0.3	0.2	5.6	3.08	0.13	24.23	7.20	91.67
Comida-bebe, puré procesado, verdura, ayote, p2	0.8	0.2	5.6	3.08	0.13	24.23	7.30	91.78
Comida-bebe, puré procesado, verdura, zanahoria, p1	0.8	0.2	7.2	3.80	0.13	29.82	9.00	92.22
Fórmula infantil, enfamil Premium 1 soya, con hierro	12.5	27	54.3	51.34	1.99	25.82	97.00	96.70
Fórmula infantil, enfamil Premium 1 soya, con hierro (dha y ara)	15.0	21	57.1	49.81	2.48	20.07	97.00	96.00
Fórmula infantil, enfamil Premium 1, con hierro	10.8	27	56.2	51.24	1.72	29.82	96.70	97.21
Fórmula infantil, enfamil Premium 1, con hierro (dha y ara)	10.8	27	56.2	51.24	1.72	29.82	96.70	97.21
Fórmula infantil, enfamil Premium 2 soya, con hierro	15.6	21	57.1	49.81	2.48	20.07	97.00	96.60
Fórmula infantil, enfamil Premium 2 soya, con hierro (dha y ara)	15.6	25	53.1	51.01	2.18	20.56	97.00	96.80
Fórmula infantil, enfamil sin lactosa, con hierro	10.9	28	56.3	52.09	1.73	30.04	97.80	97.34
Fórmula infantil, enfamil sin lactosa, con hierro (dha y ara)	10.9	28	56.3	52.09	1.73	30.04	97.80	97.34
Fórmula infantil, isomil con hierro	13.7	26.1	52.5	52.04	2.18	23.88	97.50	96.51
Fórmula infantil, nan 1	9.5	27.7	57.9	51.80	1.51	34.27	97.00	98.04
Fórmula infantil, nan 2, bifidus	15.9	21.2	56.8	50.00	2.53	19.77	97.00	96.80
Fórmula infantil, nan sin lactosa	12.6	25	56.8	51.01	2.00	25.15	97.00	97.32
Fórmula infantil, nan soya	14	25	55.3	51.12	2.23	22.95	97.00	97.22
Fórmula infantil, nursy	14	27	54	52.05	2.23	23.37	98.00	96.94
Fórmula infantil, promil Gold, etapa 2	16	20	59	50.13	2.55	19.69	98.00	95.51
Fórmula infantil, similac advance 1, baja en hierro	10.8	27	56.2	51.24	1.72	29.82	96.70	97.21
Fórmula infantil, similac advance 1, con hierro	10.9	28.9	55.5	52.41	1.73	30.22	97.70	100.00
Fórmula infantil, similac advance 1, sin lactosa (lf)	11	27.7	54.9	51.30	1.75	29.31	98.00	96.84
20. Aderezos, Salsas Y Sopas								
Aderezo ensalada, aceite y vinagre	0	50.1	2.5	38.69	0.00	0.00	52.60	100.00
Aderezo ensalada, tipo francés c/sal	0.77	44.81	15.58	40.96	0.12	334.37	63.44	96.39
Aderezo ensalada, tipo francés s/sal	0.77	44.81	15.58	40.96	0.12	334.37	63.44	96.39
Aderezo ensalada, tipo francés, no comercial	0.1	70.2	3.4	54.22	0.02	3407.91	75.80	97.63
Aderezo ensalada, tipo italiano c/sal	0.38	28.37	10.43	26.12	0.06	432.14	43.60	89.86
Aderezo ensalada, tipo italiano c/sal s/grasa	0.97	0.87	8.75	5.08	0.15	32.93	14.05	75.30
Aderezo ensalada, tipo italiano s/sal	0.38	28.37	10.43	26.12	0.06	432.14	43.60	89.86
Aderezo ensalada, tipo ranchero	1.03	51.39	6.69	42.09	0.16	256.86	61.82	95.62
Caldo de frijol	1.9	0.1	3.5	2.69	0.30	8.89	7.50	73.33
Caldo de pollo, condensado, enlatado	4.42	1.04	0.75	3.57	0.70	5.08	8.04	77.24
Caldo de pollo, deshidratado, en cubitos	14.6	4.7	23.5	22.10	2.32	9.51	97.50	43.90
Caldo de pollo, deshidratado, en polvo	16.66	13.88	18.01	27.69	2.65	10.45	97.73	49.68
Caldo de pollo, o gallina	0.2	9.8	0	7.46	0.03	234.50	10.90	87.16
Caldo de res,	1.2	2.4	3.3	3.93	0.19	29.61	7.60	90.79
Caldo de res, condensado, enlatado	4.37	0	1.44	3.07	0.70	4.42	7.40	78.51

Tabla 27-Bis26 Composición química de los alimentos (continuación)

Caldo de res, deshidratado, en cubitos	17.3	4	16.1	19.79	2.75	7.19	96.70	38.68
Caldo de res, deshidratado, en polvo	15.97	8.69	23.65	26.07	2.54	10.26	96.73	50.15
Mostaza comercial	3.95	3.11	7.78	7.99	0.63	12.71	18.36	80.83
Pasta o spread para sándwich	0.9	34	22.4	35.96	0.14	251.13	59.20	96.62
Salsa envasada, barbacoa	1.8	1.8	12.8	8.04	0.29	28.08	19.10	85.86
Salsa envasada, de soya	10.51	0.1	5.57	8.40	1.67	5.03	34.00	47.59
Salsa envasada, inglesa	0	0	19.46	8.65	0.00	0.00	21.46	90.68
Salsa envasada, para pescado	5.06	0.01	3.64	4.44	0.81	5.52	26.93	30.11
Salsa envasada, picante	0.51	0.37	1.75	1.34	0.08	16.51	10.02	26.25
Salsa envasada, tabasco	1.29	0.76	0.8	1.64	0.21	8.01	4.83	59.01
Salsa envasada, tomate, catsup	1.74	0.38	25.08	12.40	0.28	44.80	30.85	88.14
Salsa procesada, sofrito	12.8	18.2	5.46	23.20	2.04	11.39	40.34	90.38
Salsa procesada, tomate c/cebolla	1.56	0.19	9.94	5.43	0.25	21.87	13.91	84.11
Salsa procesada, tomate c/hongos	1.45	0.13	8.43	4.65	0.23	20.16	12.03	83.21
Salsa procesada, tomate c/queso	2.13	1.93	10.24	7.18	0.34	21.20	16.57	86.30
Salsa procesada, tomate para spaghetti	1.7	3.9	10	10.98	0.27	40.01	23.20	91.81
Salsa procesada, tomate, estilo ranchero	0.94	0.74	8.77	4.98	0.15	33.28	11.72	89.16
Sopa condensada, enlat. Cebolla	3.06	1.42	6.68	5.71	0.19	11.79	13.65	81.76
Sopa condensada, enlat. Frijol negro	4.83	1.32	15.42	10.53	0.77	13.71	24.67	87.43
Sopa condensada, enlat. Frijoles con cerdo	5.88	4.42	16.97	14.13	0.94	15.11	29.83	91.38
Sopa condensada, enlat. Minestrone	3.48	2.05	9.17	7.55	0.55	13.64	17.05	86.22
Sopa condensada, enlat. Pollo c/arroz	2	1.6	6.8	5.34	0.32	16.77	11.60	88.79
Sopa condensada, enlat. Pollo y fideos	2.6	1.5	6.9	5.64	0.41	13.63	13.10	83.97
Sopa condensada, enlat. Res y fideos	3.85	2.46	7.16	7.17	0.61	11.71	15.58	86.39
Sopa condensada, enlat. Tomate	1.61	0.56	13.41	7.28	0.26	28.41	17.50	89.09
Sopa condensada, enlat. Vegetales y res	4.45	1.51	8.11	7.21	0.71	10.19	16.31	86.20
Sopa condensada, prep. C/agua, cebolla	1.56	0.72	3.39	2.92	0.25	11.75	6.94	81.70
Sopa condensada, prep. C/agua, frijoles con cerdo	3.12	2.35	9.01	7.50	0.50	15.12	15.84	91.41
Sopa condensada, prep. C/agua, minestrone	1.77	1.04	4.66	3.84	0.28	13.63	8.67	86.27
Sopa condensada, prep. C/agua, res y fideos	1.98	1.26	3.68	3.68	0.32	11.69	8.01	86.39
Sopa condensada, prep. C/agua, tomate	0.84	0.79	6.8	4.08	0.13	30.55	9.64	87.45
Sopa condensada, prep. C/agua, vegetales y res	2.29	0.78	4.17	3.71	0.36	10.19	8.39	86.17
Sopa crema condensada, enlat. Cebolla	2.2	4.2	10.4	9.00	0.35	25.71	19.00	88.42
Sopa crema condensada, enlat. Espárragos	1.82	3.26	8.52	7.25	0.29	25.02	15.95	85.27
Sopa crema condensada, enlat. Hongos	1.61	5.89	6.72	8.30	0.26	32.41	16.15	88.05
Sopa crema condensada, enlat. Papa	1.39	1.88	9.14	6.25	0.22	28.25	14.61	84.87
Sopa crema condensada, enlat. Pollo	2.38	5.77	7.16	8.83	0.38	23.33	17.25	88.70
Sopa crema condensada, prep. C/agua, cebolla	1.13	2.16	5.2	4.56	0.18	25.37	9.50	88.42
Sopa crema condensada, prep. C/agua, espárragos	0.94	1.68	4.38	3.73	0.15	24.94	8.20	85.24
Sopa crema condensada, prep. C/agua, hongos	0.95	3.68	3.81	4.98	0.15	32.97	8.67	88.00
Sopa crema condensada, prep. C/agua, pollo	1.41	3.02	3.8	4.74	0.22	21.13	9.38	87.53
Sopa crema deshidratada, espárragos	13.75	10.8	55.75	40.53	2.19	18.53	95.20	84.35
Sopa crema deshidratada, pollo	7.25	21.68	54.34	44.45	1.15	38.54	96.25	86.51
Sopa crema deshidratada, prep. C/agua, espárragos	0.88	0.69	3.57	2.59	0.14	18.53	6.10	84.26
Sopa crema deshidratada, prep. C/agua, pollo	0.68	2.04	5.11	4.18	0.11	38.64	9.06	86.53
Sopa crema deshidratada, prep. C/agua, vegetales	0.73	2.19	4.73	4.15	0.12	35.74	8.82	86.73
Sopa crema deshidratada, vegetales	8	24.1	52.1	45.69	1.27	35.90	87.10	86.71
Sopa de fideo ramen, preparada	2.6	3.79	13.52	10.30	0.41	24.90	16.74	100.00

Tabla 27-Bis27 Composición química de los alimentos (continuación)

Sopa deshidratada, cebolla	7.48	5.09	60.32	34.79	1.19	29.24	96.21	75.77
Sopa deshidratada, cola de buey	15	13.6	47.9	39.34	2.39	16.70	85.20	80.36
Sopa deshidratada, fideo ramen, cualquier sabor	9.3	17.1	65.5	47.11	1.48	31.84	95.30	96.43
Sopa deshidratada, fideo ramen, sabor pollo	10.66	15.55	63.57	45.35	1.70	27.04	95.74	93.77
Sopa deshidratada, fideo ramen, sabor res	10.29	15.71	63.27	45.63	1.64	27.87	94.48	94.49
Sopa deshidratada, hongos	10.16	22.34	51.18	45.17	1.62	27.89	96.94	86.38
Sopa deshidratada, minestrone	20	7.8	53.6	40.81	3.18	12.83	95.20	85.50
Sopa deshidratada, pollo c/arroz	15.07	8.89	57.09	40.43	2.40	16.86	96.11	84.34
Sopa deshidratada, pollo c/fideos	15.42	6.51	62.32	41.17	2.45	16.78	95.06	88.64
Sopa deshidratada, pollo c/vegetales	18.98	5.59	55.04	38.22	3.02	12.99	85.34	83.50
Sopa deshidratada, prep. C/agua, cebolla	0.45	0.23	2.06	1.34	0.07	18.70	3.71	73.85
Sopa deshidratada, prep. C/agua, cola de buey	1.11	1.01	3.54	2.95	0.18	16.70	7.04	80.40
Sopa deshidratada, prep. C/agua, hongos	0.88	1.92	4.4	3.89	0.14	27.75	8.34	86.33
Sopa deshidratada, prep. C/agua, minestrone	1.75	0.68	4.09	3.57	0.28	12.82	8.33	85.47
Sopa deshidratada, prep. C/agua, pollo c/arroz	0.97	0.57	3.66	2.59	0.15	16.81	6.16	84.25
Sopa deshidratada, prep. C/agua, pollo c/fideos	0.84	0.55	3.67	2.51	0.13	18.79	5.84	86.64
Sopa deshidratada, prep. C/agua, pollo c/vegetales	1.07	0.32	3.11	2.22	0.17	13.03	5.39	83.49
Sopa deshidratada, prep. C/agua, res c/fideo	0.88	0.32	2.1	1.80	0.11	12.83	1.68	76.71
Sopa deshidratada, prep. C/agua, tomate	0.93	0.9	7.32	4.45	0.15	30.05	10.30	88.74
Sopa deshidratada, prep. C/agua, vegetales y res	1.16	0.11	3.17	2.38	0.18	12.92	5.85	81.71
Sopa deshidratada, res y fideos	17.93	6.39	48.64	36.39	2.85	12.76	95.03	76.79
Sopa deshidratada, tomate	8.63	8.35	68.3	41.42	1.37	30.17	96.08	98.75
Sopa deshidratada, vegetales y res	18.91	7.2	51.74	38.92	3.01	12.84	95.36	81.65
Vinagre	0	0	0.93	0.41	0.00	0.00	6.19	97.25
Vinagre destilado	0	0	0.04	0.02	0.00	0.00	5.22	100.00
21. Comidas Preparadas: Comerciales Y Caseras								
Aros de cebolla, empanizados fritos	4.46	18.69	37.74	33.27	0.71	46.90	62.91	96.77
Arroz frito (Guatemala)	2.47	5.52	25.68	16.93	0.39	43.08	100.00	99.35
Bollo c/huevo	8.53	16.23	23.46	27.35	1.36	20.15	49.94	96.46
Bollo c/huevo y jamón	10.64	14.08	18.31	24.62	1.69	14.55	45.34	94.91
Bollo c/huevo y tocino	11.33	20.73	19.06	30.33	1.80	16.83	53.33	95.50
Bollo c/jamón	11.85	16.3	38.75	36.05	1.89	19.12	71.60	93.44
Bollo c/salchicha	9.77	25.63	32.29	39.01	1.55	25.10	70.70	95.76
Burrito, carne de res	12.09	9.46	26.6	25.65	1.92	13.34	50.39	95.55
Burrito, carne de res c/chile	10.7	8.23	24.6	23.06	1.70	13.55	45.55	96.57
Burrito, carne de res c/queso y chile	13.46	8.15	20.96	22.92	2.14	10.70	44.81	95.00
Burrito, frijoles	6.48	6.22	32.92	22.90	1.03	22.22	47.47	96.10
Burrito, frijoles c/carne de res	9.73	7.71	28.58	23.90	1.65	15.44	48.11	95.66
Burrito, frijoles c/chile	8.03	7.19	28.47	22.52	1.28	17.63	45.63	95.75
Burrito, frijoles c/queso	8.1	6.29	29.55	22.36	1.29	17.35	46.09	95.34
Burrito, frijoles c/queso y carne de res	7.18	6.55	19.55	17.60	1.14	15.41	35.06	94.95
Burrito, frijoles c/queso y chile	9.91	6.84	25.35	21.91	1.58	13.90	44.23	95.16
Camarones empanizados y fritos	11.51	15.18	24.39	28.63	1.83	15.64	52.18	97.89
Chile relleno de Guatemala	8.08	17.51	8.79	21.54	1.29	16.76	100.00	99.12
Chilli c/carne	9.73	3.27	8.67	11.72	1.55	7.57	23.30	92.96
Chop-suey, de res & cerdo	10.4	6.8	5.2	13.20	1.65	7.98	24.80	100.00
Chow-mein, de pollo	12.4	4	4	11.68	1.97	5.92	22.00	100.00
Crepas, de espinaca	5.95	9.29	11.15	15.24	0.95	16.10	100.00	100.00

Tabla 27-Bis28 Composición química de los alimentos (continuación)

Crepas, de jamón y queso	11.74	11.74	10.8	20.14	1.87	10.78	100.00	100.00
Crepas, de pollo	12.82	9.4	6.12	17.80	2.04	8.73	23.93	100.00
Crepas de espinaca	0	0	0	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
Croissant, de huevo, queso y jamón	12.45	22.09	15.92	30.58	1.98	15.44	48.86	94.92
Croissant, de huevo, queso y tocino	12.58	21.98	18.33	31.64	2.00	15.81	56.08	95.11
Eliote cocido, c/mantequilla	3.06	2.35	21.88	13.19	0.49	27.10	27.95	97.67
Enchilada guatemalteca	1.69	3.98	9.27	8.05	0.27	29.95	100.00	99.48
Enchilada mexicana, c/queso	5.91	11.56	17.51	19.74	0.94	21.00	36.77	95.16
Enchilada mexicana, c/queso y carne de res	6.21	9.19	15.87	17.40	0.99	17.62	33.11	94.41
Ensalada restaurante, atún c/aderezo	16.04	9.26	9.41	20.06	2.55	7.86	36.84	84.19
Ensalada restaurante, pollo	11.64	13.52	7.41	19.91	1.85	10.75	33.83	96.28
Ensalada restaurante, repollo	1.47	11.08	12.88	14.85	0.23	63.51	25.98	97.88
Ensalada-restaurante, vegetales s/aderezo	1.25	0.07	3.22	2.18	0.20	10.96	4.49	88.20
Ensalada-restaurante, vegetales s/aderezo c/pollo	8	1	1.71	5.96	1.27	4.69	12.95	94.59
Ensalada-restaurante, cesar c/pollo	8.09	4.81	7.36	11.38	1.29	8.84	21.63	93.20
Ensalada-restaurante, cesar s/pollo	3.18	2.05	4.28	5.21	0.51	10.30	10.29	91.06
Frijoles negros cocidos enteros (Guatemala)	5.84	0.41	15.85	10.60	0.93	11.41	100.00	99.05
Frijoles negros fritos, puré o colados (Guatemala)	7.36	5.91	20.03	17.43	1.17	14.99	100.00	98.78
Frijoles negros refritos o volteados (Guatemala)	12.25	17.46	33.42	34.77	1.95	17.84	100.00	97.99
Fritada de cerdo	32	23.6	1	35.96	5.09	7.06	61.20	92.48
Hamburguesa, grande c/vegetales c/cond.	11.85	12.55	18.35	24.17	1.89	12.82	44.30	96.48
Hamburguesa, grande doble carne, c/vegetales c/cond.	15.17	11.75	17.82	25.18	2.41	19.43	46.26	96.71
Hamburguesa, grande s/vegetales s/cond.	16.51	16.73	23.16	32.03	2.63	12.20	57.90	97.41
Hamburguesa, regular c/vegetales c/cond.	11.74	12.25	24.81	26.75	1.87	14.32	50.59	96.48
Hamburguesa, regular doble carne, c/vegetales c/cond.	14.8	15.1	18.02	27.57	2.35	11.71	49.49	96.83
Hamburguesa, regular doble carne, s/vegetales s/cond.	17	15.85	24.39	32.19	2.70	11.90	58.90	97.20
Hamburguesa, regular s/vegetales s/cond.	13.69	13.13	33.9	32.54	2.18	14.94	62.45	97.23
Hilachas de res, Guatemala	5.1	1	8.9	7.55	0.81	9.30	16.50	90.91
Hot dog, con chili	11.85	11.79	27.45	27.64	1.89	14.66	52.20	97.89
Hot dog, simple	10.6	14.84	18.4	25.21	1.69	14.95	46.04	95.22
Huevos, cocidos o duros	12.58	10.61	1.12	15.46	2.00	7.72	25.38	95.74
Huevos, fritos o estrellados	13.63	15.31	0.88	19.46	2.17	8.98	30.87	96.60
Huevos, omelet c/jamón y queso	15.42	16.67	1.56	21.78	2.45	8.88	35.58	93.99
Huevos, omelet simple	10.62	12.02	0.69	15.24	1.69	9.02	24.17	96.52
Huevos, revueltos o picados	13.84	16.18	2.08	20.77	2.20	9.43	33.30	96.40
Medallones o «Nuggets» de pollo frito	15.59	18.82	16.32	30.05	2.48	12.12	52.92	95.86
Mixta (tortilla, guacamol, salchicha)	6.22	13.09	21.04	22.63	0.99	22.87	100.00	98.26
Nachos, c/queso	8.05	16.77	32.15	31.35	1.28	24.48	59.55	95.67
Nachos, c/queso y chile	8.24	16.74	29.45	30.23	1.31	23.06	57.30	94.99
Nachos, c/queso, frijoles, carne de res y chile	7.76	12.04	21.89	23.08	1.23	18.69	44.04	94.66
Panqueque preparado, c/miel y mantequilla	3.56	6.03	39.18	23.92	0.57	42.23	50.28	97.00
Panqueque preparado, simple	6.4	9.7	28.3	23.42	1.02	23.00	47.10	94.48
Papa horneada, c/salsa de queso	4.94	9.71	15.71	17.02	0.79	21.65	34.25	94.98
Papa horneada, c/salsa de queso y brócoli	4.03	6.32	13.74	13.09	0.64	29.42	29.96	94.63
Papa horneada, c/salsa de queso y chill	5.88	5.53	14.14	13.71	0.94	14.65	29.92	94.02
Papa horneada, c/salsa de queso y tocino	6.16	8.66	14.86	16.53	0.98	16.87	34.98	95.08
Papas «hashed Brown», restaurante	2.7	12.8	22.43	21.07	0.43	49.06	39.86	95.18
Papas a la francesa, fritas en aceite veg.	3.76	17.05	37.51	31.55	0.60	52.75	60.24	96.81
Papas a la francesa, palitos tostados	5.87	20.6	41.03	36.95	0.93	39.57	70.04	96.37

Tabla 27-Bis29 Composición química de los alimentos (continuación)

Papas en puré, restaurante	2.31	1.21	16.12	9.36	0.37	25.46	20.79	94.47
Pescado empanizado y frito	18.09	13.33	8.04	23.64	2.88	8.22	41.19	96.94
Pescado filete, empanizado-frito	14.66	12.29	16.97	24.92	2.33	10.69	46.43	94.59
Pescado frito casero (Guatemala)	22.4	16.76	8.73	28.92	3.56	6.12	100.00	96.63
Pie manzana (McDonald)	3.07	15.66	43.62	32.84	0.49	67.24	63.02	98.94
Pizza de carne y vegetales, concha regular	11.02	10.9	25.38	25.59	1.75	14.60	49.60	95.36
Pizza de Pepperoni, concha gruesa	11.97	14.21	30.49	30.87	1.90	16.21	59.20	85.73
Pizza de Pepperoni, concha regular	12.86	11.36	31.55	29.72	2.05	14.53	58.65	95.11
Pizza de queso, carne y vegetales, concha regular	11.02	10.9	25.38	25.59	1.75	14.60	49.60	95.36
Pizza de queso, concha gruesa	11.73	12.56	29.93	29.25	1.67	15.68	56.60	95.78
Pizza de queso, concha regular	11.93	10.89	31.22	28.69	1.90	15.11	56.71	95.29
Plátano frito	1.43	10.22	35.02	24.03	0.23	105.61	100.00	98.72
Pollo empanizado frito, muslo	20.32	18.04	10.61	29.56	3.23	9.14	51.01	95.98
Pollo empanizado frito, pechuga	21.01	18.11	12.01	31.12	3.49	8.93	54.30	95.82
Pollo empanizado frito, pieza sin hueso	15.59	18.82	16.32	30.05	2.48	12.12	52.92	95.86
Postre, manjar blanco (Guatemala)	1.8	1.09	20.11	10.70	0.29	37.57	100.00	99.71
Postre, relleno de plátano con frijoles (Guatemala)	2.9	0.48	52.59	25.35	0.46	54.94	100.00	98.88
Pupusas de chicharrón	10.8	1.2	55.1	31.51	1.72	18.35	69.00	97.68
Queso burguesa, grande c/jamón c/vegetales	15.55	18.97	14.83	29.48	2.47	11.92	49.95	95.16
Queso burguesa, grande c/todino	16.41	13.85	19.04	31.71	2.61	12.16	56.40	96.28
Queso burguesa, grande c/vegetales21062	12.87	15.04	17.53	26.24	2.05	12.81	47.50	95.66
Queso burguesa, grande doble carne c/vegetales	14.72	16.92	15.37	27.72	2.34	11.84	48.91	96.12
Queso burguesa, grande s/vegetales	16.29	17.83	25.63	33.83	2.59	13.06	61.35	97.39
Queso burguesa, regular c/vegetales c/cond.	11.58	12.85	18.27	24.21	1.84	13.14	44.80	95.31
Queso burguesa, regular doble carne c/vegetales c/cond.	12.8	12.7	21.2	26.07	2.04	12.80	48.80	95.70
Queso burguesa, regular doble carne s/vegetales s/cond.	17.85	18.37	14.23	30.04	2.84	10.58	57.63	95.85
Queso burguesa, regular doble carne y pan c/veg. C/cond.	13.04	15.47	23.3	29.22	2.07	14.08	53.44	96.95
Queso burguesa, regular s/vegetales	14.48	14.85	31.13	33.04	2.30	14.34	62.70	96.43
Revolcado o chanfaina (Guatemala y el salvador)	11.5	7.9	4.7	14.42	1.83	7.88	26.30	91.63
Sándwich o hamburguesa, filete de pollo	13.25	16.18	21.26	28.96	2.11	13.74	52.69	96.20
Sándwich o hamburguesa, filete de pollo c/queso	12.9	17	18.24	28.04	2.05	13.68	53.99	96.11
Sándwich o hamburguesa, pescado, c/salsa	10.72	14.41	25.96	28.31	1.71	16.60	52.65	97.04
Sándwich o hamburguesa, pescado, c/salsa y queso	11.26	15.63	26.03	29.56	1.79	16.50	54.82	96.52
Sándwich, bistec de res	14.87	6.9	25.47	24.77	2.37	10.47	48.93	96.53
Sándwich, huevo y queso	10.69	13.3	17.76	23.82	1.70	14.01	43.70	95.54
Sándwich, jamón y queso	14.17	10.6	22.84	25.99	2.25	11.53	49.20	96.77
Sándwich, jamón, queso y huevo	13.46	11.4	21.64	25.66	2.14	11.98	48.85	95.19
Sándwich, pollo (mopollo)	10.17	16.21	26.86	29.76	1.62	18.39	65.03	96.77
Snacks, chicharroncillos	61.3	31.3	0	57.61	9.75	5.91	98.20	94.50
Snacks, palomitas de maíz c/sal y aceite	9	28.1	57.2	51.51	1.43	35.97	97.20	97.02
Snacks, papalinas sabor barbacoa	7.7	32.4	52.8	52.05	1.23	42.49	98.10	94.90
Snacks, papalinas sabor queso	8.5	27.2	57.7	50.78	1.35	37.55	98.20	95.11
Snacks, papalinas simples	7.1	20.8	66.9	49.29	1.13	43.63	99.00	95.86
Snacks, platalinas	2.3	33.6	58.4	52.44	0.37	143.30	95.70	98.54
Snacks, tostaditas/maíz, sabor barbacoa	7	32.7	56.2	53.40	1.11	47.95	98.80	97.17
Snacks, tostaditas/maíz, sabor nachos	6.5	31.7	57.3	52.86	1.03	51.12	98.10	97.35
Snacks, tostaditas/maíz, sabor queso	5.76	35.76	54.1	54.07	0.92	59.01	98.50	97.07
Snacks, tostaditas/maíz, simples	5.8	26.9	62.9	51.36	0.92	55.66	98.00	97.65

Tabla 27-Bis30 Composición química de los alimentos (continuación)

Taco bell, ensalada	6.69	9.17	15.1	17.31	1.06	16.27	32.68	94.77
Taco bell, original, con carne de res	10.79	13.48	17.95	24.10	1.72	14.04	44.09	95.76
Taco bell, suave, con bistec	11.81	12.1	17.22	23.30	1.88	12.40	43.18	95.25
Taco bell, suave, con carne de pollo	14.33	7.32	19.58	22.17	2.28	9.73	43.56	94.65
Taco regular mexicano	12.08	12.02	15.63	22.69	1.92	11.81	41.60	95.50
Tamal asado (costa rica)	2.8	0.9	49.5	24.23	0.45	54.40	54.30	97.97
Tamal colorado (Guatemala)	5.3	9.9	13.1	16.20	0.84	19.21	100.00	99.20
Tamal de cerdo (Guatemala)	2.5	5.2	13.3	11.20	0.40	28.17	22.30	94.17
Tamal de cerdo c/almendras (costa rica)	3.1	8.8	17.5	16.10	0.49	32.65	31.70	92.74
Tamal de elote (Guatemala)	1.99	3.31	23	13.81	0.32	43.63	100.00	99.32
Tamal de maíz pilado	2.9	2.6	13.9	9.74	0.46	21.12	20.60	94.17
Tamal de papa o paches (Guatemala)	2.86	4.88	10.71	10.51	0.46	22.01	100.00	99.29
Tamal de picadillo (honduras)	1.9	0.8	15.5	8.55	0.30	28.28	21.20	85.85
Tamal estilo nacatamal	3.7	6.3	12.7	12.43	0.59	21.12	23.00	94.98
Tamal layuyo (Guatemala)	4.8	0.8	30	16.61	0.76	21.75	37.60	94.68
Tamalito de chipilín (Guatemala)	4.04	8.35	29.75	21.73	0.64	33.82	100.00	99.10
Tortitas de carne (Guatemala)	19.6	18.57	3.44	26.37	3.12	8.46	100.00	100.00
Tostada de aguacate c/chile y queso	4.78	8.91	12.27	11.80	0.76	19.16	27.19	94.13
Tostada de frijol (Guatemala)	5.41	8.44	21.07	18.71	0.86	21.73	100.00	99.10
Tostada de frijol y queso	6.67	6.85	18.12	17.04	1.06	16.06	33.76	94.58
Tostada de guacamole (Guatemala)	2.13	4.84	12.3	10.28	0.34	30.34	100.00	99.42
Tostada de salsa (Guatemala)	2.26	8.83	14.49	14.32	0.36	39.83	100.00	99.46
Tostadas a la francesa, con leche	7.7	10.8	25	23.50	1.23	19.18	45.30	96.03
22. Condimentos								
Ajo molido	16.8	0.76	72.71	42.24	2.67	15.80	93.55	96.48
Albahaca, fresca	2.54	0.61	4.34	3.80	0.40	9.41	9.04	82.85
Anís, semilla	17.6	15.9	50.02	43.96	2.80	15.70	90.46	92.32
Azafrán	11.43	5.85	65.37	39.81	1.82	21.89	88.10	93.81
Canela, molida	3.89	3.19	79.85	40.05	0.62	64.71	90.48	96.08
Cebolla, polvo	10.12	1.05	80.67	42.28	1.61	26.26	94.99	96.68
Cilantro o culantro, hojas secas	21.93	4.78	52.1	38.95	3.49	11.16	92.70	84.81
Clavo de olor, molido	5.98	20.07	61.21	45.59	0.95	47.92	93.14	93.69
Cominos, semillas	17.81	22.27	44.24	46.28	2.83	16.33	91.94	91.71
Condimento curry, polvo	12.66	13.81	58.15	43.25	2.01	21.47	90.48	93.84
Condimento curry, polvo	6.09	8.69	72.12	41.96	0.97	43.31	91.54	94.92
Eneldo fresco	3.46	1.12	7.02	5.89	0.55	10.69	14.05	82.56
Hierba buena, fresca	3.29	0.73	8.41	6.12	0.52	11.69	14.45	85.95
Hierba buena, seca	19.93	6.03	52.04	38.75	3.17	12.22	88.70	87.94
Mejorana, seca	12.66	7.04	60.56	39.24	2.01	19.49	92.36	86.90
Nuez moscada, molida	5.84	36.31	49.29	52.59	0.93	56.39	93.77	97.50
Orégano, seco	11	10.25	64.43	42.45	1.75	24.26	92.84	92.30
Pimienta blanca	10.4	2.12	68.61	37.87	1.65	22.89	88.58	98.21
Pimienta negra	10.95	3.26	64.81	37.35	1.74	21.44	89.49	95.16
Romero, fresco	3.31	5.86	20.7	15.44	0.53	29.32	32.23	92.71
Sal de mesa	0	0	0	0.00	0.00	0.00	99.80	0.00
Sazonador molido no especificado	6.73	5.91	68.73	38.73	1.07	36.17	91.00	89.42
Sazonador, para pollo	9.59	7.53	65.59	40.14	1.53	26.31	90.69	93.47
Tomillo, seco	9.11	7.43	63.94	39.06	1.45	26.95	92.21	87.27
Vainilla, extracto	0.06	0.06	12.65	5.70	0.01	597.21	47.42	99.45

ANEXO II ENCUESTAS

En la unidad hay 21 edificios, con 20 departamentos para un total de 420 departamentos, de los cuales se eligen 41 al azar para realizar la encuesta, que constó de 8 preguntas, las cuales se muestran a continuación con los datos arrojados en la tabla 2.

Tabla 28 Resumen de las encuestas

1. ¿Cuántos viven en casa?			
1 habitante		5	
2 habitante		5	
3 habitante		9	
4 habitante		13	
5 habitante		4	
6 habitante		4	
7 habitante		1	
2. ¿Con qué frecuencia consume los siguientes alimentos y en qué cantidad?			
Carne roja		36/41	
Carne blanca		37/41	
Pescados y/o mariscos		22/41	
Frutas		39/41	
Verduras		39/41	
Pastas		29/41	
Legumbres		39/41	
Cereales		33/41	
Lácteos		36/41	
Enlatados		36/41	
Alimentos Preparados		16/41	
Pan		33/41	
Tortillas		35/41	
galletas		27/41	
kg /semana		Nº días/Semana	
Menos de 1 kg	5	Rara vez	7
1 kg a 2 kg	17	1 a 2 días	21
Más de 2 kg	19	Más de 2 días	13
3. ¿Cuántas comidas realiza en casa cada miembro de la familia?			
Todos comen en casa		37	
Algunos comen en casa		4	
1 comida		2	
2 comidas		12	
3 comidas o más		27	

Tabla 28-Bis Resumen de las encuestas (continuación)

4. ¿Qué hace con los restos de comida y cuanta cantidad desecha?	
Se tiran	36
Para el perro	3
Abono	2
Menos de 3Kg	22
3 kg o más	7
No hay	12
5. ¿Tiene mascota y de qué tipo?	
perro	12
Gato	4
Aves	2
Peces	0
Otro	2
6. ¿Cómo alimenta a su mascota?	
Alimento Especial	19
Preparado en casa	2
Restos de comida	3
7. ¿Tiene plantas o área verde en casa?	
Si	19
No	22
8. ¿Qué hace con los restos del jardín?	
camión de la basura	12
Abono	5
Nada	2

ANEXO III ALIMENTOS QUE SE CONSUMEN EN IZTAPALAPA

En base a los resultados de la encuesta, se construyó la siguiente tabla, donde se resumen los alimentos más consumidos en la zona. Tomando como referencia, los datos obtenidos en el Anexo I, se presenta la relación C/N para los distintos alimentos consumidos en la Unidad.

Tabla 29 Alimentos de Iztapalapa

Nombre	g Proteína	g Grasa total	g Carbohidratos	% Carbono	% Nitrógeno	Relación C/N	% Sólidos Totales	% Sólidos Volátiles
Crema, espesa	2.05	37	2.79	30.13	0.33	92.39	42.29	98.94
Crema, sustituto no lácteo en polvo	4.79	35.48	54.88	53.67	0.76	70.43	97.79	97.3
Leche de vaca, chocolatada, fluida, fluida, baja en grasa	2.99	1.9	12.13	8.48	0.48	17.83	17.33	95.46
Leche de vaca, con cocoa, fluida	3.52	2.33	10.63	8.43	0.56	15.06	17.43	96.27
Leche de vaca, condensada c/azúcar, enlat.	7.91	8.7	54.4	35.11	1.26	27.9	72.84	97.49
Leche de vaca, descremada c/Mt a, en polvo	36.16	0.77	51.98	43.81	5.75	7.62	96.84	91.81
Leche de vaca, descremada c/Mt a, en polvo instantánea	35.1	0.72	52.19	43.28	5.58	7.75	96.04	91.64
Leche de vaca, descremada c/Mt a, fluida (1%grasa)	3.37	0.97	4.99	4.82	0.54	8.99	10.08	92.56
Leche de vaca, descremada s/Mt a, en polvo	36.16	0.77	51.98	43.81	5.75	7.62	96.84	91.81
Leche de vaca, descremada, en polvo (pl 480)	36.16	0.77	51.98	43.81	5.75	7.62	96.84	91.81
Leche de vaca, integral, en polvo	26.32	26.71	38.42	51.76	4.9	12.36	97.53	93.77
Leche de vaca, integral evaporada c/Mt a, enlat.	6.81	7.56	10.04	13.92	1.08	12.85	25.96	94.03
Leche de vaca, integral, fluida (3.25% grasa)	3.22	3.25	4.52	6.24	0.51	12.18	11.68	94.09
Leche de vaca, semidescremada (2% grasa), fluida	3.3	1.97	4.68	5.4	0.53	10.28	10.67	93.35
Leche de vaca, semidescremada (2% grasa), fortificada, fluida	3.95	1.98	5.49	6.12	0.63	9.75	12.29	92.92
Leche humana, fluida	1	1.5	6.9	4.75	0.16	29.85	12.5	100
Queso blanco fresco, leche descremada	21	1.8	5.4	15.44	3.34	4.62	35.7	79.27
queso blanco fresco, leche integra	17.5	20.1	3.3	26.29	2.78	9.44	45	90.89
queso blanco fresco, leche semidescremada	24.35	7	1.91	19.66	3.87	5.07	36.9	90.14
queso cottage, semidescremado (2% grasa)	13.74	1.93	3.63	10.71	2.19	4.9	20.69	93.28
Queso crema o de capas	7.55	34.87	2.66	31.54	1.2	26.26	46.25	97.47
Queso mozzarella, leche descremada	24.26	15.92	2.77	26.68	3.86	6.91	46.32	92.94
queso mozzarella, leche integra	22.17	22.35	2.19	30.08	3.53	8.53	49.99	93.44
Queso oreado, leche descremada	38.2	5.7	4.9	27.72	6.08	4.56	58.1	83.99
queso parmesano, gratinado	38.46	28.61	4.06	44.68	6.12	7.3	79.16	89.86
queso tipo quesillo, fresco	18	24	3	29.36	2.86	10.25	49	91.84
Queso tipo requesón	12.3	3	10	13.54	1.96	6.92	26.1	100
Yogurt, leche descremada, natural	5.73	0.18	7.68	6.74	0.91	7.39	14.77	92.01
Yogurt, leche descremada, sabor chocolate	3.53	0	23.53	12.42	0.56	22.12	28.43	95.18
Yogurt, leche descremada, sabor frutas	3.98	1.15	18.64	11.36	0.63	17.95	24.7	96.23
Yogurt, leche integra, natural	3.47	3.25	4.66	6.44	0.55	11.67	12.1	94.05
huevo de gallina, clara fresca	10.9	0.17	0.73	6.52	1.73	3.76	12.43	84.93
Huevo de gallina, entero, crudo	12.58	9.94	0.77	14.8	2	7.4	24.16	96.44

Tabla 29-Bis1 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Huevo de gallina, entero, en polvo	47.35	40.95	4.95	59.28	7.53	7.87	96.9	96.23
huevo de gallina, yema, fresca	15.86	26.54	3.59	30.33	2.52	12.02	47.9	96.43
Huevo de gallina, yema, polvo	34.25	55.8	3.6	62.52	5.45	11.47	97.05	96.5
Gallo o gallina, carne cruda	14.72	19.96	0	23.16	2.34	9.9	37.05	96.9
Pavo, carne c/piel, cruda	20.42	8.02	0	17.39	3.25	5.35	29.6	97.03
Pavo, carne c/piel, homeada	28.1	9.73	0	22.94	4.47	5.13	38.3	97.39
Pavo, pechuga c/piel, cruda	23.76	2.65	0	15.22	3.78	4.03	27.12	96.42
Pavo, pechuga c/piel, homeada	29.07	3.2	0	18.59	4.62	4.02	32.4	96.6
Pavo, pechuga s/piel, homeada	30.06	0.74	0	17.29	4.78	3.62	31.6	96.39
Pavo, pierna c/piel, cruda	20.13	3.57	0	13.89	3.2	4.34	24.39	96.39
Pavo, pierna c/piel, homeada	28.49	5.41	0	19.92	4.53	4.4	34.38	97.12
Pavo, pierna s/piel, homeada	29.19	3.77	0	19.08	4.64	4.11	33.46	96.95
Pollo, alas c/piel, cocidas	22.78	16.82	0	25.3	3.62	6.98	37.62	98.36
Pollo, alas c/piel, crudas	18.33	15.97	0	22.18	2.92	7.61	33.79	97.96
Pollo, alas c/piel, fritas	26.11	22.16	2.39	32.22	4.15	7.76	51.38	98.6
Pollo, alas s/piel, cocidas	27.18	7.13	0	20.52	4.32	4.75	32.99	97.79
Pollo, alas s/piel, fritas	30.15	9.15	0	23.65	4.8	4.93	40.17	97.83
Pollo, carne c/piel, cocida	24.68	12.56	0	23.16	3.93	5.9	36.07	97.89
Pollo, carne c/piel, cruda	17.14	15.85	0	21.43	2.73	7.86	34.5	97.48
Pollo, carne c/piel, frita	28.56	14.92	3.15	28.49	4.51	6.27	47.59	97.94
Pollo, carne c/piel, homeada	27.3	13.6	0	25.4	4.34	5.85	40.55	97.73
Pollo, carne s/piel, cocida	27.29	6.71	0	20.23	4.34	4.66	33.19	97.44
Pollo, carne s/piel, cruda	21.39	3.08	0	14.22	3.4	4.18	24.54	96.09
Pollo, carne s/piel, frita	30.57	9.12	1.69	24.61	4.86	5.06	42.47	97.43
Pollo, carne s/piel, homeada	28.93	7.41	0	21.67	4.6	4.71	36.21	97.18
Pollo, corazón, crudo	15.55	9.33	0.71	15.97	2.47	6.46	26.44	96.79
Pollo, hígado, cocido	24.46	6.51	0.87	18.89	3.89	4.85	33.19	95.9
Pollo, hígado, crudo	19.92	4.83	0	14.71	3.17	4.64	23.54	95.5
Pollo, molleja, cocida	30.39	2.68	0	18.93	4.83	3.92	32.07	97.22
Pollo, molleja, cruda	17.66	2.06	0	11.38	2.81	4.95	20.67	95.4
Pollo, muslo c/piel, cocido	23.26	14.74	0	24.01	3.7	6.49	30.89	97.47
Pollo, muslo c/piel, crudo	17.27	15.25	0	21.05	2.75	7.66	32.32	97.49
Pollo, muslo c/piel, frito	21.61	16.53	9.08	28.47	3.44	8.28	48.5	97.38
Pollo, muslo s/piel, cocido	25	9.79	0	21.26	3.98	5.35	34.41	97.5
Pollo, muslo s/piel, crudo	25.94	10.88	0	22.6	4.13	5.48	37.13	97.44
Pollo, muslo s/piel, frito	28.18	10.3	1.18	23.94	4.48	5.34	40.68	97.44
Pollo, pechuga c/piel, cruda	20.85	9.25	0	18.55	3.32	5.59	40.54	97.51
Pollo, pechuga s/piel, cocida	28.98	3.03	0	18.41	4.61	3.99	31.73	97.13
Pollo, pechuga s/piel, frita	33.44	4.71	0.51	22.38	5.32	4.21	39.79	97.13
Pollo, pierna c/piel, cocida	24.17	12.92	0	23.15	3.85	6.02	35.99	97.8
Pollo, pierna c/piel, cruda	18.15	12.12	0	19.2	2.89	6.65	30.08	97.18
Pollo, pierna c/piel, frita	26.84	14.43	2.5	26.88	4.27	6.29	44.72	97.88
Pollo, pierna s/piel, cocida	26.26	8.06	0	20.67	4.18	4.95	33.56	97.38
Pollo, pierna s/piel, frita	28.38	9.32	0.65	23.98	4.52	5.11	39.38	97.33
Pollo, vísceras o menudos, cocidos	25.73	9.3	0.11	21.35	4.09	5.22	36	97.58
Pollo, vísceras o menudos, crudos	17.89	9.21	2.13	17.82	2.85	6.26	30.2	96.79
Cerdo, bazo, crudo	17.86	2.59	0	11.89	2.84	4.18	21.57	92.91
Cerdo, carne magra, asada	28.57	9.8	0	23.26	4.55	5.12	39.28	96.44

Tabla 29-Bis2 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Cerdo, carne magra, cocida	28.62	9.63	0	23.16	4.55	5.09	38.98	96.79
Cerdo, carne magra, cruda	21.43	5.66	0	16.18	3.41	4.75	27.77	96.22
Cerdo, carne magra, homeada	28.57	9.12	0	22.75	4.55	5	38.6	96.37
Cerdo, carne rica en grasa, cruda	15.82	24.12	0	26.9	2.52	10.69	40.8	98.04
Cerdo, carne semimagra, asada	27.63	15.76	0	27.2	4.4	6.19	46.63	97.6
Cerdo, carne semimagra, cocida	27.57	17.18	0	28.24	4.39	6.44	45.45	97.51
Cerdo, carne semimagra, cruda	19.9	14.01	0	21.59	3.17	6.82	33.85	97.37
Cerdo, carne semimagra, frita	25.82	18.05	0	27.91	4.11	6.8	43.66	97.3
Cerdo, carne semimagra, homeada	26.29	15.79	0	26.48	4.18	6.33	41.85	97.13
Cerdo, charrasca c/piel	58.5	30.5	4.6	57.49	9.31	6.18	95.2	98.32
Cerdo, chicharrones	20.8	56.1	16.8	61.12	3.31	18.47	97.1	96.5
Cerdo, cola o rabo, cocido	17	35.8	0	36.32	2.7	13.43	53.3	99.25
Cerdo, cola o rabo, crudo	17.75	33.5	0	35.01	2.82	12.4	53.95	99.07
Cerdo, corazón, crudo	17.27	4.36	1.33	13.48	2.75	4.91	23.79	96.47
Cerdo, costilla asada	24.26	29.58	0	35.69	3.86	9.25	54.56	98
Cerdo, costilla cruda	16.12	23.58	0	26.66	2.50	10.4	40.61	97.70
Cerdo, estómago, crudo	16.85	10.14	0	16.99	2.68	6.34	26.5	97.62
Cerdo, hígado, crudo	21.39	3.65	2.17	15.75	3.1	4.63	28.91	95.02
Cerdo, lengua, cruda	16.3	17.2	0	21.98	2.59	8.47	34.1	97.36
Cerdo, patas, crudas	23.16	12.59	0	22.31	3.68	6.06	35.01	98.06
Cerdo, pierna, cruda	17.43	18.87	0	23.86	2.77	8.6	37.53	97.66
Cerdo, pulmón, crudo	14.08	2.72	0	9.88	2.24	4.41	20.48	96.09
Cerdo, riñón, crudo	16.46	3.25	0	11.6	2.62	4.43	19.94	94.13
Cerdo, tocino, asado o frito	37.04	41.78	1.43	52.6	5.89	8.93	87.68	91.53
Cerdo, tocino, curado, crudo	11.6	45.04	0.66	40.53	1.85	21.96	59.8	95.8
Caballo, carne cocida	28.11	6.05	0	20.21	4.18	4.51	36.02	96.36
Caballo, carne cruda	21.39	4.6	0	15.36	3.4	4.51	27.37	96.38
Camero/oveja/cordero, cabeza cocida, carne	14.2	5.6	0	12.11	2.26	5.36	20.8	95.19
Camero/oveja/cordero, carne semimagra, cocida	25.51	18.01	0	27.71	4.06	6.83	44.18	97.6
Camero/oveja/cordero, carne semimagra, cruda	18.2	19.4	0	24.68	2.9	8.53	38.6	97.41
Camero/oveja/cordero, corazón, crudo	16	7.8	0.2	14.85	2.55	5.83	25	96
Camero/oveja/cordero, hígado, crudo	20.3	4.2	0.9	14.85	3.23	4.6	27.8	91.37
Camero/oveja/cordero, patas cocidas	21	2.1	0	13.27	3.34	3.97	23.5	98.3
Camero/oveja/cordero, pulmón, crudo	12.5	2.5	0	8.84	1.99	4.44	16.3	92.02
Camero/oveja/cordero, riñón, crudo	18	3.2	0.8	12.78	2.86	4.46	23.3	94.42
Camero/oveja/cordero, sesos, crudos	10	8	1.6	12.28	1.59	7.72	20.9	93.78
Cordero, carne c/grasa, cocida	24.52	20.94	0	29.36	3.9	7.53	46.28	97.75
Cordero, carne c/grasa, cruda	16.88	21.59	0	25.59	2.69	9.53	39.3	97.76
Cordero, carne magra, cocida	28.22	9.52	0	22.85	4.49	5.09	38.04	97
Cordero, carne magra, cruda	20.29	5.25	0	15.24	3.23	4.72	26.58	96.01
Cordero, pierna asada	28.3	7.74	0	21.56	4.5	4.79	36.11	96.98
Cordero, pierna cruda	20.56	4.51	0	14.83	3.27	4.53	25.89	95.87
Res, bazo, crudo	18.3	3	0	12.44	2.91	4.27	22.8	93.95
Res, cabeza-cachete, cocida	18.6	3.4	0.2	13	2.96	4.39	22.9	96.94
Res, carne magra, cruda	22.03	3.5	0	14.89	3.5	4.25	27.85	96.19
Res, carne rica en grasa, cruda	18.28	23.3	0	27.65	2.91	9.51	42.17	98.01
Res, carne salada, oreada	14.7	14.9	0	19.36	2.34	8.28	33.4	100
Res, carne salada, seca	64.8	4.5	0	39.46	10.31	3.83	83.7	82.8

Tabla 29-Bis3 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Res, carne semimagra, asada	26.42	19.71	0	29.49	4.2	7.02	47.23	97.69
Res, carne semimagra, cocida	26.44	16.76	0	27.31	4.21	6.49	43.52	97.63
Res, carne semimagra, cruda	18.68	17.15	0	23.26	2.97	7.83	37.98	97.6
Res, corazón, cocido	28.48	4.73	0.15	19.47	4.53	4.3	34.33	97.17
Res, corazón, crudo	17	3.4	3	13.35	2.7	4.94	24.4	95.9
Res, criadillas, crudas	9.6	1.6	1.2	7.08	1.53	4.63	13.6	91.18
Res, extracto de carne	39.2	1.6	6.2	25.93	6.24	4.16	62.2	75.88
Res, hígado, asado	29.08	5.26	5.13	22.42	4.63	4.85	41.19	95.78
Res, hígado, crudo	20.36	3.63	3.89	15.79	3.24	4.87	29.19	95.51
Res, hígado, frito	26.52	4.68	5.16	20.57	4.22	4.88	37.99	95.71
Res, intestinos	11	19.1	0	20.45	1.75	11.69	30.8	97.73
Res, lengua, cocida	19.29	22.3	0	27.47	3.07	8.95	42.13	98.36
Res, lengua, cruda	14.9	16.09	3.68	22	2.37	9.28	35.47	97.74
Res, panza o mondongo, crudo	14	2.7	1.4	10.44	2.23	4.69	18.9	95.77
Res, patas	12.1	2.9	1.1	9.4	1.93	4.88	100	100
Res, pulmón	10.2	2.5	0	10.9	2.58	4.23	20.62	95.25
Res, riñón, cocido	27.27	4.65	0	18.67	4.34	4.3	33.12	96.04
Res, riñón, crudo	17.1	3.09	0.29	12.11	2.77	1.38	22.11	93.98
Res, sesos, cocidos	11.67	10.53	1.48	15.05	1.86	8.11	25.14	94.19
Res, sesos, crudos	10.86	10.3	1.05	11.21	1.73	8.21	23.71	93.63
Res, sesos, fritos	12.67	15.83	0	18.87	2	9.44	29.25	94.6
Res, ubre	15.4	18.7	0	22.6	2.45	9.22	35.1	97.15
Temera, carne magra	20.2	2.87	0	13.4	3.21	4.17	24.09	95.52
Temera, carne magra, cocida	31.9	6.58	0	22.7	5.08	4.47	39.84	96.91
Temera, carne semimagra	19.35	6.77	0	15.85	3.08	5.15	27.16	96.17
Temera, carne semimagra, cocida	30.1	11.39	0	25.3	1.79	5.28	42.92	97.2
Chorizo de cerdo	15.8	22.8	1.1	26.39	2.51	10.5	43.9	90.43
Chorizo de cerdo y res	16.6	11.7	2.5	19.13	2.64	7.24	35.2	87.5
Chorizo de cerdo y res	13.8	13.5	5.6	20.3	2.2	9.25	35.3	93.2
Jamón de cerdo, curado (grasa aprox. 13%)	20.17	12.9	0.05	20.93	3.21	6.52	36.54	90.64
Jamón de cerdo, curado (grasa aprox. 4%)	19.56	4.25	0	14.08	3.11	4.52	27.76	85.77
Jamón de cerdo, curado (grasa aprox. 8%)	18.26	8.39	2.28	17.47	2.91	6.01	33.08	87.45
Jamón de cerdo, enlatado o spam	13.4	26.6	4.6	29.46	2.13	13.82	48.3	92.34
Jamón de cerdo, spam, enlatado (hormel)	13.24	27.24	3.03	29.15	2.11	13.84	47.4	91.77
Jamón de pavo	18.7	7.22	0.53	16.06	2.98	5.4	28.45	92.97
Jamón de pavo, ahumado, bajo en grasa	20.9	0.69	1.31	12.74	3.33	3.83	26.5	86.42
Jamón de res	19.1	7.1	0.88	16.35	3.04	5.38	31.35	86.35
Jamón tipo picnic	14.92	18.64	4.76	22.9	2.37	8.65	39.6	91.26
Longaniza de cerdo	7.7	38.3	2.2	33.99	1.23	27.75	53.2	90.6
Mortadela de cerdo y res	16.37	25.39	3.05	29.51	2.6	11.33	47.7	93.94
Salami de cerdo y res	15.01	30.5	6.6	34.17	2.39	14.31	66.26	91.9
Salami de cerdo y res, cocido	13.92	20.11	2.25	23.83	2.21	10.76	39.6	91.62
Salami de res, cocido	12.6	22.2	1.9	24.51	2	12.23	40	91.75
Salchicha ahumada, de res y cerdo	12	28.73	2.42	29.3	1.91	15.35	46.03	93.72
Salchicha ahumada, de res y cerdo, con queso	12.89	25.84	2.13	27.5	2.05	13.41	43.89	93.1
Salchicha de pavo	14.28	17.7	1.49	21.89	2.27	9.63	37.01	90.46
Salchicha de pollo	12.93	19.48	6.78	24.82	2.06	12.97	42.47	92.28
Salchicha de res	11.24	29.57	4.06	30.24	1.79	16.91	47.99	93.48

Tabla 29-Bis4 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Salchicha de res y cerdo	11.53	27.64	1.72	27.91	1.83	15.22	44.04	92.85
Salchicha tipo Viena, envasada (pollo&res&cerdo)	10.5	19.4	2.6	21.55	1.67	12.9	35.1	92.59
Salchichón de cerdo	15.3	19.87	0.73	23.75	2.43	9.76	39.4	91.12
Salchichón de res	10.27	28.19	3.98	26.63	1.63	17.52	45.74	92.81
Salchichón de res y cerdo	15.2	24.59	5.49	29.35	2.42	12.14	48.13	94.08
Almejas, frescas	12.77	0.97	2.57	8.98	2.03	4.42	18.18	89.71
Anchoas, frescas	21.5	0.4	0	12.27	3.42	3.59	23.6	92.8
Calamar cocido	17.94	7.48	7.79	19.06	2.85	6.68	35.46	95.52
Calamar, fresco	15.58	1.38	3.08	11.08	2.48	4.47	21.45	93.43
Calamar, seco	62.3	4.3		37.91	9.91	3.83	76.3	91.19
Camarón, cocido	20.91	1.08	0	12.45	3.33	3.74	22.72	93.09
Camarón, fresco	20.31	1.73	0.91	13.01	3.23	4.03	24.14	95.03
Camarón, seco salado	63	2.2	1	37.17	10.02	3.71	79.6	83.17
Camaroncillo seco salado	24.8	3.5	3.9	18.17	3.95	4.6	52.2	61.60
Pescado carne, atún enlatado c/aceite, sólidos	26.53	8.08	0	20.83	4.22	4.94	35.98	93.94
Pescado carne, atún enlatado c/agua, sólidos	23.02	2.97	0	15.38	3.76	4.09	26.81	94.55
Pescado carne, bacalao, seco salado	62.82	2.37	0	36.76	9.99	3.68	83.86	77.74
Pescado carne, mojarra fresca	19.2	2.7	0	12.72	3.05	4.16	22.7	100
Pescado carne, pez sierra, fresco	21.8	4.6	0	15.59	3.47	4.49	27.7	95.31
Pescado carne, róbalo, fresco	18.43	2	0	11.76	2.93	4.01	21.73	94.98
Pescado carne, salmón	19.93	10.43	0	18.92	3.17	5.97	28.36	95.31
Pescado carne, salmón rosado, enlatado	19.78	6.05	0	15.55	3.15	4.94	31.19	91.66
Pescado carne, sardina enlatada c/aceite	24.62	11.45	0	22.3	3.92	5.69	40.39	91.63
Pescado carne, sardina enlatada c/tomate	20.86	10.46	0.74	19.79	3.32	5.96	33.35	94.36
Pescado carne, seca salada	58.4	3.9	5.8	38.02	9.29	4.09	79.4	85.77
Pescado carne, trucha, fresca	20.77	6.61	0	16.52	3.3	5	28.58	95.91
Pescado seco pequeño, preparado c/sal	43.6	21.6	6.9	43.54	6.94	6.28	86.8	83.06
Pescado, huevos	17.2	3	0	11.83	2.74	4.32	21.7	93.09
Pulpo, fresco	14.91	1.04	2.2	10.96	2.37	4.24	19.75	91.9
Frijol blanco, cocido s/sal	9.73	0.35	25.09	16.83	1.55	10.87	36.92	95.26
Frijol caupi o costeño, grano seco	23.52	1.26	60.03	40.72	3.74	10.88	88.05	96.32
Frijol negro, grano seco	22.7	1.6	61.6	41.22	3.61	11.41	89.6	95.87
Frijol piligüe, grano seco	18	1.3	62.2	38.64	2.86	13.49	85.4	95.43
Frijol quimbolito o frijol de arroz, grano seco	19.3	0.6	65.4	40.26	3.07	13.11	89.5	95.31
Frijol soya, leche fluida	4.48	1.92	4.93	6.13	0.71	8.59	11.97	94.65
Frijol soya, leche polvo	28.3	17.8	43.8	48.57	4.5	10.79	97	92.68
Frijol toda variedad, harina	22.5	2.1	59.1	40.37	3.58	11.28	90.9	100
Frijol toda variedad, refrito, envasado	5.49	1.26	15.53	10.9	0.87	12.48	24.03	92.72
Garbanzo, enlatado	4.95	1.14	22.62	13.66	0.79	17.35	30.31	94.69
Garbanzo, grano seco	19.3	6.04	60.65	42.23	3.07	13.75	88.47	97.2
Haba blanca, grano seco	25.4	1.3	57.1	40.5	4.04	10.02	88	95.23
Haba seca, grano crudo	26.12	1.53	58.29	41.6	4.16	10.01	89.02	96.54
Haba seca, grano tostado	26.4	2	63.3	44.33	4.2	10.56	94.7	96.83
Haba seca, harina	27.6	1.9	58.1	42.62	4.39	9.71	92.7	100
Lenteja seca, grano	25.8	1.06	60.08	41.86	4.1	10.2	89.6	97.02
Lenteja seca, harina	24.3	1.4	62.1	42.18	3.87	10.91	90	97.56
Almendra, seca	21.94	50.62	19.94	59.04	3.49	16.92	95.53	96.84
Almendra, seca tostada, c/sal	22.09	52.83	19.29	60.5	3.51	17.21	97.4	96.71

Tabla 29-Bis5 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Avellana, seca	13.7	61.15	17	61.05	2.18	28.01	94.21	97.49
Castaña, fresca	2.8	1.5	41.5	21.13	0.45	47.43	46.6	97.86
Castaña, seca	6.7	4.1	78.6	41.74	1.07	39.16	91.6	97.6
Maní/cacahuete crudo, c/película	25.5	44	21.3	56.67	4.06	13.97	93.1	97.53
Maní/cacahuete crudo, s/película	25.8	49.24	16.13	58.46	4.1	14.24	93.5	97.51
Maní/cacahuete tostado, c/aceite c/sal	28.03	52.5	15.26	61.76	4.46	13.85	98.55	97.21
Maní/cacahuete tostado, c/aceite s/sal	26.35	49.3	18.92	60.06	4.19	14.33	98.05	96.45
Maní/cacahuete tostado, c/sal	23.68	49.66	21.51	59.99	3.77	15.92	98.45	96.34
Maní/cacahuete tostado, s/sal	23.68	49.66	21.51	59.99	3.77	15.92	98.45	96.34
Semilla de ajonjolí	17.73	49.67	23.45	57.55	2.82	20.4	95.31	95.33
Semilla de pistacho, tostada c/sal	21.35	45.97	26.78	58.27	3.4	17.15	97.97	96.05
Semillas mixtas, tostadas c/sal	17.3	51.45	25.35	59.49	2.75	21.61	98.25	95.78
Aceituna negra o aceituno de el salvador	1.1	0.4	18.3	9.05	0.18	51.69	20.4	97.06
Aceituna verde, envasada	0.84	10.68	6.26	11.26	0.13	84.26	20.01	88.86
Acelga cocida s/sal, escurrida	1.86	0.08	4.13	2.94	0.3	9.84	7.35	82.86
Acelga cruda	2.9	0.3	4.8	3.97	0.46	8.61	8.9	100
Aguacate	2	14.66	8.53	15.9	0.32	49.97	26.77	94.1
Ajo, cabeza o bulbo	5.3	0.2	29.3	16.12	0.81	19.12	36.2	96.13
Alcachofa, hojas y corazón	3.27	0.15	10.51	6.6	0.52	12.7	15.06	92.5
Apazote/epazote	3.8	0.7	7.6	6.02	0.6	9.96	14.5	83.45
Apio, tallos	0.69	0.17	2.97	1.83	0.11	16.69	4.57	83.59
Berenjena cocida s/sal, escurrida	0.83	0.23	8.73	4.51	0.13	34.19	10.33	94.77
Berenjena cruda	1.01	0.19	5.7	3.24	0.16	20.15	7.59	90.78
Berro, crudo	2.8	0.4	3.3	3.33	0.45	7.47	7.8	83.33
Brócoli/brecol cocido s/sal, escurrido	2.38	0.41	7.18	4.82	0.38	12.74	10.75	92.84
Brócoli/brecol crudo	2.82	0.37	6.61	4.8	0.45	10.7	10.7	91.87
Brotos de alfalfa	3.99	0.69	3.78	4.42	0.63	6.96	8.86	95.49
Calabacita/guicoyto/piplán	1	0.2	5.5	3.15	0.16	19.81	7.2	93.06
Camote/batata anaranjado cocido, s/cáscara s/sal	1.37	0.14	17.72	8.74	0.22	40.12	19.87	96.83
Camote/batata anaranjado, crudo	1.57	0.05	20.12	9.85	0.25	39.45	22.72	95.64
Camote/batata pálido	1	0.4	24	11.52	0.16	72.43	29.4	100
Cebolla, cabeza	1.4	0.2	9.7	5.24	0.22	23.53	11.9	94.96
Cebolla, cabeza y tallos	1.83	0.19	7.34	4.42	0.29	15.19	10.17	92.04
Cebolla, tallos	1.8	0.6	4.7	3.54	0.29	12.37	7.8	91.03
Cebollín	1.1	0.2	5.5	3.21	0.16	18.33	7.4	91.89
Chayote/guisquil/pataste, cocido s/sal, escurrido	0.62	0.48	5.09	2.97	0.1	30.08	6.57	94.22
Chayote/guisquil/pataste, crudo	0.9	0.2	7.7	4.07	0.14	28.45	9.2	95.65
Chayote/guisquil/pataste, hojas y puntas	4	0.4	4.7	4.62	0.64	7.25	10.3	88.35
Chayote/guisquil/pataste, raíz (chintal)	2	0.2	17.8	8.17	0.32	28.83	21	95.24
Chilacayote/chiverre, maduro	0.8	0.1	5.1	2.79	0.13	21.9	6.4	93.75
Chilacayote/chiverre, tierno	0.8	0.1	6	3.19	0.13	25.04	7.3	-1169.86
Chile chiltepe	3.3	2.1	15.4	10.26	0.53	19.54	22.1	94.12
Chile dulce, verde	0.86	0.17	4.64	2.67	0.14	19.5	6.11	92.96
Chile dulce/pimiento rojo, enlatado sol&liq	0.8	0.3	3.9	2.4	0.13	18.89	8.75	57.14
Chile dulce/pimiento rojo, fresco	0.99	0.3	6.03	3.46	0.16	21.94	7.79	93.97
Chile guaque, de Guatemala	1.4	0.4	7.1	4.24	0.22	19.01	9.5	93.68
Chile jalapeño, enlatado, sol&liq	0.92	0.84	4.74	3.32	0.15	22.71	11.11	59.41
Chile jalapeño, fresco	1.2	0.1	5.3	3.1	0.19	16.23	7.7	100

Tabla 29-Bis6 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Chile Jutiapa	1.1	0.2	8.9	4.72	0.18	26.96	10.7	95.33
Chile pasa	12.7	9.6	60.5	41.16	2.02	20.37	85.7	100
Chile picante, fresco	1.9	0.6	8	5.06	0.3	16.75	11.2	93.75
Chile picante, seco	7	6.4	62.3	36.39	1.11	32.67	81.2	93.23
Chile serrano	2.3	0.4	7.2	4.78	0.37	13.07	12.5	100
Chile tabasco	2	0.2	9.5	5.49	0.32	17.24	12.3	100
Chiplin, hojas y punta	7	0.8	9.1	8.54	1.11	7.67	18.4	91.85
Cilantro/culantro	3.3	0.7	8	5.92	0.53	11.27	14	65.71
Col china (pak-choi)	1.7	0.3	5.4	3.57	0.27	13.21	9	62.22
Col de Bruselas	3.38	0.3	8.95	6.08	0.54	11.32	14	90.21
Coñiflor cocida s/sal, escurrida	1.84	0.45	4.11	3.19	0.29	10.89	7	91.43
Coñiflor cruda	1.98	0.1	5.3	3.53	0.32	11.22	6.09	91.22
Ejotes/vainicas, cocidos s/sal, escurrido	1.89	0.28	7.88	4.76	0.3	15.85	10.78	93.23
Ejotes/vainicas, crudos	1.82	0.12	7.13	4.27	0.29	14.76	9.73	93.22
Ejotes/vainicas, enlatados, sólidos	1.15	0.1	4.5	2.72	0.18	14.84	6.7	85.82
Elote/maíz fresco, amarillo	3.6	1.4	33.5	17.94	0.57	31.33	39.4	97.72
Elote/maíz fresco, amarillo dulce, cocido s/sal	3.32	1.28	25.11	13.97	0.53	26.45	30.43	97.63
Elote/maíz fresco, amarillo dulce, crudo	3.22	1.18	19.02	11.13	0.51	21.73	24.04	97.42
Elote/maíz fresco, blanco	3.1	0.7	23.8	12.83	0.49	26.01	28.3	97.53
Elote/maíz fresco, muy tierno	1.8	0.2	8.1	4.89	0.29	17.06	11	91.55
Esparrago cocido s/sal, escurrido	2.4	0.22	4.11	3.33	0.38	8.72	7.37	91.45
Esparrago crudo	2.2	0.12	3.88	3.04	0.35	8.68	6.78	91.45
Esparrago enlatado, sólidos	2.14	0.65	2.46	2.77	0.34	8.14	6.02	87.21
Espinaca cocida s/sal, escurrida	2.97	0.26	3.75	3.52	0.47	7.44	8.79	79.41
Espinaca cruda	2.86	0.39	3.63	3.5	0.46	7.69	8.6	80
Frijol caupi verde, con vaina	3.3	0.3	9.5	6.28	0.53	11.97	11	93.57
Frijol toda variedad, grano verde	9.8	0.3	27.8	18.04	1.56	11.57	39.6	95.71
Gengibre o jengibre	1.82	0.75	17.77	9.47	0.29	32.72	21.11	96.35
Haba blanca, grano verde	6.9	0.5	13.3	10.13	1.1	9.23	21.5	96.28
Haba, grano verde	5.6	0.6	11.7	8.77	0.89	9.84	19	94.21
Hierba san Nicolás/verdolaga silvestre	2.2	0.3	3.1	2.83	0.35	8.08	7	80
Hierbabuena	3.29	0.73	8.41	6.12	0.52	11.69	14.45	85.95
Hojas santa Maria, hoja santa	3.9	1.4	10.1	7.71	0.62	12.43	17.8	86.52
Hongos cocidos s/sal, escurridos	2.17	0.47	5.29	3.91	0.35	11.33	8.92	88.9
Hongos crudos	3.09	0.34	3.28	3.43	0.49	6.98	7.57	88.77
Hongos enlatados, sólidos	1.87	0.29	5.09	3.52	0.3	11.84	8.92	81.28
Jicama cocida	0.72	0.09	8.82	4.39	0.11	38.31	9.93	96.98
Jicama cruda	0.72	0.09	8.82	4.39	0.11	38.31	9.93	96.98
Laurel real, hojas verdes	4.2	1.2	47.1	24.17	0.67	36.18	54.8	95.8
Laurel, hojas secas	13.7	7	66.4	42.39	2.18	19.45	92	94.67
Lechuga arropollada (iceberg)	0.9	0.14	2.97	1.93	0.14	13.45	4.36	91.74
Lechuga no arropollada (butterhead)	1.35	0.22	2.23	1.91	0.21	8.88	4.37	86.96
Lechuga romana	1.23	0.3	3.28	2.37	0.2	12.1	5.39	89.24
Maíz amarillo dulce, estilo crema, enlatado	1.74	0.42	18.13	9.34	0.28	33.75	21.27	95.39
Maíz amarillo dulce, grano enlatado	1.95	0.5	15.41	8.31	0.31	26.79	18.66	95.71
Nabo, hojas	1.5	0.3	7.13	4.23	0.24	17.72	10.33	86.45
Nabo, raíz cocida	0.71	0.08	5.06	2.7	0.11	23.94	6.4	91.41
Nabo, raíz, cruda	0.9	0.1	6.43	3.43	0.14	23.98	8.13	91.39

Tabla 29-Bis7 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Papas c/cáscara, cocidas s/sal	2.86	0.1	17.21	9.32	0.46	20.48	22.2	90.81
Papas c/cáscara, crudas	2.02	0.09	17.47	8.96	0.32	27.87	20.66	94.77
Papas c/cáscara, homeadas s/sal	2.5	0.13	21.15	10.89	0.4	27.36	25.11	94.7
Papas puré, granulado deshid c/leche, preparado	2.19	4.79	16.06	11.96	0.35	34.32	23.99	96.08
Papas puré, granulado deshidratado c/leche, seco	10.9	1.1	77.7	41.43	1.73	23.89	93.7	95.73
Papas puré, hojuelas deshidratadas s/leche	8.35	0.39	81.21	41.04	1.33	30.89	93.49	96.21
Papas puré, preparado c/leche	1.92	0.57	17.53	9.29	0.31	30.41	21.49	93.21
Papas puré, preparado c/leche y margarina	2	4.19	16.91	11.77	0.32	37	24.76	93.34
Papas s/cáscara, cocidas s/sal	1.71	0.1	20.01	9.92	0.27	36.47	22.54	96.81
Papas s/cáscara, crudas	2.57	0.1	12.44	7.03	0.41	17.21	16.71	90.37
Papas s/cáscara, homeadas s/sal	1.96	0.1	21.55	10.74	0.31	34.46	24.58	96.05
Papas, harina	6.9	0.34	83.08	41.02	1.1	37.37	93.48	96.64
Pepino/cojombro de ensalada	0.59	0.16	2.16	1.41	0.09	15.01	3.27	88.99
Perejil, fresco	2.97	0.79	0.33	5.06	0.47	10.71	12.29	82.1
Rábano largo, raíz	1.1	0.5	4.3	2.9	0.18	16.56	7.4	100
Rábano redondo, raíz	1.5	0.1	1.5	1.58	0.24	0.01	4.0	100
Rábano, hojas	2.8	0.5	9.9	6.33	0.45	14.22	14.4	100
Repollo/col común, cocido s/sal, escurrido	1.02	0.43	4.46	2.87	0.16	17.7	6.1	92.31
Repollo/col común, crudo	1.21	0.18	5.37	3.2	0.19	16.6	7.48	90.37
Repollo/col morada cocida s/sal, escurrida	1.51	0.09	6.91	3.99	0.24	16.62	9.16	93.23
Repollo/col morada cruda	1.43	0.16	7.37	4.19	0.23	18.43	9.61	93.34
Taploca perfada, seca	0.19	0.02	88.69	39.54	0.03	1308.04	89.01	99.88
Tomate de árbol	2.2	0.9	10.3	6.48	0.35	18.51	14.1	95.04
Tomate rojo	0.8	0.3	4.6	2.71	0.13	21.33	6.2	91.94
Tomate verde	1.2	0.2	4.6	2.86	0.19	14.99	6.4	93.75
Tomate, jugo enlatado s/sal	0.76	0.05	4.24	2.35	0.12	19.1	6.1	82.79
Tomate, pasta enlatada s/sal	4.32	0.47	18.91	11.16	0.69	16.24	26.5	89.43
Tomatillo (cherry)	1.5	0.1	7.1	4.07	0.24	17.04	10.2	100
Vegetales, jugo enlatado	0.63	0.09	4.55	2.44	0.1	24.35	6.48	81.33
Verdolaga	2	0.4	5	3.64	0.32	11.43	8.8	84.09
Zanahoria s/cáscara, cruda	0.9	0.1	9.4	4.75	0.14	33.2	11.3	92.04
Zanahoria, jugo natural	0.6	0.1	9.3	4.54	0.1	47.59	10	100
Zanahorias pequeñas (baby)	0.64	0.13	8.24	4.12	0.1	40.43	9.65	93.47
Banano/guineo, maduro	1.09	0.33	22.84	11.01	0.17	63.47	25.09	96.73
Banano/guineo, verde	1.4	0.2	28.7	13.69	0.22	61.44	31	97.74
Capulín/capulina	2.1	2.3	17.9	10.85	0.33	32.48	23.7	94.09
Cereza	1	0.3	12.18	6.2	0.16	38.94	13.87	97.12
Cereza silvestre/capulí	1.3	0.2	20.7	10.07	0.21	48.71	22.8	97.37
Chicozapote/nispero de montaña	0.44	1.1	19.96	9.94	0.07	142.02	22	97.73
Chirimoya	1.65	0.62	17.7	9.25	0.26	35.24	20.61	96.89
Cidra o limón real	0.6	0.1	10.2	4.94	0.1	51.78	11.3	96.46
Ciruella roja o amarilla, fruta fresca	0.7	0.28	11.42	5.68	0.11	50.96	12.77	97.1
Ciruella roja, fruta seca o pasa	2.18	0.38	63.88	29.89	0.35	86.18	69.08	96.18
Coco, agua de	0.72	0.2	3.71	2.2	0.11	19.2	5.01	92.22
Coco, leche 1a. Extracción	2.29	23.84	5.54	21.62	0.36	59.34	32.38	97.78
Coco, leche 2a. Extracción	0.7	6.4	1	5.63	0.11	50.59	8.3	97.59
Coco, maduro, pulpa	3.33	33.49	15.23	33.74	0.53	63.69	53.01	98.17
Coco, pulpa seca, hojuelas dulce, envasadas	3.28	32.15	47.59	47.09	0.52	90.24	84.39	98.38

Tabla 29-Bis8 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Coco, tiemo, pulpa	1.9	11.9	4	11.75	0.3	38.91	18.6	95.7
Durazno amarillo/melocotón, en almíbar, env.sol&liq	0.45	0.1	19.94	9.19	0.07	126.34	20.72	98.84
Durazno amarillo/melocotón, fruta criolla	0.9	0.1	11.7	5.78	0.14	40.34	100	100
Durazno amarillo/melocotón, fruta deshidratada	3.61	0.76	61.33	29.84	0.57	51.95	68.2	96.33
Durazno amarillo/melocotón, fruta importada	0.91	0.25	9.54	4.93	0.14	34.08	11.13	96.14
Durazno amarillo/melocotón, jugo env. Sol&liq	0.63	0.03	11.57	5.52	0.1	55.03	12.51	97.84
Durazno amarillo/melocotón, néctar env. C/vit c	0.27	0.02	13.92	6.35	0.04	147.86	14.36	98.96
Durazno común, maduro c/cáscara	0.8	0.2	13.3	6.51	0.13	51.12	14.7	97.28
Durazno común, maduro s/cáscara	0.9	0.3	14	6.95	0.14	48.53	15.8	96.2
Durazno común, verde c/cáscara	0.2	1.3	12.6	6.69	0.03	210.14	14.7	95.92
Durazno prisco	0.6	0.1	9.7	4.72	0.1	49.45	15	100
Fresa o frutilla	0.67	0.3	7.68	4.01	0.11	37.63	9.05	95.58
Fruta de pan o masapán	1.3	0.5	20.1	10.03	0.21	48.51	22.7	96.48
Frutas en almíbar, envasadas sol&liq	0.37	0.1	18.76	8.62	0.06	146.42	19.44	98.92
Frutas secas mixtas	2.46	0.49	64.06	30.21	0.39	77.19	68.82	97.36
Granada roja	0.95	0.3	17.17	8.39	0.15	55.48	19.03	96.79
Granadilla dulce, fruta	2.4	2.8	17.3	11.13	0.38	28.14	23.7	94.94
Granadilla dulce, jugo natural	1.1	0.1	11.9	5.98	0.18	31.15	14	93.57
Granadilla real/badea, jugo	0.9	0.2	10.1	5.14	0.14	35.9	12.1	92.56
Granadilla real/badea, pulpa	0.7	0.2	4.3	2.45	0.11	22.01	5.6	92.86
Guanábana/guanabe	1	0.3	16.84	8.27	0.16	51.96	18.84	96.28
Guayaba madura	0.8	0.6	11.9	6.18	0.13	48.59	13.9	100
Guayaba verde	1	1.2	22.8	11.59	0.16	72.85	25.8	96.9
Higo, fruta deshidratada	3.3	0.93	63.87	30.92	0.53	58.9	69.95	97.34
Higo, fruta en almíbar, envasada sol&liq	0.38	0.1	22.9	10.46	0.06	173.09	23.67	98.77
Higo, fruta madura	0.75	0.3	19.18	9.17	0.12	76.83	20.89	96.81
Higo, fruta verde	1.6	0.2	9.8	5.4	0.25	21.2	12.3	94.31
Injerto o zapote verde	1.6	0.2	28.6	13.75	0.25	54.03	31.6	96.2
Kiwí, fruta fresca	1.14	0.52	14.66	7.54	0.18	41.58	16.93	96.4
Lima dulce, fruta	0.7	0.2	10.54	5.22	0.11	46.91	11.74	97.44
Lima dulce, jugo natural	0.42	0.07	8.42	4.03	0.07	60.29	9.21	96.63
Lima limón/limón dulce	0.4	1.4	7	4.38	0.06	68.89	9	97.78
Limón agrio, fruta sin piel	1.1	0.3	9.32	4.98	0.18	28.46	11.02	97.28
Limón agrio, jugo	0.38	0	8.63	4.05	0.06	66.95	9.27	97.2
Mandarina/tangerina, fruta	0.81	0.31	13.34	6.61	0.13	51.31	14.83	97.44
Mandarina/tangerina, jugo envasado s/azúcar	0.62	0.03	9.57	4.62	0.1	46.85	10.49	97.33
Mandarina/tangerina, jugo natural	0.5	0.2	10.1	4.92	0.08	61.82	11.1	97.3
Mango criollo pequeño	0.8	0	9	4.45	0.13	34.93	11.8	100
Mango maduro	0.5	0.2	15.4	7.27	0.08	91.43	16.5	97.58
Mango verde	0.4	0.2	11.5	5.48	0.06	86.17	12.4	97.58
Manzana de agua/marañón japonés	0.6	0.1	8	3.96	0.1	41.53	9.1	95.6
Manzana rosa/pomrosa	0.6	0.3	5.7	3.09	0.1	32.4	7	94.29
Manzana, fruta criolla, s/cáscara	0.3	0.1	14.6	6.73	0.05	141.03	15.3	98.04
Manzana, fruta deshidratada	1.32	0.58	93.53	42.74	0.21	203.52	97	98.38
Manzana, fruta importada, c/cáscara	0.26	0.17	13.81	6.41	0.04	154.97	14.44	98.68
Manzana, fruta importada, s/cáscara	0.27	0.13	12.76	5.92	0.04	137.8	13.33	98.72
Manzana, jugo envasado s/azúcar	0.06	0.11	11.68	5.31	0.01	555.97	12.07	98.18
Manzanita/manzanilla	0.7	0.3	23.5	11.06	0.11	99.31	25.2	97.22

Tabla 29-Bis9 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Maracuyá/granadilla morada, jugo natural	0.39	0.05	13.6	6.3	0.06	101.52	14.38	97.64
Maracuyá/granadilla morada, pulpa	2.2	0.7	23.38	12.14	0.35	34.69	27.07	97.04
Matasano/zapote blanco	1.4	0.4	15.7	8.06	0.22	36.18	18	97.22
Mei6n corrugado o cantalupo	0.84	0.19	6.16	4.24	0.13	31.7	9.85	93.4
Mei6n liso o mei6n casaba	1.11	0.1	6.58	3.62	0.18	20.49	6.15	95.58
Membrillo	0.4	0.1	15.3	7.1	0.06	111.54	16.2	97.53
Mora/zarzamora	1.39	0.49	9.61	5.41	0.22	24.48	11.85	96.88
Naranja agria, fruta	0.7	0.1	13	6.24	0.11	56.06	14.3	96.5
Naranja agria, jugo natural	0.7	0.2	10	4.98	0.11	44.76	11.3	96.46
Naranja dulce, fruta	0.94	0.12	11.75	5.84	0.15	39.02	13.25	96.68
Naranja dulce, jugo envasado s/azúcar	0.59	0.14	9.85	4.81	0.09	51.26	10.99	96.27
Naranja dulce, jugo natural	0.7	0.2	10.4	5.16	0.11	46.35	11.7	96.58
Naranja/lima/lulo, pulpa	0.7	0.1	6.8	3.49	0.11	31.31	8.2	92.68
Nispero japonés	0.43	0.2	12.14	5.78	0.07	84.56	13.27	96.23
Papaya de montaña	0.8	0.2	5.4	3	0.13	23.54	7	91.43
Papaya/lechosa madura, néctar envasado	0.17	0.15	14.51	6.00	0.03	240.11	14.98	99
Papaya/lechosa madura, pulpa	0.61	0.14	9.81	4.8	0.1	49.51	11.17	94.54
Papaya/lechosa verde	0.8	0.1	6.9	3.59	0.13	28.18	8.1	92.96
Pepino dulce o pera lim6n	0.4	1	6.3	3.77	0.06	59.29	8	96.25
Pera fruta criolla, s/cáscara	0.2	0.2	13.6	6.31	0.03	199.18	14.1	97.92
Pera fruta en almibar, envasada sol&liq	0.2	0.13	19.17	8.73	0.03	274.34	19.65	99.24
Pera fruta importada, s/cáscara	0.38	0.12	15.46	7.17	0.06	118.65	16.29	97.97
Pera, jugo envasado sol&liq	0.34	0.07	12.94	5.99	0.05	110.79	13.53	98.6
Pera, néctar envasado c/vit c	0.11	0.01	15.76	7.07	0.02	404.18	15.99	99.37
Piña, fruta dulce	0.53	0.11	13.5	6.38	0.08	75.64	14.34	98.61
Piña, fruta en almibar, envasada sol&liq	0.35	0.11	20.2	9.26	0.06	166.22	21.01	98.38
Piña, jugo envasado, sol&liq	0.42	0.08	15.7	7.27	0.07	108.83	16.49	96.18
Piña, toda variedad	0.54	0.12	12.63	6	0.09	69.89	13.54	98.23
Plátano maduro	1.3	0.37	31.89	15.17	0.21	73.37	34.72	96.63
Plátano verde	1.2	0.1	35.3	16.43	0.19	86.07	37.4	97.86
Plátano, harina (crema de plátano)	3	0.6	80	37.68	0.48	78.94	100	100
Rambután o lichis frescos	0.83	0.44	16.53	8.14	0.13	61.64	18.24	97.59
Rambután o lichis secos	3.8	1.2	70.7	34.44	0.6	56.87	77.7	97.43
Sandía	0.61	0.15	7.55	3.81	0.1	39.24	8.55	97.08
Tamarindo	2.8	0.6	62.5	29.79	0.45	66.87	68.6	96.06
Toronja blanca, fruta	0.69	0.1	8.41	4.2	0.11	38.23	9.52	96.53
Toronja blanca, jugo natural	0.5	0.1	9.2	4.44	0.08	55.85	10	98
Toronja rosada, fruta	0.77	0.14	10.66	5.27	0.12	43.03	11.94	96.98
Toronja rosada, jugo natural	0.5	0.1	9.2	4.44	0.08	55.85	10	98
Toronja, jugo envasado c/azúcar	0.58	0.09	11.13	5.34	0.09	57.84	12.62	93.5
Toronja, jugo envasado s/azúcar	0.52	0.1	8.96	4.35	0.08	52.54	9.9	96.77
Tuna/nopal	1.1	0.4	16.6	8.29	0.18	47.37	18.6	97.31
Uva, fruta criolla	0.6	0.7	16.7	8.28	0.1	86.76	18.4	97.83
Uva, fruta importada, tipo americano	0.63	0.35	17.15	8.24	0.1	82.17	18.7	96.95
Uva, fruta seca o pasa	3.07	0.46	79.18	37.25	0.49	76.26	84.57	97.81
Uva, jugo envasado s/azúcar	0.56	0.08	14.96	7.02	0.09	78.8	15.88	98.17
Zapote/zapote mamey	1.7	0.4	31.1	15.07	0.27	55.72	34.4	96.51
Zapotillo/zapote amarillo	2	0.5	35.9	17.44	0.32	54.82	39.4	97.46

Tabla 29-Bis10 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Amaranto, grano seco	14.45	6.61	66.17	42.34	2.3	18.42	90.16	96.63
Arroz blanco, pulido, enriquecido	6.61	0.58	79.34	39.38	1.05	37.45	87.11	99.33
Arroz blanco, pulido, enriquecido, precocido	7.82	0.94	82.32	41.65	1.24	33.48	91.62	99.42
Arroz blanco, pulido, s/enriquecer	6.61	0.58	79.34	39.38	1.05	37.45	87.11	99.33
Arroz blanco, semipulido	7.1	1.1	78	39.45	1.13	34.92	87	99.08
Arroz integral	7.5	2.68	76.17	40.04	1.19	33.56	87.63	98.55
Avena en hojuelas s/fortificar (mash)	16.89	6.9	66.27	44.03	2.69	16.39	91.78	98.13
Avena instantánea, c/banano	8.85	4.75	75.86	42.21	1.41	29.98	93.32	95.9
Avena instantánea, c/especies y canela	8.58	4.67	76.97	42.49	1.37	31.1	93.44	96.59
Avena instantánea, c/fruta & crema	7.99	7.52	74.72	43.3	1.27	34.06	93.61	96.4
Avena instantánea, c/manzana y canela	8	4.39	77.92	42.38	1.27	33.3	93.7	96.41
Avena instantánea, c/miel	9.29	8.37	72.58	43.71	1.48	29.57	93.54	96.49
Avena instantánea, c/sabor de vainilla	9.05	4.93	75.73	42.39	1.44	29.45	93.12	96.36
Avena instantánea, fortificada	15.5	6.1	64	41.65	2.47	16.89	90.7	94.49
Avena instantánea, fortificada preparada c/agua	2.32	0.91	9.59	6.24	0.37	16.9	13.68	93.93
Cereal desayuno, all bran	13.14	4.9	74.24	43.99	2.09	21.04	97.88	94.28
Cereal desayuno, banana&nueces (banana nut crunch)	8.5	10.3	74	45.35	1.35	33.53	95.5	97.38
Cereal desayuno, bran flakes	9.4	2.2	80.4	42.62	1.5	28.5	96.3	95.85
Cereal desayuno, choco krispies	5.22	2.9	86.05	43.33	0.83	52.17	97.19	96.89
Cereal desayuno, complete /komplete	10	2	79	42.18	1.59	26.51	97	93.81
Cereal desayuno, completa /komplete, miel y pasas	10.32	17.9	65.74	48.39	1.64	29.47	95.74	98.14
Cereal desayuno, com flakes	6.61	0.59	87.11	42.84	1.05	40.74	96.24	97.99
Cereal desayuno, com flakes c/miel	6.8	1.9	87	43.88	1.08	40.56	97	97.84
Cereal desayuno, com pops	3.7	0.75	90	42.62	0.59	72.41	97	97.37
Cereal desayuno, fruit loops	5.04	3.1	87.48	44.01	0.8	54.89	97.2	98.37
Cereal desayuno, fruit loops c/marshmallow	4.1	2.4	89.9	44.04	0.65	67.52	97.5	98.77
Cereal desayuno, granola	14.87	24.36	52.95	50.08	2.37	21.17	94.59	97.44
Cereal desayuno, granola c/frutas	8	4.6	80	43.46	1.27	34.15	93.28	97.74
Cereal desayuno, granola c/miel	10.6	18.83	66.43	49.55	1.69	29.38	97.82	98.03
Cereal desayuno, granola c/pasas	8	5	80	43.76	1.27	34.36	96.5	96.37
Cereal desayuno, nesquik chocolate	5	5.4	85	44.61	0.8	56.08	97.96	96.89
Cereal desayuno, rics krispies	6.37	1.22	85.5	42.46	1.01	41.9	95.81	97.16
Cereal desayuno, zucaritas de maíz	3.3	0.52	90.3	42.36	0.53	80.69	97	97.03
Harina de arroz blanco	5.95	1.42	80.13	39.99	0.95	42.25	88.11	99.31
Harina de cereales mixtos	7.7	2.3	79.4	41.3	1.23	33.72	90.8	98.46
Harina de maíz (pl 480)	8.5	1.7	77.7	40.54	1.35	29.98	88.4	99.32
Harina de maíz amarillo no tratado	6.93	3.86	76.85	40.91	1.1	37.11	89.09	98.37
Harina de maíz amarillo pilado, enriquecida	8.48	1.65	77.68	40.48	1.35	30.01	88.41	99.32
Harina de maíz amarillo pilado, s/enriquecer	8.48	1.65	77.68	40.48	1.35	30.01	88.41	99.32
Harina de maíz blanco no tratado	6.93	3.86	76.85	40.91	1.1	37.11	89.09	98.37
Harina de maíz blanco pilado, enriquecida	8.48	1.65	77.68	40.48	1.35	30.01	88.41	99.32
Harina de maíz blanco pilado, s/enriquecer	8.48	1.65	77.68	40.48	1.35	30.01	88.41	99.32
Harina de maíz c/soya, fortificada, (pl480)	14.9	1.6	71.1	41.1	2.37	17.34	89.06	98.43
Harina de maíz nixtamalizado, masa seca	9.34	3.78	76.27	41.93	1.49	28.22	90.97	98.27
Harina de trigo c/soya 12% (pl 480)	16.5	1.4		10.24	2.63	3.9	100	100
Harina de trigo enriquecida, para pan	11.98	1.66	72.53	40.15	1.91	21.07	86.64	99.46
Harina de trigo enriquecida, para repostería	8.2	0.86	78.03	39.89	1.3	30.58	87.49	99.55
Harina de trigo enriquecida, todo uso	10.33	0.98	76.31	40.4	1.64	24.58	88.08	99.47

Tabla 29-Bis11 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Harina de trigo s/enriquecer, para pan.	11.98	1.66	72.53	40.15	1.91	21.07	86.64	99.46
Harina de trigo, s/enriquecer, todo uso	10.33	0.98	76.31	40.4	1.64	24.58	88.08	99.47
Harina para pancakes (c/ mantequilla & leche)	10	1.7	73.6	39.55	1.59	24.86	90.9	93.84
Maicena o almidón de maíz	0.6	0.2	65.6	38.53	0.1	403.63	86.5	99.88
Maíz amarillo, grano entero, crudo	9.42	4.74	74.26	41.8	1.5	27.9	89.63	98.66
Maíz amarillo, grano pilado o trillado, crudo	8.4	1.2	77.8	40.16	1.34	30.05	88	99.32
Maíz amarillo, grano pilado, cocido	2.7	0.7	31.6	16.07	0.43	37.42	35.1	89.72
Maíz blanco o negro, grano entero, crudo	9.42	4.74	74.26	41.8	1.5	27.9	89.63	98.66
Maíz blanco, grano pilado o trillado, crudo	8.7	0.9	65.1	34.45	1.38	24.89	75	99.6
Maíz blanco, grano pilado, cocido	2.9	0.9	32.9	16.91	0.46	36.66	36.9	89.46
Maíz rojo, grano entero, crudo	6.7	4.4	79.9	42.54	1.07	39.91	92	98.91
Maíz salpor, grano entero	5.8	4.1	76.8	40.44	0.92	43.82	87.8	98.63
Masa húmeda, de maíz amarillo c/cal	4.4	2.2	38.5	21.21	0.7	30.3	37.8	100
Masa húmeda, de maíz blanco c/cal	3.5	1.9	31.8	17.51	0.56	31.44	37.8	100
Nixtamal, maíz amarillo	6.16	3.08	53.88	29.69	0.98	30.29	52.88	97.35
Nixtamal, maíz blanco	4.9	2.00	44.5	24.5	0.78	31.43	52.88	98.41
Pasta c/huevo enriquecida, cocida c/sal	4.54	2.07	25.16	15.26	0.72	21.13	32.27	98.45
Pasta c/huevo enriquecida, cocida s/sal	4.54	2.07	25.16	15.26	0.72	21.13	32.27	98.45
Pasta c/huevo enriquecida, cruda	14.16	4.44	71.27	42.89	2.25	19.04	90.99	98.77
Pasta c/huevo s/enriquecer, cruda	11.16	4.41	71.27	42.89	2.25	19.04	90.99	98.77
Pasta c/huevo s/enriquecer, cocida c/sal	4.54	2.07	25.16	15.26	0.72	21.13	32.27	98.45
Pasta c/huevo s/enriquecer, cocida e/sal	4.54	2.07	25.16	15.26	0.72	21.13	32.27	98.45
Pasta c/huevo y espinaca, enriquecida, cruda	14.61	4.55	70.32	42.8	2.32	18.41	91.28	98.04
Pasta enlatada, macarrones c/queso	3.38	2.46	11.52	8.85	0.54	16.45	18.61	93.28
Pasta enlatada, spaghetti c/carne	4.17	5.1	11.11	11.08	0.66	16.71	21.76	93.66
Pasta enlatada, spaghetti c/tomate & same	3.78	3.6	11.19	11.11	0.6	18.48	22.91	91.15
Pasta enriquecida, cocida c/sal	5.8	0.93	30.59	17.52	0.92	18.99	37.87	98.55
Pasta enriquecida, cocida s/sal	5.8	0.93	30.86	17.64	0.92	19.12	37.87	99.29
Pasta enriquecida, cruda	13.04	1.51	74.67	41.58	2.07	20.04	90.1	99.02
Pasta s/enriquecer, cocida c/sal	5.8	0.93	30.59	17.52	0.92	18.99	37.87	98.55
Pasta s/enriquecer, cocida s/sal	5.8	0.93	30.86	17.64	0.92	19.12	37.87	99.29
Pasta s/enriquecer, cruda	13.04	1.51	74.67	41.58	2.07	20.04	90.1	99.02
Trigo grano duro	12.61	1.54	71.18	39.81	2.01	19.85	86.9	88.19
Trigo grano suave	10.35	1.56	74.24	39.93	1.65	24.25	87.83	88.09
Trigo, germen de, crudo	23.15	9.72	61.8	43.2	3.68	11.73	88.88	95.26
Trigo o bulgur, crudo	12.29	1.33	75.87	41.56	1.96	21.26	91	98.34
Galletas de avena	6.2	18.1	68.7	47.56	0.99	48.22	94.3	98.52
Galletas de avena c/pasas	5.7	13.54	67.24	43.21	0.91	47.65	88.51	97.71
Galletas dulces, alto valor nutritivo	7	2.78		5.98	1.11	5.37	95	100
Galletas dulces, con chips chocolate	5.8	15.4	73.3	47.38	0.92	51.32	95.9	98.64
Galletas dulces, conos para helado	8.1	6.9	79	44.8	1.29	34.76	94.7	99.26
Galletas dulces, de chocolate	6.6	14.2	72.4	46.5	1.05	44.29	95.5	97.91
Galletas dulces, de chocolate c/relleno	5.33	19.08	71.64	49.12	0.85	57.93	97.78	98.22
Galletas dulces, simples c/relleno	4.5	20	72.1	49.55	0.72	69.21	97.8	98.77
Galletas dulces, simples tipo María	5.1	21.1	67.9	48.84	0.81	60.2	95.2	98.74
Hojaldre	2.4	2	85.5	40.84	0.38	106.95	90	100
Pan blanco, de rodaja o cuadrado, suave	7.64	3.29	50.61	29.21	1.22	24.04	63.56	96.81
Pan blanco, de rodaja o cuadrado, tostado	9	4	54.4	32.19	1.43	22.48	69.6	96.98

Tabla 29-Bis12 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Pan blanco, tipo bollo (costa rica)	11.7	2.1	67.5	38.09	1.86	20.46	83.6	97.25
Pan blanco, tipo bollo c/leche	7.9	5.7	49.6	30.72	1.26	24.44	64.7	97.68
Pan blanco, tipo hamburguesa-hot dog	9.5	4.33	49.45	30.52	1.51	20.19	65.3	96.91
Pan de centeno	9.2	0.7	53.4	29.38	1.46	20.07	65	97.38
Pan dulce de coco	9.8	6.7	68.5	40.83	1.56	26.25	85.7	99.18
Pan dulce de huevo	10.8	6.1	31.1	24.41	1.72	14.21	100	100
Pan dulce de yema	4.8	3.1	72.3	37.13	0.76	46.62	81.1	98.89
Pan francés de coco	10.3	6.9	58.6	36.95	1.64	22.55	76.7	98.83
Pan integral, tipo bollo	8.4	5.4	51.4	31.57	1.34	23.63	67.3	97.03
Polvo de hornear	0.1	0.4	46.9	21.2	0.02	1332.58	93.8	50.53
Rosquillas de maíz	13.5	10.4	48.8	37.01	2.15	17.23	75.8	95.91
Tortilla de maíz blanco, c/cal	5.4	1	44.9	23.71	0.86	27.6	52.2	98.47
Tortilla de maíz blanco, c/cal y ceniza	4.2	4.4	37	22.08	0.67	33.05	46.1	98.7
Tortilla de maíz blanco, c/ceniza	3.3	1.2	43.2	21.94	0.53	41.79	48.4	98.55
Tortilla de maíz blanco, pilado	3.1	0.8	37.6	19.04	0.49	38.6	41.8	99.28
Tortilla de maíz negro, c/cal	3.9	4.7	52.9	29.21	0.62	47.07	62.6	98.24
Tortilla de maíz, lista para freír u hornear	5.7	2.85	44.64	25.15	0.91	27.74	54.11	98.28
Tortilla de trigo, lista para freír u hornear	5.29	7.75	51.35	33.25	1.32	25.21	69.78	96.57
Tortilla horneada lista para taco	7.2	22.6	62.4	48.69	1.15	42.51	94	98.09
Azúcar blanca, granulada	0	0	99.1	44.04	0	0	99.3	99.8
Azúcar blanca, granulada, fortif.c/vit a	0	0	99.1	44.04	0	0	99.3	99.8
Azúcar morena o negra	0	0	97.33	43.26	0	0	98.23	99.08
Caña de azúcar, jugo	0.3	0.1	20.5	9.35	0.05	195.97	21.2	98.58
Caramelos o confites, duros	0	0.2	98	43.71	0	0	98.7	99.49
Caramelos o confites, suaves	0	0	98.9	43.96	0	0	99	99.9
Chocolates c/leche (golosina)	7.65	29.66	59.4	52.9	1.22	43.47	98.5	98.19
Chocolates c/leche y almendra (golosina)	9	34.4	53.2	54.46	1.43	38.03	98.5	98.27
Chocolates c/leche y maní (golosina)	13.1	33.5	49.4	54.37	2.08	26.09	98.1	98.17
Dulce de coco	0.5	11.5	85	46.68	0.08	586.85	97.2	99.79
Dulce de guayaba	0.4	1	89.7	40.84	0.06	641.76	91.6	99.45
Dulce de leche	0.1	2.8	94.9	44.33	0.02	2786.67	98	99.8
Dulce de papaya	0.9	0.8	54.5	25.32	0.14	176.86	57.4	97.91
Dulce de piña	0.1	6.2	89.7	44.57	0.02	2801.69	96.1	99.9
Dulce de zapote	0.2	3.8	93.1	44.34	0.03	1393.52	97.3	99.79
Goma de mascar (chicle) con azúcar	0	0.3	66.08	29.59	0	0	97.4	99.59
Goma de mascar (chicle) sin azúcar	0	0.4	94.8	42.43	0	0	96.5	98.65
Jaleas toda variedad	0.15	0.02	69.95	31.19	0.02	1306.9	70.23	99.83
Jarabe dietético	0.8	0	49.2	22.31	0.13	175.31	50	99.86
Melaza	0	0.1	74.73	33.29	0	0	78.13	95.78
Mermeladas toda variedad	0.3	0	66.3	29.63	0.05	620.9	66.8	99.7
Miel de abejas	0.3	0	82.4	36.79	0.05	770.82	82.9	99.76
Miel de caña	0.5	0.2	72.6	32.7	0.08	411.02	74.4	98.52
Miel de maple preparada para pancakes	0	0.1	69.6	31.01	0	0	69.9	99.71
Miel karo	0	0	72.68	32.3	0	0	73.17	99.33
Miel preparada para pancakes	0	0	61.47	27.32	0	0	62.02	99.79
Pasta de guayaba	0.3	0.1	79	35.35	0.05	740.73	79.9	99.37
Aceite vegetal fortificado (pl 480)	0	100	0	75	0	0	100	100
Aceite vegetal, de ajonjolí	0	100	0	75	0	0	100	100

Tabla 29-Bis13 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Aceite vegetal, de algodón	0	100	0	75	0	0	100	100
Aceite vegetal, de coco	0	100	0	75	0	0	100	100
Aceite vegetal, de girasol	0	100	0	75	0	0	100	100
Aceite vegetal, de maíz	0	100	0	75	0	0	100	100
Aceite vegetal, de oliva	0	100	0	75	0	0	100	100
Aceite vegetal, de soya	0	100	0	75	0	0	100	100
Aceite vegetal, toda clase		100	0	75	0	0	100	100
Grasa de pollo	0	99.8	0	74.85	0	0	99.8	100
Manteca de cerdo	0	99.4	0	74.55	0	0	99.4	100
Manteca vegetal, todo uso	0		0	0	0	0	100	100
Mantequilla c/sal	0.85	81.11	0.06	61.33	0.14	453.55	84.13	97.49
Mantequilla de maní con sal	25.09	50.39	19.56	60.46	3.99	15.15	98.19	96.79
Mantequilla s/sal	0.85	81.11	0.06	61.33	0.14	453.55	82.06	99.95
Margarina (20% grasa) c/sal	0	19.5	0.4	14.8	0	0	21.2	93.87
Margarina (20% grasa) s/sal	0	19.5	0.4	14.8	0	0	21.2	93.87
Margarina (80% grasa) c/sal	0.9	80.5	0.9	61.28	0.14	427.96	84.3	97.63
Margarina (80% grasa) s/sal	0.5	80.3	0.5	60.73	0.08	763.41	81.5	99.75
Margarina suave c/sal (60% grasa)	0.6	60	0	45.33	0.1	474.93	61.87	97.25
Margarina suave s/sal (60% grasa)	0.6	60	0	45.33	0.1	474.93	61.87	97.9
Mayonesa comercial c/sal	0.9	33.4	23.9	36.17	0.14	252.64	60.1	96.84
Batido o milk shake, chocolate	3.4	3.7	20.5	13.78	0.54	25.47	26.5	96.84
Batido o milkshake, fresa	3.4	2.8	18.9	12.39	0.54	22.91	25.9	96.53
Batido o milkshake, vainilla	3.37	6.52	19.59	15.47	0.54	28.86	30.35	97.17
Bebida - deportistas, sabor frutas, líquido	0	0.1	6.76	3.08	0	0	7.06	97.17
Bebida alcohólica, aguardiente o ron	0	0	0	0	0	0	33.4	100
Bebida alcohólica, cerveza regular	0.46	0	3.55	1.83	0.07	25.06	8.04	98.01
Bebida alcohólica, cerveza suave	0.24	0	1.64	0.86	0.04	22.59	5.12	98.24
Bebida alcohólica, vino de mesa	0.07	0	2.61	1.2	0.01	107.66	13.51	97.93
Bebida de chocolate (sabor), polvo fortificado para leche	4.55	2.27	90.28	44.36	0.72	61.28	98.9	98.18
Bebida gaseosa o carbonatada, no colas	0	0	12.3	5.47	0	0	12.4	99.19
Bebida gaseosa o carbonatada, dietética no colas	0	0	0.1	0.04	0	0	0.2	50
Bebida gaseosa o carbonatada, dietética tipo colas	0.11	0.03	0.29	0.21	0.02	12.15	0.46	93.48
Bebida gaseosa o carbonatada, tipo colas c/caféina	0.07	0.02	9.56	4.3	0.01	386.38	8.69	99.59
Bebida gaseosa o carbonatada, tipo soda	0	0	0	0	0	0	0.1	0
Bebida gaseosa o carbonatada, tipo tónica	0	0	8.8	3.91	0	0	8.9	98.88
Bebida gatorade, líquido	0	0.1	6.32	2.88	0	0	6.62	96.98
Bebida malteada natural, en polvo	14.29	9.52	71.43	46.84	2.27	20.61	98	96.96
Café con cocoa (moca), descafeinado, polvo	9	13.21	71.4	46.65	1.43	32.58	96.9	96.6
Café de cereales preparado con agua	0.1	0.04	1.3	0.66	0.02	41.7	1.63	88.96
Café instantáneo, descafeinado, polvo	11.6	0.2	42.6	25.54	1.85	13.84	96.8	90.7
Café instantáneo, descafeinado, preparado c/agua s/azúcar	0.12	0	0.43	0.26	0.02	13.51	1.07	82.24
Café instantáneo, polvo	12.2	0.5	41.1	25.43	1.94	13.1	96.9	90.92
Café instantáneo, preparado c/agua s/azúcar	0.1	0	0.34	0.21	0.02	13	0.91	81.32
Café instantáneo, sabor capuchino, c/azúcar, polvo	3.1	5.56	85.94	44.09	0.49	89.4	98.7	95.85
Café tostado molido, polvo	12.6	14.8	63.4	46.29	2	23.09	95	94.95
Café tostado molido, preparado c/agua s/azúcar	0.12	0.02	0	0.08	0.02	4.29	0.61	42.62
Chocolate, tabillas para bebida	3.4	15.1	78.4	48.06	0.54	88.86	97.9	98.98
Cocoa mixta, polvo	6.67	4	83.73	43.93	1.06	41.4	98.5	95.84

Tabla 29-Bis14 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Cocoa mixta, preparada agua	0.81	0.55	11.64	6.04	0.13	46.85	13.66	95.24
Cocoa simple s/azúcar, polvo	19.6	13.7	54.3	45.32	3.12	14.53	97	94.02
Fórmula nutritiva ensure, líquido	5.16	4.52	19.88	15.1	0.82	18.39	30.16	98.01
Fórmula nutritiva ensure, polvo	15.9	15.9	61.8	48.25	2.53	19.07	96	97.37
Jamaica rosa, flores secas para bebida	7.2	2.6	74.1	38.89	1.15	33.95	90.8	92.4
Refresco artif. C/Mit c, sabor frutas, preparado	0	0.01	9.47	4.22	0	0	9.65	98.24
Refresco artif. C/Mit c, sabor limón, preparado	0	0	10.8	4.8	0	0	10.9	99.08
Refresco artif. C/Mit c, sabor naranja, preparado	0	0	12.65	5.62	0	0	12.85	98.44
Refresco concentrado c/azúcar	0.3	0	64.4	28.79	0.05	603.2	64.9	100
Te de hierbas (no manzanilla), preparado c/agua s/azúcar	0	0	0.2	0.09	0	0	0.3	100
Te de manzanilla, preparado c/agua s/azúcar	0	0	0.2	0.09	0	0	0.3	100
Te negro instantáneo, en polvo	20.21	0	58.66	37.32	3.22	11.61	94.91	83.1
Te negro instantáneo, preparado c/agua s/azúcar	0.06	0	0.17	0.11	0.01	11.42	0.38	60.53
Te negro, hojas secas	8	4	71.4	39.19	1.27	30.79	88.6	94.13
Te negro, hojas secas, preparado c/agua s/azúcar	0	0	0.3	0.13	0	0	0.3	100
Croissant de queso	9.2	20.9	47	41.69	1.46	28.48	79	97.59
Donas con cubierta de azúcar	5.2	22.9	50.8	42.65	0.83	51.55	80.4	98.13
Flan sabor de chocolate, polvo	2.6	2.1	89.3	42.71	0.41	103.26	96	97.92
Flan sabor de chocolate, preparado c/leche	3.21	3.15	19.4	12.77	0.51	25.01	26.7	96.48
Flan sabor de vainilla, polvo	0.3	0.4	93.5	42.02	0.05	880.47	96.1	97.92
Flan sabor de vainilla, preparado c/leche	2.86	2.9	18.68	12.07	0.46	26.53	25.34	96.37
Gelatina, todo sabor, polvo	7.8	0	90.5	44.57	1.24	35.91	99	99.29
Gelatina, todo sabor, preparada c/agua	1.22	0	14.19	6.99	0.19	35.99	15.61	98.72
Helado-crema o ice cream, chocolate	3.6	11	28.2	22.9	0.6	37.88	44.3	97.74
Helado-crema o ice cream, chocolate, sin grasa	3.89	2.17	30.18	17.21	0.62	27.8	36.8	99.48
Helado-crema o ice cream, fresa	3.2	8.4	27.6	20.35	0.51	39.97	40	98.25
Helado-crema o ice cream, vainilla	3.5	11	23.6	20.69	0.56	37.15	39	97.69
Helado-crema o ice cream, vainilla, sin azúcar	3.68	6.2	21.92	16.44	0.59	28.08	32.14	97.39
Helado-crema o ice cream, vainilla, sin grasa	3.3	2.2	30.51	17.05	0.53	32.47	36.58	98.44
Helado-nieve, distintas frutas, comercial	0.4	0	32.6	14.71	0.06	231.18	33.1	100
Helado-nieve, distintas frutas, no comercial	0.05	0.02	29.17	13.01	0.01	1635.2	100	99.91
Helado-nieve, leche	1.15	1.22	32.58	16.04	0.18	67.65	100	99.73
Helado-nieve, sabor artificial	0	0.2	11	5.04	0	0	11.2	100
Pastel amarillo simple o magdalena	5.2	17.9	52.5	39.65	0.83	47.93	76.9	98.18
Pastel de chocolate	4.1	16.4	54.6	38.85	0.65	59.56	77.1	97.6
Pastel de chocolate, harina comercial	5.9	15.6	73	47.43	0.94	50.53	96.9	98.04
Pastel de frutas cristalizadas	2.9	9.1	61.6	35.82	0.46	77.63	74.7	98.66
Rollos dulces, c/canela	6.2	16.4	50.9	38.37	0.99	38.91	75.2	97.74
Rollos dulces, c/queso	7.1	18.3	43.7	37.1	1.13	32.85	70.6	98.02
Bebida-bebe, jugo procesado, frutas mixtas	0.1	0.1	11.6	5.29	0.02	332.28	12.1	98.35
Bebida-bebe, jugo procesado, frutas mixtas c/yogurt	2.4	0.8	14.68	8.46	0.38	22.16	18.5	96.65
Bebida-bebe, jugo procesado, manzana	0	0.1	11.7	5.28	0	0	12	98.33
Bebida-bebe, jugo procesado, manzana y uva	0.1	0.2	11.34	5.25	0.02	329.73	11.9	97.82
bebida-bebe, jugo procesado, naranja	0.6	0.3	10.2	5.09	0.1	53.35	11.5	96.52
Bebida-bebe, jugo procesado, naranja y piña	0.5	0.1	11.7	5.55	0.08	69.81	12.7	96.85
Bebida-bebe, jugo procesado, pera	0	0	11.86	5.27	0	0	12.1	98.02
Bebida-bebe, jugo procesado, zanahoria y naranja	0.5	0.1	9.9	4.75	0.08	59.76	10.9	97.71
Cereal-cereal, trigo c/leche	15.5	9	68.9	46	2.47	18.66	97.5	97.23

Tabla 29-Bis15 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Cereal-cerealac, trigo, banano c/leche	15.5	9	67.5	45.38	2.47	18.4	87.4	96.51
Cereal-cerealac, trigo, mlo c/leche	15.5	9	67.8	45.51	2.47	18.46	97.5	96.62
Cereal-gerber, arroz	4	3.5	83	41.74	0.64	65.59	94.2	100
Cereal-gerber, arroz c/frutas	5	3.5	84	42.74	0.8	53.73	96	100
Cereal-gerber, arroz c/leche	14.9	5.7	72.1	44.62	2.37	18.82	98.1	94.5
Cereal-gerber, avena	12	7	70	43.04	1.91	22.55	93.4	100
Cereal-gerber, avena c/leche y banano	14.7	6	72.3	44.82	2.34	19.16	98.4	94.51
Cereal-gerber, cebada	9.2	3.2	77	41.74	1.46	28.52	93.2	95.92
Cereal-gerber, maíz	6.8	2	81.1	41.33	1.08	38.2	92.5	97.84
Cereal-gerber, mixto	9	4	79	43.12	1.43	30.12	95.9	100
Cereal-gerber, trigo c/leche	14.8	5.9	72.8	45.02	2.35	19.12	98.8	94.64
Cereal-gerber, trigo c/manzana	10.4	6.8	76.5	44.89	1.65	27.13	97.5	96.1
Cereal-gerber, trigo c/miel	6	3.5	85	43.74	0.95	45.83	97.7	100
Cereal-nestum, arroz	6.1	0.7	87	42.59	0.97	43.88	96	99.38
Cereal-nestum, arroz c/frutas	5.2	0.6	84.4	40.86	0.83	49.39	100	98
Cereal-nestum, avena	10	5.2	70.7	40.89	1.59	25.7	96	96.77
Cereal-nestum, avena c/banano	9.1	4.5	73.5	41.11	1.45	28.4	100	96.8
Cereal-nestum, integral	10.9	2.4	71.7	39.74	1.73	22.91	96	96.56
Cereal-nestum, mixto 4 cereales	9.5	1.2	81	42.19	1.51	27.92	96.2	98.23
Cereal-nestum, mixto 5 cereales	10	1.5	72.9	39.09	1.59	24.57	100	96.8
Cereal-nestum, trigo	8.1	2.35	80.6	42.09	1.29	32.67	100	99.1
Cereal-nestum, trigo c/chocolate	8.9	1.5	80.8	41.99	1.42	29.66	96	98.96
Cereal-nestum, trigo c/leche	15	9	67.8	45.24	2.39	18.96	100	97.5
Cereal-nestum, trigo c/manzana hojuelas	7	0.95	83	41.5	1.11	37.26	100	99
Cereal-nestum, trigo c/miel	8.6	0.9	82.2	42	1.37	30.7	97	98.66
Comida-bebe, puré procesado, banano	0.4	0.1	15.3	7.1	0.06	111.54	16	98.13
Comida-bebe, puré procesado, frutas mixtas	0.4	0.3	15.48	7.33	0.06	115.15	16.5	98.06
Comida-bebe, puré procesado, manzana	0.2	0.2	10.8	5.06	0.03	159.07	11.4	98.25
Comida-bebe, puré procesado, pera	0.3	0.2	10.8	5.12	0.05	107.21	11.6	97.41
Comida-bebe, puré procesado, pera y piña	0.3	0.1	10.9	5.99	0.05	106.57	11.5	97.39
Comida-bebe, puré procesado, pollo y fideos	2.69	2.06	9.08	7.08	0.43	16.54	14.36	96.31
Comida-bebe, puré procesado, pollo y vegetales	2.47	1.73	8.42	6.42	0.39	16.33	13.1	96.26
Comida-bebe, puré procesado, res y arroz	5	2.9	8.8	8.87	0.8	11.15	18.1	92.27
Comida-bebe, puré procesado, res y vegetales	2.03	6.93	6.36	9.15	0.32	28.35	15.7	97.58
Comida-bebe, puré procesado, veg. Y pollo	2.04	1.12	8.66	5.82	0.32	17.95	12.24	96.57
Comida-bebe, puré procesado, veg. Y res	2.59	2.43	7.7	6.69	0.41	16.23	12.96	98.15
Comida-bebe, puré procesado, veg., fileos y pollo	2	2.5	7.9	6.5	0.32	20.43	12.8	96.88
Comida-bebe, puré procesado, vegetales mixtos	1.2	0.1	9.5	4.97	0.19	26.01	11.3	95.58
Comida-bebe, puré procesado, zanahoria	0.8	0.1	6	3.19	0.13	25.04	7.7	89.61
Comida-bebe, puré procesado, cereal, avena, manzana y banano,	1.3	0.7	15.4	8.09	0.21	39.13	17.8	97.75
Comida-bebe, puré procesado, fruta, guayaba y papaya p2	0.2	0.1	17	7.74	0.03	243.32	17.5	98.86
Comida-bebe, puré procesado, fruta, manzana, p1	0	0	10.3	4.58	0	0	10.5	98.1
Comida-bebe, puré procesado, fruta, manzana, p3	0.2	0.1	12.1	5.56	0.03	174.87	12.5	98.96
Comida-bebe, puré procesado, fruta, melocotón, p3	0.5	0.2	11.8	5.87	0.08	71.32	12.6	98.41
Comida-bebe, puré procesado, fruta, papaya y manzana p2	0.2	0.1	18.9	8.59	0.03	269.86	19.4	98.97
Comida-bebe, puré procesado, fruta, peras, p1	0.3	0.1	11.6	5.4	0.05	113.09	12.2	98.36
Comida-bebe, puré procesado, fruta, peras, p3	0.3	0.1	13.6	6.29	0.05	131.72	14.4	98.61
Comida-bebe, puré procesado, frutas mixtas c/ yogurt p2	0.8	0.8	16.23	8.26	0.13	64.89	18.2	97.97

Tabla 29-Bis16 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Comida-bebe, puré procesado, postre, frutas, p2	0.3	0	16	7.28	0.05	152.49	16.6	98.19
Comida-bebe, puré procesado, postre, manzana yogurt,	0.8	1.6	19.5	10.31	0.13	81.02	22.1	99.1
Comida-bebe, puré procesado, postre, manzana, p2	0.2	0.4	19.74	9.18	0.03	288.66	20.5	99.22
Comida-bebe, puré procesado, verdura, zanahoria, p1	0.8	0.2	7.2	3.8	0.13	29.82	9	82.22
Fórmula infantil, enfamil Premium 1, con hierro	10.8	27	56.2	51.24	1.72	29.82	96.7	97.21
Fórmula infantil, enfamil Premium 1, con hierro (dha y ara)	10.8	27	56.2	51.24	1.72	29.82	96.7	97.21
Fórmula infantil, enfamil sin lactosa, con hierro	10.9	28	56.3	52.09	1.73	30.04	97.8	97.34
Fórmula infantil, enfamil sin lactosa, con hierro (dha y ara)	10.9	28	56.3	52.09	1.73	30.04	97.8	97.34
Fórmula infantil, isomil con hierro	13.7	28.1	52.5	52.04	2.18	23.88	97.5	96.51
Fórmula infantil, nan 1	9.5	27.7	57.9	51.8	1.51	34.27	97	98.04
Fórmula infantil, nan 2, bifidus	15.9	21.2	56.8	50	2.53	19.77	97	96.8
Fórmula infantil, nan sin lactosa	12.6	25	56.8	51.01	2	25.45	97	97.32
Fórmula infantil, nursoy	14	27	54	52.05	2.23	23.37	98	96.94
Fórmula infantil, promil Gold, etapa 2	16	20	59	50.13	2.55	19.69	98	95.51
Fórmula infantil, similac advance 1, baja en hierro	10.8	27	56.2	51.24	1.72	29.82	96.7	97.21
Fórmula infantil, similac advance 1, con hierro	10.9	28.9	55.5	52.41	1.73	30.22	97.7	100
Fórmula infantil, similac advance 1, sin lactosa (lf)	11	27.7	54.9	51.3	1.75	29.31	98	96.84
Aderezo ensalada, aceite y vinagre	0	50.1	2.5	38.69	0	0	52.6	100
Caldo de pollo, deshidratado, en cubitos	14.6	4.7	23.5	22.1	2.32	9.51	97.5	43.9
Caldo de pollo, deshidratado, en polvo	16.66	13.88	18.01	27.69	2.65	10.45	97.73	49.68
Caldo de pollo, o gallina	0.2	9.8	0	7.46	0.03	234.5	10.9	87.16
Caldo de res,	1.2	2.4	3.3	3.93	0.19	20.61	7.6	90.79
Caldo de res, deshidratado, en cubitos	17.3	4	16.1	19.79	2.75	7.19	96.7	38.68
Caldo de res, deshidratado, en polvo	15.97	8.89	23.65	26.07	2.54	10.26	96.73	50.15
Mostaza comercial	3.95	3.11	7.78	7.99	0.63	12.71	18.36	80.83
Salsa envasada, barbacoa	1.8	1.8	12.8	8.04	0.29	28.08	19.1	85.86
Salsa envasada, de soya	10.51	0.1	5.57	8.4	1.67	5.03	34	47.59
Salsa envasada, inglesa	0	0	19.46	8.65	0	0	21.46	90.68
Salsa envasada, picante	0.51	0.37	1.75	1.34	0.08	16.51	10.02	26.25
Salsa envasada, tabasco	1.29	0.76	0.8	1.64	0.21	8.01	4.83	59.01
Salsa envasada, tomato, cátsup	1.74	0.38	25.08	12.4	0.28	44.8	30.85	88.14
Salsa procesada, tomale para spaghetti	1.7	3.9	16	10.98	0.27	40.61	23.2	91.81
Salsa procesada, tomate, estilo ranchero	0.94	0.74	8.77	4.98	0.15	33.28	11.72	89.16
Sopa condensada, enlat. Frijol negro	4.83	1.32	15.42	10.53	0.77	13.71	24.67	87.43
Sopa condensada, enlat. Pollo c/arroz	2	1.6	6.8	5.34	0.32	16.77	11.6	86.79
Sopa condensada, enlat. Pollo y fideos	2.6	1.5	6.9	5.64	0.41	13.63	13.1	83.97
Sopa condensada, enlat. Res y fideos	3.85	2.46	7.16	7.17	0.61	11.71	15.58	86.39
Sopa condensada, enlat. Tomate	1.61	0.56	13.41	7.28	0.26	28.41	17.5	89.09
Sopa condensada, enlat. Vegetales y res	4.45	1.51	8.11	7.21	0.71	10.19	16.31	86.2
Sopa condensada, prep. C/agua, cebolla	1.56	0.72	3.39	2.92	0.25	11.75	6.94	81.7
Sopa crema condensada, enlat. Hongos	1.61	5.89	6.72	8.3	0.26	32.41	16.15	88.05
Sopa crema condensada, enlat. Papa	1.39	1.88	9.14	6.25	0.22	28.25	14.61	84.87
Sopa crema condensada, enlat. Pollo	2.38	5.77	7.16	8.83	0.38	23.33	17.25	88.7
Sopa crema condensada, prep. C/agua, cebolla	1.13	2.16	5.2	4.56	0.18	25.37	9.5	88.42
Sopa crema condensada, prep. C/agua, espárragos	0.94	1.68	4.38	3.73	0.15	24.94	8.2	85.24
Sopa crema condensada, prep. C/agua, hongos	0.95	3.68	3.81	4.98	0.15	32.97	9.67	88
Sopa crema condensada, prep. C/agua, pollo	1.41	3.02	3.8	4.74	0.22	21.13	9.38	87.53
Sopa crema deshidratada, espárragos	13.75	10.8	55.75	40.53	2.19	18.53	95.2	84.35

Tabla 29-Bis17 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Sopa crema deshidratada, pollo	7.25	21.68	54.34	44.45	1.15	38.54	96.25	86.51
Sopa crema deshidratada, prep. C/agua, espárragos	0.88	0.69	3.57	2.59	0.14	18.53	6.1	84.26
Sopa crema deshidratada, prep. C/agua, pollo	0.68	2.04	5.11	4.18	0.11	38.64	9.06	86.53
Sopa crema deshidratada, prep. C/agua, vegetales	0.73	2.19	4.73	4.15	0.12	35.74	8.82	86.73
Sopa crema deshidratada, vegetales	8	24.1	52.1	45.69	1.27	35.9	97.1	86.71
Sopa de fideo ramen, preparada	2.6	3.79	13.52	10.3	0.41	24.9	16.74	100
Sopa deshidratada, cebolla	7.48	5.09	60.32	34.79	1.19	29.24	96.21	75.77
Sopa deshidratada, cola de buey	15	13.6	47.9	39.84	2.39	16.7	95.2	80.36
Sopa deshidratada, fideo ramen, cualquier sabor	9.3	17.1	65.5	47.11	1.48	31.84	95.3	96.43
Sopa deshidratada, fideo ramen, sabor pollo	10.66	15.55	63.57	45.85	1.7	27.04	95.74	93.77
Sopa deshidratada, fideo ramen, sabor res	10.29	15.71	63.27	45.63	1.64	27.87	94.48	94.49
Sopa deshidratada, hongos	10.18	22.34	51.18	45.17	1.62	27.89	96.94	86.38
Sopa deshidratada, pollo c/arroz	15.07	8.89	57.09	40.43	2.4	16.86	96.11	84.34
Sopa deshidratada, pollo c/fideos	15.42	6.51	62.32	41.17	2.45	16.78	95.06	88.64
Sopa deshidratada, pollo c/vegetales	18.98	5.59	55.04	39.22	3.02	12.99	95.34	83.5
Sopa deshidratada, prep. C/agua, hongos	0.88	1.92	4.4	3.89	0.14	27.75	8.34	86.33
Sopa deshidratada, prep. C/agua, pollo c/arroz	0.97	0.57	3.66	2.59	0.15	16.81	6.16	84.25
Sopa deshidratada, prep. C/agua, pollo c/fideos	0.84	0.55	3.67	2.51	0.13	18.79	5.84	86.64
Sopa deshidratada, prep. C/agua, pollo c/Vegetales	1.07	0.32	3.11	2.22	0.17	13.03	5.39	83.49
Sopa deshidratada, vegetales y res	18.91	7.2	51.74	38.92	3.01	12.94	95.36	81.65
Vnagre	0	0	0.93	0.41	0	0	6.19	97.25
Vnagre destilado	0	0	0.04	0.02	0	0	5.22	100
Burrito, frijoles c/queso	8.1	6.29	29.55	22.36	1.29	17.35	46.09	95.34
Burrito, frijoles c/queso y chile	9.91	6.84	25.35	21.91	1.58	13.9	44.23	95.16
Camarones empanizados y fritos	11.51	15.18	24.39	28.63	1.83	15.64	52.18	97.89
Crepas, de espinaca	5.95	9.29	11.15	15.24	0.95	16.1	100	100
Crepas, de jamón y queso	11.74	11.74	10.8	20.14	1.87	19.78	100	100
Crepas de espinaca	0	0	0	0	0	0	100	100
Croissant, de huevo, queso y jamón	12.45	22.09	15.92	30.58	1.98	15.44	48.86	94.92
Croissant, de huevo, queso y tocino	12.58	21.98	18.33	31.64	2	15.81	56.08	95.11
Elote cocido, c/mantequilla	3.06	2.35	21.88	13.19	0.49	27.1	27.95	97.67
Enchilada mexicana, c/queso	5.91	11.56	17.51	19.74	0.94	21	36.77	95.16
Enchilada mexicana, c/queso y carne de res	6.21	9.19	15.87	17.4	0.99	17.62	33.11	94.41
Ensalada-restaurant, vegetales s/aderezo	1.25	0.07	3.22	2.18	0.2	10.96	4.49	88.2
Ensalada-restaurant, vegetales s/aderezo c/pollo	8	1	1.71	5.96	1.27	4.69	12.95	94.59
Ensalada-restaurant, cesar c/pollo	8.09	4.81	7.36	11.38	1.29	8.84	21.63	93.2
Ensalada-restaurant, cesar s/pollo	3.18	2.05	4.28	5.21	0.51	10.3	10.29	91.06
Hamburguesa, grande doble carne, c/vegetales c/cond.	15.17	11.75	17.82	25.18	2.41	10.43	46.26	96.71
Hamburguesa, grande s/vegetales s/cond.	16.51	16.73	23.16	32.03	2.63	12.2	57.9	97.41
Hot dog, simple	10.6	14.84	18.4	25.21	1.69	14.95	46.04	95.22
Huevos, cocidos o duros	12.58	10.61	1.12	15.46	2	7.72	25.38	95.74
Huevos, fritos o estrellados	13.63	15.31	0.88	19.46	2.17	8.98	30.87	96.6
Huevos, omelet c/jamón y queso	15.42	16.67	1.56	21.78	2.45	8.88	35.58	93.99
Huevos, omelet simple	10.62	12.02	0.69	15.24	1.69	9.02	24.17	96.52
Huevos, revueltos o picados	13.84	16.18	2.08	20.77	2.2	9.43	33.3	96.4
Medallones o «Nuggets» de pollo frito	15.59	18.82	16.32	30.05	2.48	12.12	52.92	95.86
Nachos, c/queso	8.05	16.77	32.15	31.35	1.28	24.48	59.55	95.67
Nachos, c/queso y chile	8.24	16.74	29.45	30.23	1.31	23.06	57.3	94.99

Tabla 29-Bis18 Alimentos de Iztapalapa (continuación)

Papa homeada, c/salsa de queso	4.94	9.71	15.71	17.02	0.79	21.65	34.25	94.98
Papas a la francesa, palitos tostados	5.87	20.6	41.03	36.95	0.93	39.57	70.04	96.37
Papas en puré, restaurante	2.31	1.21	16.12	9.36	0.37	25.46	20.79	94.47
Pescado empanizado y frito	18.09	13.33	8.04	23.64	2.88	8.22	41.19	96.94
Pescado filete, empanizado-frito	14.66	12.29	16.97	24.92	2.33	10.69	46.43	94.59
Pizza de carne y vegetales, concha regular	11.02	10.9	25.38	25.59	1.75	14.6	49.6	95.36
Pizza de Pepperoni, concha gruesa	11.97	14.21	30.49	30.87	1.9	16.21	59.2	95.73
Pizza de Pepperoni, concha regular	12.86	11.38	31.55	29.72	2.05	14.53	58.65	95.11
Pizza de queso, carne y vegetales, concha regular	11.02	10.9	25.38	25.59	1.75	14.6	49.6	95.36
Pizza de queso, concha gruesa	11.73	12.56	29.93	29.25	1.87	15.68	56.6	95.78
Pizza de queso, concha regular	11.93	10.89	31.22	28.69	1.9	15.11	56.71	95.29
Plátano frito	1.43	10.22	35.02	24.03	0.23	105.61	100	98.72
Pollo empanizado frito, muslo	20.32	18.04	10.61	29.56	3.23	9.14	51.01	95.98
Pollo empanizado frito, pechuga	21.91	18.11	12.01	31.12	3.49	8.93	54.3	95.82
Pollo empanizado frito, pieza sin hueso	15.59	18.82	16.32	30.05	2.48	12.12	52.92	95.86
Sándwich o hamburguesa, filete de pollo	13.25	16.18	21.26	28.96	2.11	13.74	52.69	96.2
Sándwich o hamburguesa, filete de pollo c/queso	12.9	17	18.24	28.04	2.05	13.66	53.99	96.11
Sándwich o hamburguesa, pescado, c/salsa	10.72	14.41	25.96	28.31	1.71	16.6	52.65	97.04
Sándwich o hamburguesa, pescado, c/salsa y queso	11.26	15.63	26.03	29.56	1.79	16.5	54.82	96.52
Sándwich, bistec de res	14.87	6.9	25.47	24.77	2.37	10.47	48.93	96.53
Sándwich, huevo y queso	10.69	13.3	17.76	23.82	1.7	14.01	43.7	95.54
Sándwich, jamón y queso	14.17	10.6	22.84	25.99	2.25	11.53	49.2	96.77
Sándwich, jamón, queso y huevo	13.46	11.4	21.64	25.66	2.14	11.98	48.85	95.19
Sándwich, pollo (mcpollo)	10.17	16.21	26.86	29.76	1.62	18.39	55.03	96.77
Taco regular mexicano	12.08	12.02	15.63	22.69	1.92	11.81	41.6	95.5
Ajo molido	16.8	0.76	72.71	42.24	2.67	15.8	93.55	96.48
Albahaca, fresca	2.54	0.61	4.34	3.8	0.4	9.41	9.04	82.85
Anís, semilla	17.6	15.9	50.02	43.96	2.8	15.7	90.46	92.32
Azafrán	11.43	5.85	65.37	39.81	1.82	21.89	88.1	93.81
Canela, molida	3.89	3.19	78.85	40.05	0.62	64.71	90.48	96.08
Cebolla, polvo	10.12	1.05	80.67	42.28	1.61	26.26	94.99	96.68
Cilantro o culantro, hojas secas	21.93	4.78	52.1	38.95	3.49	11.16	92.7	84.81
Clavo de olor, molido	5.98	20.07	61.21	45.59	0.95	47.92	93.14	93.69
Cominos, semillas	17.81	22.27	44.24	46.28	2.83	16.33	91.94	91.71
Hierba buena, fresca	3.29	0.73	8.41	6.12	0.52	11.69	14.45	85.95
Hierba buena, seca	19.93	6.03	52.04	38.75	3.17	12.22	88.7	87.94
Mejorana, seca	12.66	7.04	60.56	39.24	2.01	19.49	92.36	86.9
Nuez moscada, molida	5.84	36.31	49.29	52.39	0.93	56.39	93.77	97.5
Orégano, seco	11	10.25	64.43	42.45	1.75	24.26	92.84	92.3
Pimienta blanca	10.4	2.12	68.61	37.87	1.65	22.89	88.58	98.21
Pimienta negra	10.95	3.26	64.81	37.35	1.74	21.44	89.49	95.16
Romero, fresco	3.31	5.86	20.7	15.44	0.53	29.32	32.23	92.71
Sal de mesa	0	0	0	0	0	0	99.8	0
Sazonador molido no especificado	6.73	5.91	68.73	38.73	1.07	36.17	91	89.42
Sazonador, para pollo	9.59	7.53	65.59	40.14	1.53	26.31	90.69	93.47
Tomillo, seco	9.11	7.43	63.94	39.06	1.45	26.95	92.21	87.27
Vainilla, extracto	0.06	0.06	12.65	5.7	0.01	597.21	47.42	99.45

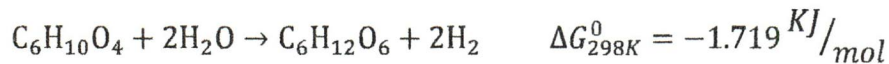
ANEXO IV MEMORIA DE CÁLCULO

En primera instancia se presenta el análisis estequiométrico para la biodigestión anaerobia de residuos domiciliarios, y también una aproximación de la influencia de la temperatura durante el proceso. Además se presentan los cálculos requeridos para el dimensionamiento del digestor, para tres escenarios, para un departamento, para un edificio y para 11 edificios, también se presentan los cálculos para el análisis energético de 2 escenarios, para un generador de 25Hp y para 2 motobombas de 13.1Hp. Por último se presentan los cálculos para el análisis económico y financiero para este último escenario.

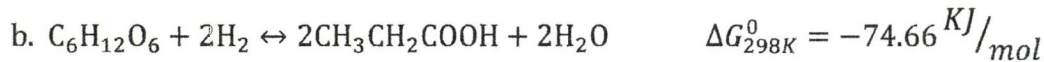
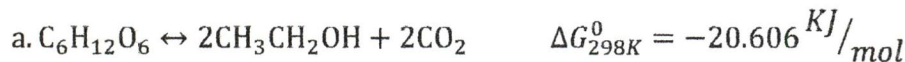
INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA BIODIGESTIÓN ANAEROBIA DE LOS RESIDUOS DOMICILIARIOS

Una fórmula química aproximada para la mezcla de los residuos sólidos domiciliarios es $C_6H_{10}O_4$ y partiendo de ésta como sustrato, las reacciones químicas subsecuentes serán (Ostrem, 2004):

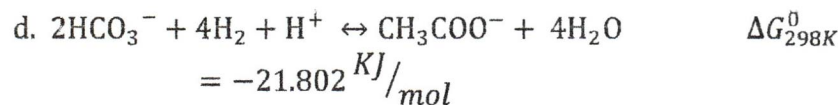
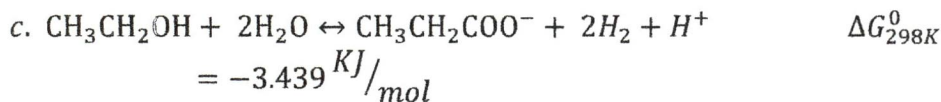
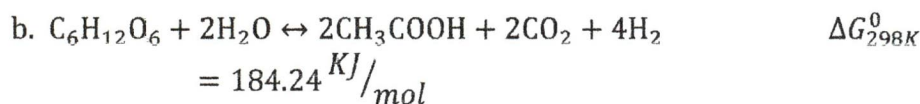
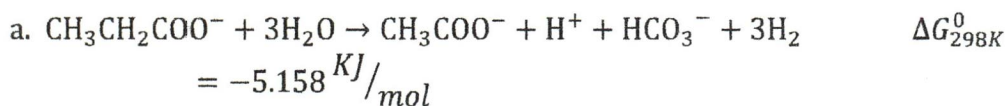
1. Hidrólisis



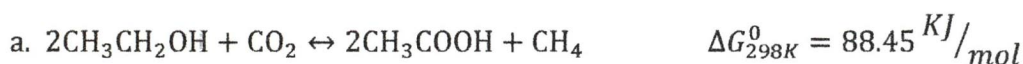
2. Acidogénesis



3. Acetogénesis

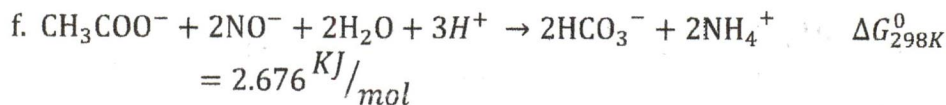
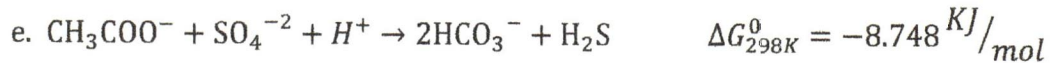


4. Metanogénesis



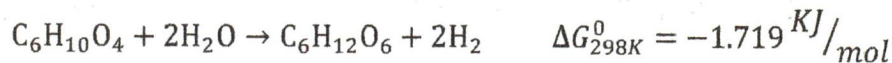


5. Mineralización de Azufre y Nitrógeno



Empleando los valores de la energía libre de Gibbs, la entalpía de reacción y la entropía de la reacción a condiciones estándar se puede aplicar la ecuación de Van't Hoff para estimar la influencia de la temperatura en cada reacción. Considerando que se trata de un proceso mesofílico que se desarrolla entre 20 y 40°C, considerando 30°C como temperatura óptima se tiene:

1. Hidrólisis



Entalpía de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= \Delta H_{\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_4}^0 + 2 * \Delta H_{\text{H}_2\text{O}}^0 - \Delta H_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}^0 - 2 * \Delta H_{\text{H}_2}^0 \\ &= 6773 + 2 * (-285.83) - (-1277) - 0 = 7478.34 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{7478.34 - (-1.719)}{298.15} = 25.088 \text{ KJ/molK}$$

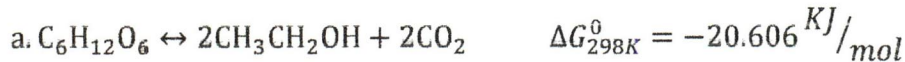
Aplicando la ecuación de Van't Hoff

$$\ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R}\right)\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = \left(\frac{7478.34}{8.32E-3}\right)\left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15}\right) = 49.723$$

$$\text{Como } \ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) > 0 ; K_{p2} > K_{p1}$$

Se favorece la formación de productos con el incremento de la temperatura ya que se trata de una reacción espontánea y endotérmica, si la temperatura disminuye por debajo de la temperatura de equilibrio, ya no es espontánea y se inhibe el proceso paulatinamente.

2. Acidogénesis



Entalpia de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= \Delta H_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}^0 - 2 * \Delta H_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}^0 - 2 * \Delta H_{\text{CO}_2}^0 = -1277 - 2 * (-277.7) - (-393.5) \\ &= -328.1 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

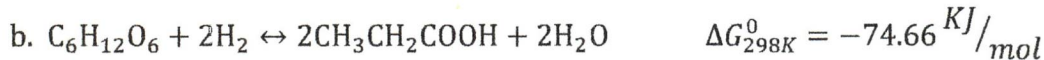
Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{-328.1 - (-20.606)}{298.15} = -1.031 \text{ KJ/molK}$$

Aplicando la ecuación de Van't Hoff

$$\text{Ln} \left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}} \right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R} \right) \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = \left(\frac{-328.1}{8.32E-3} \right) \left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15} \right) = -2.182$$

$$\text{Como } \text{Ln} \left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}} \right) < 0 ; K_{p2} < K_{p1}$$



Entalpia de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= \Delta H_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}^0 + 2 * \Delta H_{\text{H}_2}^0 - 2 * \Delta H_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}}^0 - 2 * \Delta H_{\text{H}_2\text{O}}^0 \\ &= -1277 - 2 * (0) - (-277.7) - (-285.5) = -150 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{-150 - (-74.66)}{298.15} = -0.253 \text{ KJ/molK}$$

Aplicando la ecuación de Van't Hoff

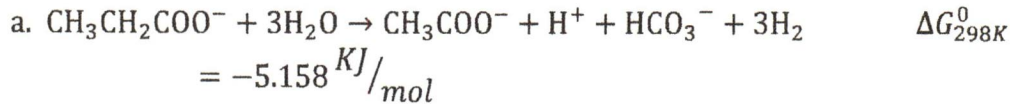
$$\text{Ln} \left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}} \right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R} \right) \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = \left(\frac{-150}{8.32E-3} \right) \left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15} \right) = -0.997$$

$$\text{Como } \text{Ln} \left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}} \right) < 0 ; K_{p2} < K_{p1}$$

En la acidogénesis, las reacciones son exotérmicas y si disminuye la temperatura, se favorece el aumento de productos, pero si la temperatura aumenta considerablemente, la reacción tiende hacia la formación de reactivos. Como la diferencia entre las constantes de equilibrio es pequeña,

no representa un cambio drástico siempre que la actividad microbiana contribuya a mantener el equilibrio dentro del reactor.

3. Acetogénesis



Entalpia de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= \Delta H_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-}^0 + 3 * \Delta H_{\text{H}_2\text{O}}^0 - \Delta H_{\text{CH}_3\text{COO}^-}^0 - \Delta H_{\text{H}^+}^0 - \Delta H_{\text{HCO}_3^-}^0 - 3 * \Delta H_{\text{H}_2}^0 \\ &= 3473 + 3 * (-285.8) - (2296) - (0) - (1471) - 3 * (0) \\ &= -1151.4 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

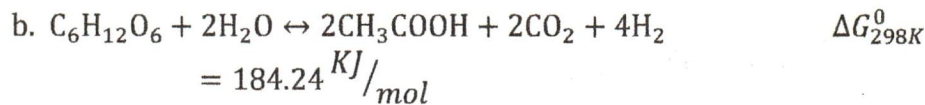
Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{-1151.4 - (-5.158)}{298.15} = -3.845 \text{ KJ/molK}$$

Aplicando la ecuación de Van't Hoff

$$\ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R}\right)\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = \left(\frac{-1151.4}{8.32E-3}\right)\left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15}\right) = -7.656$$

$$\text{Como } \ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) < 0 ; K_{p2} < K_{p1}$$



Entalpia de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= \Delta H_{\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6}^0 + 2 * \Delta H_{\text{H}_2\text{O}}^0 - \Delta H_{\text{CH}_3\text{COOH}}^0 - 2 * \Delta H_{\text{CO}_2}^0 - 4 * \Delta H_{\text{H}_2}^0 \\ &= -1277 + 2 * (-285.8) - (-484.5) - 2 * (-393.5) - 4 * (0) \\ &= -92.6 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

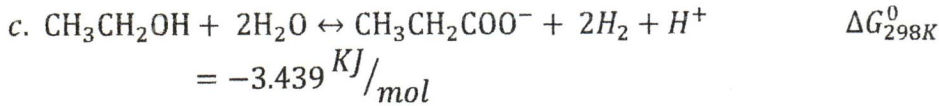
Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{-92.6 - (184.24)}{298.15} = -0.929 \text{ KJ/molK}$$

Aplicando la ecuación de Van't Hoff

$$\ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R}\right)\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = \left(\frac{-92.6}{8.32E-3}\right)\left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15}\right) = -0.616$$

$$\text{Como } \ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) < 0 ; K_{p2} < K_{p1}$$



Entalpia de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= \Delta H_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}^0 + 2 * \Delta H_{\text{H}_2\text{O}}^0 - \Delta H_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COO}^-}^0 - 2 * \Delta H_{\text{H}_2}^0 - \Delta H_{\text{H}^+}^0 \\ &= -277.7 + 2 * (-285.8) - (3473) - 2 * (0) - (0) = -4322.3 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

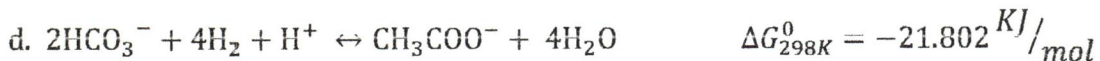
Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{-4322.3 - (-3.439)}{298.15} = -14.486 \text{ KJ/molK}$$

Aplicando la ecuación de Van't Hoff

$$\ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R}\right)\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = \left(\frac{-92.6}{8.32E-3}\right)\left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15}\right) = -28.739$$

$$\text{Como } \ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) < 0 ; K_{p2} < K_{p1}$$



Entalpia de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= 2 * \Delta H_{\text{HCO}_3^-}^0 + 4 * \Delta H_{\text{H}_2}^0 + \Delta H_{\text{H}^+}^0 - \Delta H_{\text{CH}_3\text{COO}^-}^0 - 4 * \Delta H_{\text{H}_2\text{O}}^0 \\ &= 2 * (1471) + 4 * (0) + (0) - (2296) - 4 * (-285.8) = 318.2 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{318.2 - (-21.802)}{298.15} = 1.140 \text{ KJ/molK}$$

Aplicando la ecuación de Van't Hoff

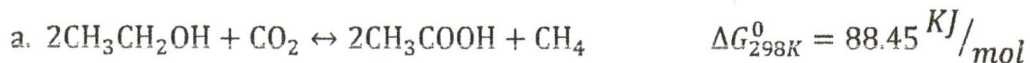
$$\ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R}\right)\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = \left(\frac{-92.6}{8.32E-3}\right)\left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15}\right) = 2.116$$

$$\text{Como } \ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) > 0 ; K_{p2} > K_{p1}$$

En la Acetogénesis, la síntesis del propionato, la glucosa y del etanol, son reacciones exotérmicas, donde el incremento de la temperatura, propicia que las reacciones tiendan hacia la formación

de reactivos y la síntesis del bicarbonato y el ion hidroxilo en acetato, es una reacción endotérmica, donde el incremento de la temperatura favorece el aumento de productos. Si la temperatura disminuye por debajo del punto de equilibrio, puede ocurrir una saturación de acetato y con ello la inhibición del proceso, si en el sistema no se mantiene la sinergia microbiana.

4. Metanogénesis



Entalpia de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= 2 * \Delta H_{\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}}^0 + \Delta H_{\text{CO}_2}^0 - 2 * \Delta H_{\text{CH}_3\text{COOH}}^0 - \Delta H_{\text{CH}_4}^0 \\ &= 2 * (-277.7) + (-393.5) - 2 * (-484.5) - (-74.9) = 327.7 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{327.7 - (88.45)}{298.15} = 0.953 \text{ KJ/molK}$$

Aplicando la ecuación de Van't Hoff

$$\ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R}\right)\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = \left(\frac{327.7}{8.32E-3}\right)\left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15}\right) = 2.478$$

$$\text{Como } \ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) > 0 ; K_{p2} > K_{p1}$$



Entalpia de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= \Delta H_{\text{CH}_4}^0 + \Delta H_{\text{CO}_2}^0 - \Delta H_{\text{CH}_3\text{COOH}}^0 = (-74.9) + (-393.5) - (-484.5) \\ &= -16.1 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

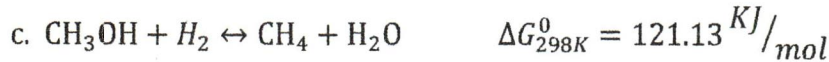
Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{-16.1 - (54.95)}{298.15} = -0.238 \text{ KJ/molK}$$

Aplicando la ecuación de Van't Hoff

$$\ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R}\right)\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right) = \left(\frac{-16.1}{8.32E-3}\right)\left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15}\right) = 0.107$$

$$\text{Como } \ln\left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}}\right) > 0 ; K_{p2} > K_{p1}$$



Entalpia de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= \Delta H_{\text{CH}_3\text{OH}}^0 + \Delta H_{\text{H}_2}^0 - \Delta H_{\text{CH}_4}^0 - \Delta H_{\text{H}_2\text{O}}^0 = (-238.7) + (0) - (-74.9) - (-285.8) \\ &= 122 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{122 - (121.13)}{298.15} = 0.003 \text{ KJ/molK}$$

Aplicando la ecuación de Van't Hoff

$$\text{Ln} \left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}} \right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R} \right) \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = \left(\frac{122}{8.32E-3} \right) \left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15} \right) = 0.811$$

$$\text{Como } \text{Ln} \left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}} \right) > 0 ; K_{p2} > K_{p1}$$



Entalpia de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= \Delta H_{\text{CO}_2}^0 + 4 * \Delta H_{\text{H}_2}^0 - \Delta H_{\text{CH}_4}^0 - 2 * \Delta H_{\text{H}_2\text{O}}^0 \\ &= (-393.5) + 4 * (0) - (-74.9) - (-285.8) = 253 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{253 - (130.93)}{298.15} = 0.409 \text{ KJ/molK}$$

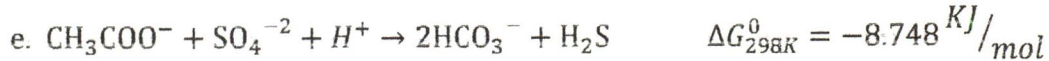
Aplicando la ecuación de Van't Hoff

$$\text{Ln} \left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}} \right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R} \right) \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = \left(\frac{253}{8.32E-3} \right) \left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15} \right) = 1.682$$

$$\text{Como } \text{Ln} \left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}} \right) > 0 ; K_{p2} > K_{p1}$$

En la metanogénesis, tratándose de reacciones primordialmente endotérmicas, en la temperatura óptima ocurre que tiende a formarse más biogás que en la temperatura de equilibrio, si esta disminuye notablemente, el equilibrio se desplaza hacia la izquierda y con ello la inhibición del proceso.

5. Mineralización de Azufre y Nitrógeno



Entalpia de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= \Delta H_{\text{CH}_3\text{COO}^-}^0 + \Delta H_{\text{SO}_4^{-2}}^0 + \Delta H_{\text{H}^+}^0 - 2 * \Delta H_{\text{HCO}_3^-}^0 - \Delta H_{\text{H}_2\text{S}}^0 \\ &= (2296) + (-909.27) + (0) - 2 * (1471) - 4 * (-39.7) \\ &= -1515.57 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

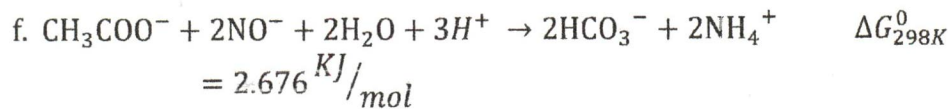
Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{-1515.57 - (-8.748)}{298.15} = -5.054 \text{ KJ/molK}$$

Aplicando la ecuación de Van't Hoff

$$\text{Ln} \left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}} \right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R} \right) \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = \left(\frac{-92.6}{8.32E-3} \right) \left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15} \right) = -10.070$$

$$\text{Como } \text{Ln} \left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}} \right) < 0 ; K_{p2} < K_{p1}$$



Entalpia de reacción:

$$\begin{aligned} \Delta H_r^0 &= \Delta H_{\text{CH}_3\text{COO}^-}^0 + 2 * \Delta H_{\text{NO}^-}^0 + 2 * \Delta H_{\text{H}_2\text{O}}^0 + 3 * \Delta H_{\text{H}^+}^0 - 2 * \Delta H_{\text{HCO}_3^-}^0 - 2 * \Delta H_{\text{NH}_4^+}^0 \\ &= (2296) + 2 * (90.25) + 2 * (-285.8) + 3 * (0) - 2 * (1471) - 4 \\ &\quad * (-132.51) = -772.08 \text{ KJ/mol} \end{aligned}$$

Entropía de la Reacción

$$\Delta S_r^0 = \frac{\Delta H_r^0 - \Delta G^0}{T} = \frac{-772.08 - (2.676)}{298.15} = -2.599 \text{ KJ/molK}$$

Aplicando la ecuación de Van't Hoff

$$\text{Ln} \left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}} \right) = \left(\frac{\Delta H_r^0}{R} \right) \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) = \left(\frac{-772.08}{8.32E-3} \right) \left(\frac{1}{298.15} - \frac{1}{303.15} \right) = -5.134$$

$$\text{Como } \text{Ln} \left(\frac{K_{p2}}{K_{p1}} \right) < 0 ; K_{p2} < K_{p1}$$

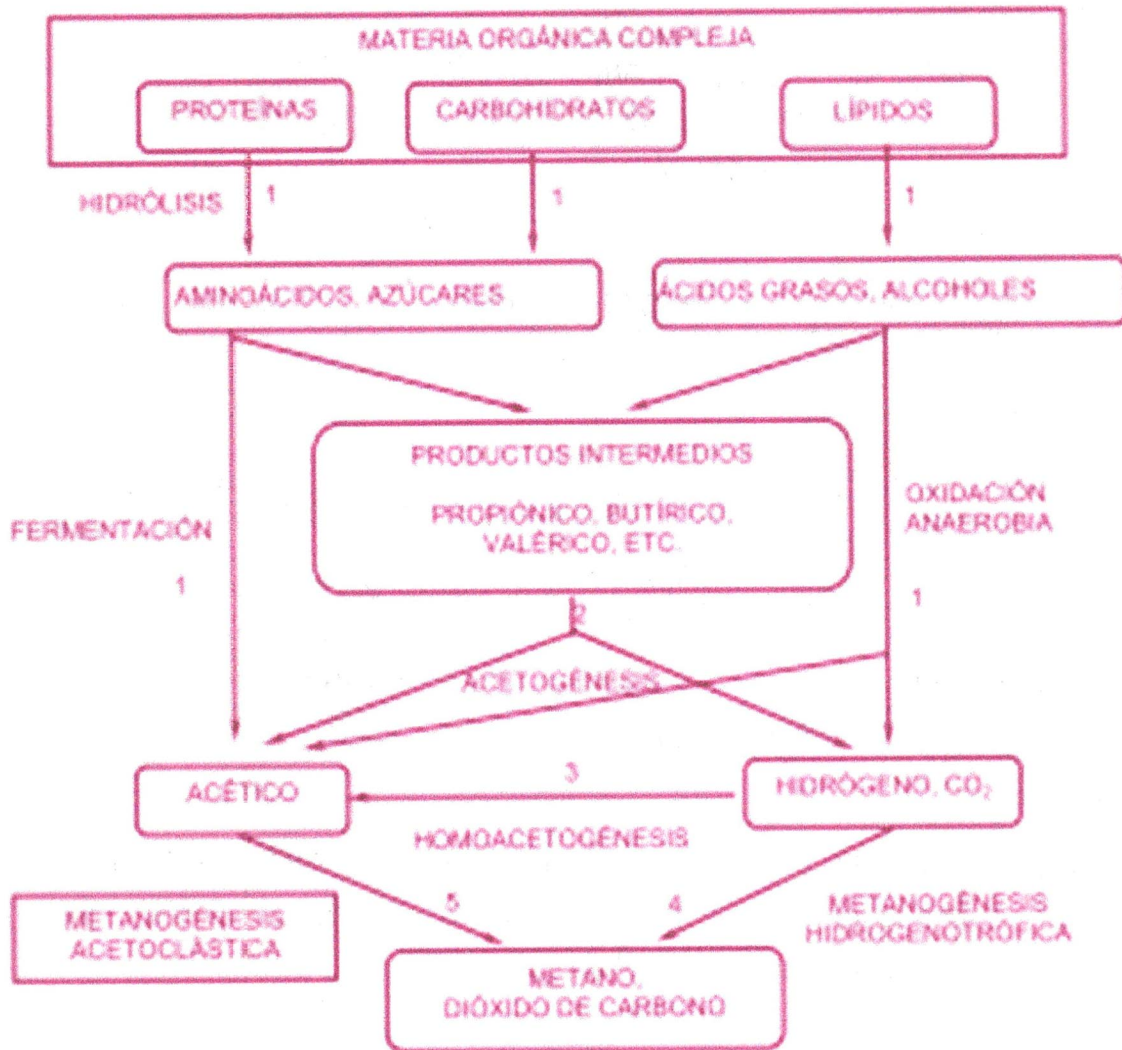


Fig. 3. Fases de la fermentación anaerobia y poblaciones bacterianas; 1) bacterias hidrolíticas-ácidogénicas; 2) bacterias acetogénicas; 3) bacterias homoacetogénicas; 4) bacterias metanogénicas hidrogenófilas; 5) bacterias metanogénicas acetoclásticas (Pavlosthatis, Giraldo-Gómez, 1991) (20)

Al tratarse de dos reacciones exotérmicas, si disminuye la temperatura, tiende a formarse mayor cantidad de ácido sulfhídrico y de amonio y con ello la inhibición de la metanogénesis.

CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTO PARA UN DEPARTAMENTO.

DIMENSIONAMIENTO PARA UN SISTEMA CONTINUO.

Temperatura anual promedio: 18.1°C

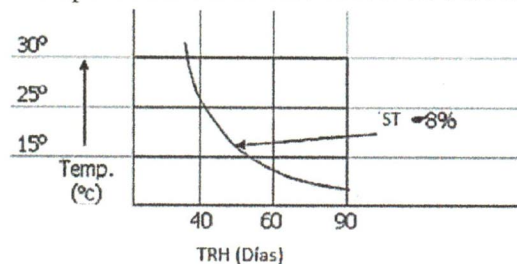
Constante de generación de biogás: 0.4

Biomasa disponible: 0.29kg/día

% de sólidos totales: 18%

Concentración del sustrato: 8% de sólidos totales

Tiempo de retención hidráulico: en base a la gráfica TRH=45 días



1. TAMAÑO DEL BIODIGESTOR

Sólidos totales diarios

$$St = Bd * \%St = (0.29 \times 0.18) = 0.051 \text{ kg/día}$$

Cantidad de sustrato diario:

$$sd = \left(\frac{100}{8}\right) St = \left(\frac{100}{8}\right) (0.051) = 0.64 \text{ kg/día}$$

Cantidad de agua necesaria

$$W_{\text{agua}} = \frac{sd - \text{Biomasa}}{1000} = \frac{0.64 - 0.29}{1000} = 36E - 5 \text{ m}^3 = 0.36 \text{ L}$$

Volumen total

$$V = \frac{1.25(sd)(TRH)}{1000} = \frac{1.25(0.64)(45)}{1000} = 36.16E - 2 \text{ m}^3 = 36.16 \text{ dm}^3$$

2. CÁLCULO ENERGÉTICO

% Sólidos Volátiles 75%

Tasa de generación de biogás 0.4m³/kg-SV

Volumen requerido por hora: 0.6 m³/semana

Horas de operación a la semana: 7horas

Sólidos Volátiles por semana

$$SV = 7 * bd * \%SV = 7(0.75)(0.29) = 1.5 \text{ kg/semana}$$

Volumen de biogás semanal estimado

$$V_{\text{biogás}} = T_{\text{gen}} SV_{\text{semana}} = (0.4)(1.5) = 0.6 \text{ m}^3$$

Volumen semanal requerido

$$V_{sr} = V_h H_s = (0.6)(7) = 4.2 \text{ m}^3 / \text{semana}$$

Demanda Cubierta

$$\%d = \frac{V_{sr}}{V_{biogas}} = \frac{4.2}{0.6} = 14.29\%$$

DIMENSIONAMIENTO PARA SISTEMA BATCH.

Biomasa disponible: 2kg/semana

% de sólidos totales: 18%

Concentración del sustrato: 10% de sólidos totales

Temperatura anual promedio: 18.1°C

Constante de generación de biogás: 0.4

1. TAMAÑO DEL DIGESTOR

Sólidos totales a la semana

$$St = Biomasa * \%St = (2)(0.18) = 0.36kg/semana$$

Cantidad de sustrato

$$Ss = \left(\frac{100}{10}\right)(St) = \left(\frac{100}{10}\right)(0.36) = 3.6kg/semana$$

Cantidad de agua necesaria

$$W_{agua} = \frac{Ss - biomasa}{1000} = \frac{3.6 - 2}{1000} = 1.6E - 3m^3 = 1.6 L/semana$$

Volumen del digestor

$$V_d = 1.25\left(\frac{Ss}{1000}\right) = 1.25\left(\frac{3.6}{1000}\right) = 4.5E - 3m^3 = 4.5dm^3$$

Número de digestores

$$Nd = \left\lceil \left(\frac{4.5}{7}\right) + 1 \right\rceil \cong 7$$

Volumen total

$$V_T = Nd * V_d = 7 * 4.5 = 31.5dm^3$$

2. CÁLCULO ENERGÉTICO

Tasa de generación de biogás: 0.4m³/kg-SV

Volumen semanal requerido: 4.2 m³/semana

Horas de operación a la semana: 7horas

Sólidos Volátiles por semana

$$SV = \%SV * Bd = (0.75)(2) = 1.5kg$$

Volumen de biogás semanal estimado

$$V_{biogás} = SV(T_{gen.}) = 1.5(0.4) = 0.6m^3$$

Demanda cubierta

$$\%D = \frac{V_r}{V_{biogás}} = \frac{4.2}{6} = 14.29\%$$

CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTO PARA UN EDIFICIO.

1. DIMENSIONAMIENTO PARA UN SISTEMA CONTINUO.

Temperatura anual promedio: 18.1°C

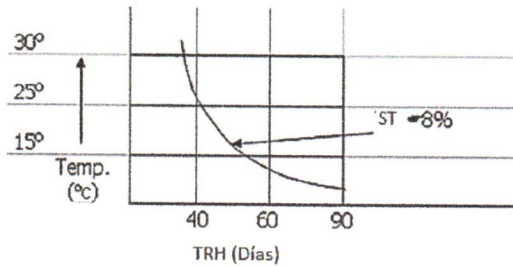
Constante de generación de biogás: 0.4

Biomasa disponible: 5.714kg/día

% de sólidos totales: 18%

Concentración del sustrato: 8% de sólidos totales

Tiempo de retención hidráulico: en base a la gráfica TRH=45 días



1. TAMAÑO DEL BIODIGESTOR

Sólidos totales diarios

$$St = Bd * \%St = (5.714 \times 0.18) = 1.028 \text{ kg/día}$$

Cantidad de sustrato diario:

$$sd = \left(\frac{100}{8}\right) St = \left(\frac{100}{8}\right) (1.028) = 12.857 \text{ kg/día}$$

Cantidad de agua necesaria

$$W_{\text{agua}} = \frac{Sd - Bd}{1000} = \frac{12.857 - 5.714}{1000} = 7.143 \text{ E} - 3 \text{ m}^3/\text{día} = 7.14 \text{ L/día}$$

Volumen total

$$V = \frac{1.25(Sd)(TRH)}{1000} = \frac{1.25(12.857)(45)}{1000} = 0.72 \text{ m}^3$$

2. CÁLCULO ENERGÉTICO

Tasa de generación de biogás $0.4 \text{ m}^3/\text{kg-SV}$

Potencia semanal requerida: 12.6 kw-h

Tasa de conversión de energía para un generador a biogás. $0.5 \text{ kWh}/\text{m}^3$

Horas de operación a la semana: 70 horas

Poder calorífico del biogás $21.5 \text{ MJ}/\text{m}^3$

Eficiencia del generador 25%

Sólidos Volátiles 75%

Sólidos volátiles diarios

$$SV_{\text{día}} = \%SV * Bd = (0.75)(5.714) = 4.286 \text{ kg}$$

Volumen de biogás semanal estimado

$$V_{\text{biogás}} = 7T_{\text{gen}}SV_{\text{día}} = 7(0.4)(4.286) = 12 \text{ m}^3$$

Volumen semanal requerido

$$V_{sr} = \frac{3.6 * P}{\eta_g * PCI} = \frac{3.6(12.6)}{0.2(21.5)} = 8.44 \text{ m}^3/\text{semana}$$

Demanda cubierta

$$\%d = \frac{V_{sr}}{V_{\text{biogás}}} = \frac{8.44}{12} = \%$$

Capacidad del generador necesario

$$P_e = 12.6/70 = 180 \text{ w}_e$$

DIMENSIONAMIENTO PARA SISTEMA BATCH.

Biomasa disponible: $40 \text{ kg}/\text{semana}$

% de sólidos totales: 18%

Concentración del sustrato: 10% de sólidos totales

Temperatura anual promedio: 18.1°C

Constante de generación de biogás: 0.4

1. TAMAÑO DEL DIGESTOR

Sólidos totales a la semana

$$St = Bd * \%St = (40)(0.18) = 7.2kg/semana$$

Cantidad de sustrato

$$Ss = \left(\frac{100}{10}\right)(St) = \left(\frac{100}{10}\right)(7.2) = 72kg/semana$$

Cantidad de agua necesaria

$$W_{agua} = \frac{Ss - biomasa}{1000} = \frac{72 - 40}{1000} = 3.2E - 2m^3 = 32L/semana$$

Volumen del digestor

$$V_d = \frac{1.25V_c Ss}{1000} = \frac{1.25(72)}{1000} = 0.09m^3 = 90dm^3$$

Volumen total

$$V_T = |THR/7 + 1| * V_d = |45/7 + 1| * 0.09 = 0.63m^3$$

2. CÁLCULO ENERGÉTICO

Tasa de generación de biogás: 0.4m³/kg-SV

Potencia semanal requerida: 12.6kW-h

Horas de operación a la semana: 70horas

Eficiencia del generador.25%

Poder calorífico del biogás. 21.5MJ/m³

Sólidos volátiles semanales

$$SV = \%SV * Bd = 0.75(40) = 30kg/semana$$

Volumen de biogás semanal estimado

$$V_{biogás} = SV(T_{gen}) = (30)(0.4) = 12m^3/semana$$

Volumen de biogás requerido a la semana

$$V_{br} = \frac{3.6 * P}{\eta * PCI} = \frac{3.6(12.6)}{(0.25)(21.5)} = 8.44m^3/semana$$

Demanda cubierta

$$\%d = \frac{V_{sr}}{V_{biogás}} = \frac{8.44}{12} = 142.19\%$$

Capacidad del Gncrador neccsario kW

$$P_e = 12.6/70 = 180w_e$$

CÁLCULO DE DIMENSIONAMIENTO PARA ÁREA DE BOMBEO.

DIMENSIONAMIENTO PARA UN SISTEMA CONTÍNUO.

Temperatura anual promedio: 18.1°C

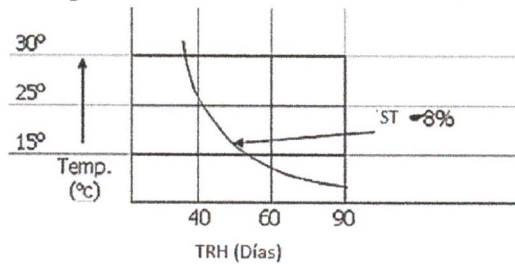
Constante de generación de biogás: 0.4

Biomasa disponible: 62.857Kg/día

% de sólidos totales: 18%

Concentración del sustrato: 8% de sólidos totales

Tiempo de retención hidráulico: en base a la gráfica TRH=45 días



1. TAMAÑO DEL BIODIGESTOR

Sólidos totales diarios

$$St = bd * \%St = (62.857 \times 0.18) = 11.314 \text{ kg/día}$$

Cantidad de sustrato diario:

$$sd = \left(\frac{100}{8}\right) St = \left(\frac{100}{8}\right) (11.314) = 141.43 \text{ kg/día}$$

Cantidad de agua necesaria

$$W_{\text{agua}} = Sd - Bd = 141.43 - 62.857 = 0.078 \text{ m}^3/\text{semana} = 78 \text{ L/semana}$$

Volumen total

$$V = \frac{1.25(Sd)(TRH)}{1000} = \frac{1.25(141.43)(45)}{1000} = 7.96 \text{ m}^3$$

2. CÁLCULO ENERGÉTICO

Tasa de generación de biogás: 0.4m³/kg-SV

Potencia semanal requerida: 296.7KW-h

Horas de operación a la semana: 14horas

Eficiencia del generador: 25%

Poder calorífico del biogás: 21.5MJ/m³

Sólidos volátiles diarios

$$SV_{\text{día}} = \%SV * Bd = 0.75(62.857) = 47.143 \text{ kg/semana}$$

Volumen de biogás semanal estimado

$$V_{\text{biogás}} = 7T_{\text{gen}}SV_{\text{día}} = 7(0.4)(47.143) = 132 \text{ m}^3/\text{semana}$$

Volumen de biogás requerido a la semana

$$V_{sr} = \frac{3.6 * P}{\eta * PCI} = \frac{3.6(296.7)}{(0.25)(21.5)} = 198.72 \text{ m}^3/\text{semana}$$

Demanda cubierta

$$\%d = \frac{V_{sr}}{V_{\text{biogás}}} = \frac{198.72}{132} = 66.43\%$$

Capacidad del Generador necesario kW

$$P_e = 296.7/14 = 21.19Kw_e$$

DIMENSIONAMIENTO PARA UN SISTEMA BATCH.

Biomasa disponible: 440kg/semana

% de sólidos totales: 18%

Concentración del sustrato: 10% de sólidos totales

Temperatura anual promedio: 18.1°C

Constante de generación de biogás: 0.4

1. TAMAÑO DEL DIGESTOR

Sólidos Totales por semana

$$S_t = (bd)(\%ST) = (440)(0.18) = 79.2kg/semana$$

Cantidad de sustrato

$$S_s = \left(\frac{100}{10}\right) S_t = \left(\frac{100}{10}\right) (79.2) = 792kg/semana$$

Cantidad de agua necesaria

$$W_{agua} = \frac{S_s - bd}{1000} = \frac{792 - 440}{1000} = 0.35 m^3/semana = 350L/semana$$

Volumen del digestor

$$V_d = 1.25 \frac{S_s}{1000} = \frac{792}{1000} = 0.99m^3$$

Volumen total

$$V_T = \left| \frac{THR}{7} + 1 \right| * V_d = \left| \frac{45}{7} + 1 \right| * 0.99 = 6.93m^3$$

2. CÁLCULO ENERGÉTICO

Tasa de generación de biogás: 0.4m³/kg-SV

Potencia semanal requerida: 296.7KW-h

Horas de operación a la semana: 14horas

Eficiencia del generador: 25%

Poder calorífico del biogás: 21.5MJ/m³

Sólidos volátiles semanales

$$SV = \%SV * Bd = 0.75(440) = 330kg/semana$$

Volumen de biogás semanal estimado

$$\dot{V}_{biogás} = \overline{SV}(\overline{T}_{gen}) = (330)(0.4) = 132m^3$$

Volumen de biogás requerido a la semana

$$V_{sr} = \frac{3.6 * P}{\eta * PCI} = \frac{3.6(296.7)}{(0.25)(21.5)} = 198.72m^3/semana$$

Demanda cubierta

$$\%d = \frac{V_{sr}}{V_{biogás}} = \frac{198.72}{132} = 66.43\%$$

Capacidad del Generador necesario kW

$$P_e = 296.7/14 = 21.19Kw_e$$

ANÁLISIS ECONÓMICO

1. ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA CONVERSIÓN A BIOGÁS DE UN MOTOGENERADOR DE 25HP

Potencia de la bomba instalada: 25Hp

Eficiencia de la bomba instalada: 0.88

Eficiencia del motogenerador. 25%

Volumen de biogás estimado: mín. 132m³/semana

Volumen de biogás estimado: máx. 191.4m³/semana

Poder calorífico del biogás: 17.92MJ/kg

Poder calorífico de la gasolina Premium: 44MJ/kg

Densidad del biogás: 1.2kg/ m³

Densidad de la gasolina Premium: 0.71kg/ L

Demanda de energía en una hora

$$P_{d,h} = \frac{0.746P}{\eta_b} = \frac{0.746(25)}{0.88} = 21.19KW$$

Capacidad del generador necesario

$$P_g = \frac{P_{d,h}}{0.746} = 28.4Hp \approx 30Hp$$

Litros de gasolina necesarios en una hora

$$V_g = \left[\frac{P_{d,h}}{(PC_g \rho_g / 3.6) \eta_g} \right] = \left[\frac{21.19}{\left(\frac{44 \times 0.71}{3.6} \right) (0.25)} \right] = 9.77L/hora$$

Consumo de biogás equivalente en m³

$$V_{be} = (V_g) \left(\frac{PC_g}{PC_{bg}} \right) \left(\frac{\rho_g}{\rho_{bg}} \right) = (9.77) \left(\frac{44}{17.92} \right) \left(\frac{0.71}{1.2} \right) = 14.19m^3/hora$$

Horas de trabajo a la semana

$$h_{tmin} = \frac{V_{biogásmin}}{V_{be}} = \frac{132}{14.19} = 9.3 \text{ horas/semana}$$

$$h_{tmax} = \frac{V_{biogásmax}}{V_{be}} = \frac{191.4}{14.19} = 13.48 \text{ horas/semana}$$

Ahorro de energía por bimestre

$$P_{a,bmin} = \left(\frac{h_{tmin}}{7} \right) (\text{días por bimestre}) (P_{d,h}) = \left(\frac{9.3}{7} \right) (60) (21.19) = 1689.29KWh$$

$$P_{a,bmax} = \left(\frac{h_{tmax}}{7} \right) (\text{días por bimestre}) (P_{d,h}) = \left(\frac{13.48}{7} \right) (60) (21.19) = 2449.46KWh$$

2. ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA CONVERSIÓN A BIOGÁS DE 2 MOTOBOMBAS DE 13.1HP

Potencia de la bomba instalada: 25Hp

Eficiencia de la bomba instalada: 0.88

Eficiencia de las motobombas. 40%

Carga de trabajo de las motobombas: 95%

Volumen de biogás estimado: min. 132m³/semana
 Máx. 191.4m³/semana

Poder calorífico del biogás: 17.92MJ/m³

Poder calorífico de la gasolina Premium: 44MJ/kg

Densidad del biogás: 1.2Kg/ m³

Densidad de la gasolina Premium: 0.71kg/ L

Demanda de energía en una hora (bomba eléctrica)

$$P_{d,h} = \frac{0.746P}{\eta_b} = \frac{0.746(25)}{0.88} = 21.19KWh$$

Demanda de energía en una hora (sistema propuesto)

$$P_{d,z} = 0.746(2P_{mb}) = (0.746)(2 * 13.1) = 19.55KWh$$

Litros de gasolina necesarios en una hora

$$V_g = \left[\frac{P_{d,z} C_{T,mb}}{(PC_g \rho_g / 3.6) \eta_g} \right] = \left[\frac{(19.55)(0.95)}{\left(\frac{44 * 0.71}{3.6} \right) (0.3)} \right] = 7.16L/hora$$

Consumo de biogás equivalente en m³

$$V_{be} = (V_g) \left(\frac{PC_g}{PC_{bg}} \right) \left(\frac{\rho_g}{\rho_{bg}} \right) = (7.16) \left(\frac{44}{17.92} \right) \left(\frac{0.71}{1.2} \right) = 10.41m^3/hora$$

Horas de trabajo a la semana

$$h_{tsmin} = \frac{V_{biogásmin}}{V_{be}} = \frac{132}{10.41} = 12.68 \text{ horas/semana}$$

$$h_{tsmax} = \frac{V_{biogásmax}}{V_{be}} = \frac{191.4}{10.41} = 18.39 \text{ horas/semana}$$

Ahorro de energía por bimestre

$$P_{a,bmin} = \left(\frac{h_{tsmin}}{7} \right) (\text{días por bimestre}) (P_{d,h}) = \left(\frac{12.68}{7} \right) (60) (21.19)$$

$$= 2,300.48KWh$$

$$P_{a,bmax} = \left(\frac{h_{tsmax}}{7} \right) (\text{días por bimestre}) (P_{d,h}) = \left(\frac{18.39}{7} \right) (60) (21.19)$$

$$= 3,335.70KWh$$

3. ANÁLISIS ECONÓMICO PARA EL SISTEMA DE LAS 2 MOTOBOMBAS

Pago de agua anual: \$697.33

Mantenimiento preventivo de la bomba: \$700.00

Cambio de filtros cada 3 años (costo anual): \$103.20

Cambio de rodamientos (costo anual): \$35.25 (mín.) y \$51.12 (máx.)

Cambio de láminas (costo anual): \$540.00

Inversión inicial: \$106,929.70

Vida útil del sistema: 10 años

Pago bimestral del suministro eléctrico: \$4,911.66

Nº de edificios: 11

Nº de departamentos por edificio: 20

A) CÁLCULO DE COOPERACIÓN

Cooperación por edificio

$$Coop_{edif} = \frac{106,929.70}{11} = \$9,720.88$$

Cooperación por departamento

$$Coop_{depto} = \frac{9,639.06}{20} = \$486.04$$

B) RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

Costo de operación anual

$$C_{op,amin} = 697.33 + 700.00 + 103.20 + 35.25 + 540.00 = \$2,098.85$$

$$C_{op,amax} = 697.33 + 700.00 + 103.20 + 51.12 + 540.00 = \$2,125.09$$

Costo total del sistema

$$Costo_{total,min} = 106,929.70 + (10)(2,098.85) = \$127,918.20$$

$$Costo_{total,max} = 106,929.70 + (10)(2,125.09) = \$128,180.64$$

Pago del suministro eléctrico bimestral estimado:

$$Pago_{esatimado,min} = Pago_b - 1.745P_{a,bmin} = 4,911.66 - 1.745(2,300.48) = \$897.37$$

$$Pago_{esatimado,max} = Pago_b - 1.745P_{a,bmax} = 4,911.66 - 1.745(3,335.70) = -\$909.14$$

Bimestres para recuperar la inversión

$$N^{\circ}bimestres_{min} = \frac{127,018.20}{(4,911.66 - 897.37)} \approx 32$$

$$N^{\circ}bimestres_{max} = \frac{127,018.20}{(4,911.66 - (-\$909.14))} \approx 22$$

En años

$$N^{\circ}años_{min} = \frac{32}{6} \approx 5$$

$$N^{\circ}años_{max} = \frac{22}{6} \approx 4$$

C) ESTADO DE RESULTADOS

Costo total: \$127,918.20

Costo del Sistema: \$106,929.70

Crecimiento anual: 4%

Vida útil del sistema en años: 10 años

Depreciación: \$28,229.44

Ingreso anual

$$Ingreso_{anual} = 6(4,911.66 - 897.37) = \$24,086.06$$

Año 1

Costo del Sistema: \$106,929.70

Ingreso: \$24,086.06

Costo de operación: \$2,098.85

Utilidad: $U_1 = I_1 - CO_1 = 24,086.06 - 2,098.85 = \$21,987.21$

Año 2

Costo del Sistema: $CT_2 = CT_1 - U_1 = 106,929.70 - 21,987.21 = \$84,942.49$

Ingreso: $I_2 = 1.04I_1 = 1.04(24,086.06) = \$25,049.51$

Costo de operación: $CO_2 = 1.04CO_1 = 1.04(2,098.85) = \$2,182.80$

Utilidad: $U_2 = I_2 - CO_2 = 25,049.51 - 2,182.80 = \$22,866.70$

Año 3

Costo del Sistema: $CT_3 = CT_2 - U_2 = 84,942.49 - 22,866.70 = \$62,075.79$

Ingreso: $I_3 = 1.04I_2 = 1.04(25,049.51) = \$26,051.49$

Costo de operación: $CO_3 = 1.04CO_2 = 1.04(2,182.80) = \$2,270.12$

Utilidad: $U_3 = I_3 - CO_3 = 26,051.49 - 2,270.12 = \$23,781.37$

Año 4

Costo del Sistema: $CT_4 = CT_3 - U_3 = 62,075.79 - 23,781.37 = \$38,294.42$

Ingreso: $I_4 = 1.04I_3 = 1.04(26,051.49) = \$27,093.54$

Costo de operación: $CO_4 = 1.04CO_3 = 1.04(2,270.12) = \$2,360.92$

Utilidad: $U_4 = I_4 - CO_4 = 27,093.54 - 2,360.92 = \$24,732.62$

Año 5

Costo del Sistema: $CT_5 = CT_4 - U_4 = 38,294.42 - 24,732.62 = \$13,561.80$

Ingreso: $I_5 = 1.04I_4 = 1.04(27,093.54) = \$28,177.29$

Costo de operación: $CO_5 = 1.04CO_4 = 1.04(2,360.92) = \$2,455.36$

Utilidad: $U_5 = I_5 - CO_5 = 28,177.29 - 2,455.36 = \$25,721.93$

Año 6

Costo del Sistema: $CT_6 = CT_5 - U_5 = 13,561.80 - 25,721.93 = -\$12,160.13$

Ingreso: $I_6 = 1.04I_5 = 1.04(28,177.29) = \$29,304.38$

Costo de operación: $CO_6 = 1.04CO_5 = 1.04(2,455.36) = \$2,553.57$

Utilidad: $U_6 = I_6 - CO_6 = 29,304.38 - 2,553.57 = \$26,750.81$

ANEXO V MANUAL DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

CRITERIOS PARA LA APLICACIÓN DE BIODIGESTORES EN ÁREAS URBANAS

INTRODUCCIÓN

La transferencia tecnológica implica, la aceptación al cambio, el reconocimiento de la tecnología y la adaptación al cambio. Cada etapa requiere de acciones que juntas logran consolidar la transferencia tecnológica y que sin una de ellas es difícil realizarla y sobre todo consolidarla.

En la etapa de la aceptación, se requiere dar a conocer las ventajas, dar ejemplos de casos de éxito, en general exponer todos los beneficios que se logran mediante el cambio tecnológico. Una vez que se consiga la atención de la gente, se requiere explicar todo lo necesario para conseguir esos beneficios, es decir, las labores que involucra, el espacio que se necesita destinar, y sobre todo, los riesgos que implica y la magnitud de los mismos.

Ya que la aceptación debe conseguirse sin engaños, con plena conciencia de los alcances y limitaciones de la nueva tecnología. Una vez lograda la aceptación, es aconsejable explicar todo lo referente a la nueva tecnología, es decir, el modo de operación, el mantenimiento periódico, los cuidados, el que hacer ante una eventualidad, como resolver problemas inmediatos y a quien recurrir ante un problema mayor, sólo conociendo y reconociendo cada elemento de la nueva tecnología, podemos hablar de que existe apropiación tecnológica.

Una vez superada esta etapa, la aceptación al cambio sólo requiere constancia y perseverancia, es decir, se requiere mantener el interés en alto, y sólo es posible en la medida en que la gente se convence de la nueva tecnología, una vez que visualiza las mejoras, los beneficios o los ahorros. La aceptación se consigue paulatinamente, en la medida que el proyecto avanza y los logros se vuelven beneficios.

La primera fase de la transferencia tecnológica, requiere del acercamiento con los futuros usuarios, respetando las jerarquías locales, y sobre todo acercándose a la gente con mayor influencia en la comunidad, a fin de lograr captar la atención de las mayorías, después, es

indispensable el acercamiento con las mayorías, para explicarles los beneficios y los alcances de lo propuesto.

Como nada es miel sobre hojuelas, una vez que se tiene la atención sobre el cambio, es momento de explicar todo lo necesario para llevar a cabo la nueva empresa, el curso de capacitación propuesto comienza en esta etapa en el módulo 1 y 2, los módulos siguientes dan pauta a la segunda etapa, la del conocimiento y reconocimiento de la nueva tecnología, la última etapa no se consigue cabalmente hasta el momento en que son visibles los beneficios.

En muchos casos no se consigue la adaptación completa porque en las etapas anteriores se dejan cabos sueltos y sólo se habla de los beneficios sin explicar todo lo que implica invertir para lograr esos beneficios. Es decir, el tiempo necesario para operar el nuevo equipo, el espacio requerido, los riesgos y la forma de operar el nuevo sistema y sobre todo el tiempo mínimo que debe transcurrir para comenzar a ver los beneficios y el tiempo mínimo para que esos beneficios sean significativos. Por esta causa la aceptación solo se consigue una vez que el equipo está en operación.

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Antes de realizar las acciones siguientes, contenidas en este manual. Debe determinarse bajo estudio de potencial, el lugar donde se desea instalar el biodigestor, este estudio determinará la cantidad de biomasa disponible, el espacio disponible para la instalación del biodigestor y los posibles usos de los productos de la biodigestión, a fin de evaluar si existe factibilidad, tecnológica, económica y financiera para la instalación del sistema.

Durante el estudio, es conveniente conocer la organización y gestión de recursos en la comunidad, si hay junta vecinal, asamblea de barrios, asociación de colonos. En cuanto a los recursos, como se adquieren, a qué se destinan, quién los colecta, con qué frecuencia.

Si mediante el estudio se determina que la aplicación del biodigestor es viable, deben tomarse en cuenta las siguientes acciones contenidas en este manual.

PRIMERA ETAPA: ACEPTACIÓN

Esta etapa es vital para el desarrollo del proyecto, ya que depende de ella que se elija seguir o bien, renunciar a la idea. En primer lugar, es necesario acercarse a la gente con mayor influencia en la comunidad, al representante vecinal, presidente de la asamblea de barrio, de la asociación de colonos, jefe de manzana, quien tiene como misión velar por el bien común, para exponerle todo lo referente al proyecto, las ventajas de su instalación, los posibles usos, los beneficios y los costos que implica la instalación, a fin de encomendarle sea consultado con sus representados en la próxima junta informativa.

De existir interés de los vecinos, es necesario concertar una reunión con todos los integrantes de la agrupación a fin de exponerles a grandes rasgos, lo que implica el proyecto. Esta reunión, tiene como fin, aclarar todas las dudas referentes a lo propuesto y despertar el interés general para la realización del proyecto. La decisión de continuar depende sólo de los integrantes de la agrupación. En ningún momento debe pasarse por alto la decisión de la comunidad. Es posible que se requiera más de una reunión para concertar la continuidad del proyecto.

SEGUNDA ETAPA: RECONOCIMIENTO.

Esta etapa requiere de capacitar a los interesados una vez que han decidido continuar, en esta capacitación se darán a conocer los aspectos que involucran la realización del proyecto, los principios de operación, los elementos necesarios para la instalación, puesta en marcha y operación del sistema, normas de seguridad, beneficios, ventajas y desventajas, las aplicaciones que puede darse a los productos de la biodigestión, y la posibilidad de integrarlos a programas gubernamentales.

Para la ejecución de esta etapa, se recomienda aplicar el curso propuesto en este manual.

CURSO DE CAPACITACIÓN PARA EL MANEJO DE BIODIGESTORES

SESIÓN 1: CONCEPTOS BÁSICOS PARA EL EMPLEO DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS

Objetivo: Identificar la situación actual de los Residuos Sólidos Urbanos en el D. F. y los principios básicos para la utilización de los biodigestores

1.1 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL D.F.

La generación de residuos sólidos en el Distrito Federal es de 12740 toneladas por día; las delegaciones que encabezan ésta son: Iztapalapa, seguida por Gustavo A. Madero y Cuauhtémoc, con el segundo y tercer lugar respectivamente; en estas tres delegaciones se concentra el 41.13% del total generado. En contraste, Milpa Alta es la delegación con menor generación de residuos sólidos, con el 0.9%. Cabe señalar que los residuos que se generan en la Central de Abasto se reportan independientemente de las delegaciones, dado que la cantidad de residuos supera el índice diario de generación de residuos en siete de las 16 delegaciones, representando el 4.6% del total generado.

La relación que existe entre la generación de residuos y la cantidad de habitantes por delegación obedece a variables tales como: los hábitos de consumo, densidad de construcción, incremento en el sector industrial y de servicios, por citar algunas. Es relevante destacar que en la mayoría de la población oscila entre 0.9 y 1.4 kg/hab./día; este caso se presenta en el 75% de las delegaciones, con una variación de medio kilogramo entre los límites inferior y superior.

En respuesta a los hábitos de consumo y el patrón de actividades en la población del Distrito Federal, la fuente de residuos más representativa es la domiciliaria, con 48% del total, seguida por comercios y servicios, ambas con 15% cada una.

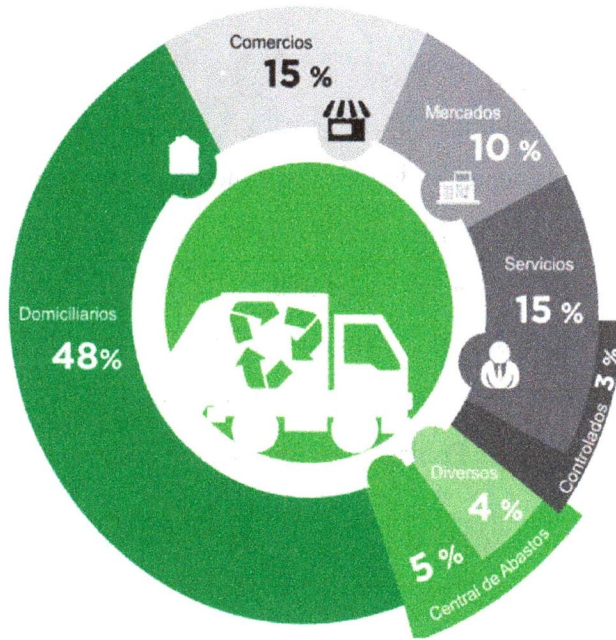


Figura 13 Generación de residuos sólidos por fuente de origen (SEDEMA, 2013)

1.1.1 TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS

Se clasifican en cuatro grupos, que engloban los residuos sólidos generados para su tratamiento y disposición final

- ✓ Residuos Orgánicos- Residuos de alimentos, Residuos de jardinería y podas
- ✓ Residuos Inorgánicos- Algodón y trapo, Cartón, Fibras sintéticas, Hule, Lata, Loza y cerámica, Madera, Metal ferroso, Metal no ferroso, Papel, Plástico, Sanitarios, Vidrio.
- ✓ Residuos de Manejo Especial- Alimentos no aptos para consumo, Automotrices, Construcción, Cosméticos, Enseres, Laboratorios, Lodos, Médico asistenciales, Muebles, Neumáticos, Plásticos (PET, PELD, PEHD, PP, PVC, PC y PS.), Tecnológicos, Veterinarios.
- ✓ Residuos peligrosos- Son todos aquellos que posean alguna característica de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos, así como envases embalajes o empaques que puedan contaminar los suelos.

1.1.2 CUANTO SE GENERA EN LA DELEGACIÓN

La Delegación Iztapalapa, ocupa el primer lugar en generación de residuos sólidos del Distrito Federal, en esta delegación se generaron 1772 T/día de las cuales 832.84 T/día corresponden a residuos orgánicos en el año 2011. Y 2244 T/día en 2012, de las cuales 398 T/día son residuos orgánicos. Con una generación per cápita de 1.2 Kg/hab./día, de residuos sólidos urbanos de tal manera que cada habitante genera 213 kg/día de residuos orgánicos. Tomando como base la población reportada por el INEGI en el Censo General de Población y Vivienda del 2010.

1.1.3 INFRAESTRUCTURA PARA EL APROVECHAMIENTO DE RSU EN LA DELEGACIÓN

El manejo de los residuos orgánicos en la delegación es pobre e inadecuado a causa de la escasa infraestructura con que se cuenta. La infraestructura disponible en la delegación Iztapalapa para la disposición de los residuos sólidos orgánicos, consta de tan solo una planta de composta ubicada en Panteón San Lorenzo Tezonco Av. Tláhuac s/n Pueblo. San Lorenzo Tezonco, a cargo de la Coordinación de Desarrollo Sustentable de la delegación. Cuenta con capacidad instalada para procesar 1440t/a de residuos orgánicos. En el año 2011, ingresaron 3788t de Residuos orgánicos a la planta de composta a cargo de la delegación, de las cuales se produjo 506t/a, destinadas a Parques y jardines de la delegación para el "Programas de Reforestación y Programa de Agricultura Urbana". En 2012, se recibieron 398t/día de residuos orgánicos bajo el programa de recolección separada, de las cuales, ingresaron 1229t/a, a la planta de composta, para una producción de 188.4 T/a de composta entregada, el resto se trasladó a los sitios de disposición final.

Otra cantidad es tratada en la Planta de Composta ubicada en el complejo Bordo Poniente, a cargo de la Secretaria de Obras y Servicios del Distrito Federal, Estos residuos corresponden a los generados en la Central de Abastos. En 2011 fueron 213,645t durante el año. El resto es depositado en los sitios de disposición final.

1.2 VENTAJAS DEL APROVECHAMIENTO DE RSU

No todo lo que se tira es desecho, el aprovechamiento de los residuos sólidos tiene la ventaja de reducir el consumo de materias primas en la fabricación de nuevos productos, aunado a ello, se reduce el impacto ambiental que causa la sobre explotación de los recursos naturales, ya sean renovables o no renovables. Para el aprovechamiento de los RSU, se contempla, el reciclaje, el reúso, y el aprovechamiento del potencial energético, para el caso de los residuos orgánicos, ya que se puede generar energía en base a la incineración directa de los mismos, o bien mediante el tratamiento bioquímico para la producción de bioenergéticos, ya sea biogás, bioetanol, o bien biodiesel. Cada tratamiento requiere de condiciones específicas las cuales propician la producción de estos bioenergéticos.

Además también puede tratarse los residuos orgánicos para la producción de abono mediante el composteo. Esta actividad se destina primordialmente para los residuos de poda de áreas verdes y jardines. El composteo tiene la finalidad de reducir el impacto ambiental que generan los residuos orgánicos dispuestos en forma convencional tales como proliferación de infecciones, fauna nociva y malos olores, aunque desaprovecha el potencial energético.

1.2.1 RECICLAJE Y REUTILIZACIÓN DE LOS RSU

Para el reciclaje de los RSU, es necesario, que sean colectados por centros de acopio especializados, los cuales se dedican a la compra/venta de los materiales con potencial de reciclaje, como los plásticos, los metales, papel, cartón, pañales, y en menor cantidad madera. Estos materiales son reingresados a las industrias para su re inserción a la cadena productiva. Cabe señalar que la legislación sanitaria, prohíbe el reciclaje de estos materiales, cuando sean ocupados para envasar alimentos, medicamentos, cosméticos y para la fabricación de material quirúrgico, utensilios de cocina, juguetes preescolares y productos que sean manipulados por infantes. En aplicaciones de uso general, es válido el reciclaje, por ejemplo, en la fabricación de productos automotrices, industria papelera, fabricación de herramientas, muebles, industria de la construcción, fabricación de asfaltos, electrodomésticos, embalaje de productos que no sean los restringidos en las normas sanitarias.

La reutilización es un proceso más sencillo, pues se realiza antes de ser dispuestos como residuos, aunque también, la reutilización es posible en base al trabajo de pepenadores en los tiraderos, que separan los residuos con valor comercial y que puedan ser vendidos en mercados ambulantes. Esta actividad es muy común en nuestro país y ha sido cuestionada por el potencial económico y los costos de poder asociados.

Los residuos orgánicos sólo es posible reutilizarlos, mediante el aprovechamiento del potencial energético y la neutralización de agentes patógenos mediante el tratamiento bioquímico, ya sea en compostaje o en biodigestión anaerobia, proceso que se realiza en las fosas sépticas para la neutralización de lodos presentes en las aguas residuales

1.2.2 POTENCIAL ENERGÉTICO DE LOS RSU ORGÁNICOS

Si se emplearan las 398t/d de residuos orgánicos para la generación de biogás, sin considerar que una fracción no es apta para la biodigestión anaerobia, se podrían generar entre 54.28m³ y 78.48m³ de biogás diarios. Considerando que sólo 2/3 partes de los residuos orgánicos, son aptos para la biodigestión anaerobia, la producción de biogás se reduce a un volumen de biogás diario entre 36.08m³ y 52.32m³, suficientes para producir entre 215.48kW y 312.47kW diarios.

Para la producción de biodiesel puede producirse 1l por cada 10kg de residuos sólidos orgánicos, además de 1/2 l de etanol, mediante el tratamiento con cultivos de microorganismos. Primero se trituran los desechos orgánicos, después se les aplica un cultivo de bacterias y microorganismos para obtener un aceite que será depurado y utilizado como carburante. De las 398t/d puede obtenerse 39,800 litros de biodiesel y 19,900 litros de etanol.

1.2.3 MÉTODOS DE APROVECHAMIENTO DE RSU ORGÁNICOS

Los métodos de aprovechamiento de residuos orgánicos consisten en la fermentación aerobia y anaerobia mediante los cuales se obtiene un bioenergético y un bioabono mejorado, dentro de estos procesos destacan la digestión aerobia o compostaje y digestión anaerobia o metanización.

Metanización: es un proceso biológico acelerado artificialmente, que tiene lugar en condiciones muy pobres de oxígeno o en su ausencia total, sobre substratos orgánicos. Como resultado se

obtiene una mezcla de gases formada por un 60% de metano, 40% dióxido de carbono y un 1% de amoníaco y ácido sulfhídrico. El gas combustible, metano, permite obtener energía. En este caso es preciso haber separado previamente la materia orgánica para que no presente ninguna clase de impurezas ni lleve restos de medicinas, sustancias tóxicas, etc.

El sistema de tratamiento anaerobio es un proceso natural mediante el cual la naturaleza regresa hacia la tierra, los recursos contenidos en los residuos de la materia orgánica, a través del tiempo de manera natural. El tratamiento anaerobio es un proceso natural microbiano que ocurre en forma espontánea en la biomasa en ausencia de oxígeno. Genera una mezcla de gases (principalmente metano y dióxido de carbono), conocida como biogás y una suspensión acuosa (bioabono) que contiene los componentes no degradados o parcialmente degradados y restos inorgánicos inicialmente presentes en la biomasa.

Compostaje: El sistema de compost es la transformación biológica de la materia orgánica en productos húmicos conocidos como compost y que se emplean como fertilizante. Se realiza en presencia de oxígeno y en condiciones de humedad, pH y temperatura controlados. En primer lugar se procede a su molido y después se dispone en hileras de dos metros y medio a cielo abierto. Las pilas son volteadas periódicamente con el fin de facilitar la oxigenación y evitar su fermentación anaerobia. El volteo llega a hacerse hasta dos veces por semana mientras la temperatura se mantiene alrededor de 55°C y el grado de humedad de la hilera es de entre el 50% y el 60%. A partir del tercer volteo, la temperatura se mantiene en los 25°C indicando que ya ha finalizado la fermentación. Esto ocurre transcurridas tres o cuatro semanas. Después se deja otro periodo equivalente para que se cure y luego proceder a su afino, para retirar cualquier clase de impureza (partículas metálicas, trozos de vidrio, etc.) que pudiera haber quedado. Existen otras variantes a cielo abierto como la pila estática aireada. Por último, se han desarrollado sistemas de cubierta con el fin de optimizar el proceso y sobre todo evitar malos olores.

1.3 DEFINICIONES RELACIONADAS CON LA BIODIGESTIÓN

1.3.1 BIOMASA

Se entiende por biomasa, toda la materia orgánica en la superficie externa del planeta, procedente de plantas, animales hongos microorganismo y bacterias. Es una potencial fuente de energía, alimento y productos químicos, que debe desarrollarse aunado a la preservación del medio ambiente.

1.3.2 BIOENERGÍA

Energía obtenida de la materia orgánica que ha sido tratada mediante procesos bioquímicos, que facilitan la degradación de la misma.

1.3.3 BIODIGESTIÓN

Es el proceso biológico mediante el cual se favorece la descomposición bacteriana de la materia orgánica, en forma controlada, esta biodigestión puede ser un proceso en presencia de aire y recibe el nombre de compostaje, o bien en ausencia de aire, el cual se realiza en un dispositivo llamado biodigestor, el cual es hermético y requiere la presencia de humedad para que se lleve a cabo.

1.3.4 BIOABONO

Es el producto del proceso de biodigestión, es un abono mejorado, con un balance de nitrógeno adecuado para la reforestación de suelos, y para nutrir cultivos.

1.3.5 BIODIGESTOR

Dispositivo mediante el cual se trata bioquímicamente la materia orgánica a fin de eliminar los efectos contaminantes de su descomposición y utilizar los efluentes como abono, aunado a ello emplear el gas producido durante el proceso.

1.4 TIPOS Y APLICACIONES DE LA BIOMASA

1.4.1 CLASIFICACIÓN DE LA BIOMASA

Bosques. La única biomasa realmente explotada en la actualidad para fines energéticos, es la de los bosques para cubrir parte de la demanda energética. Sólo puede constituir una opción razonable en países donde la densidad territorial de dicha demanda es muy baja, así como también la de la población (Tercer mundo).

Residuos agrícolas, deyecciones y camas de ganado. Estos constituyen otra fuente importante de bioenergía, aunque no siempre sea razonable darles este tipo de utilidad.

Cultivos energéticos. Consiste en cultivar vegetales para la posibilidad del aprovechamiento de cultivos energéticos. Esta opción no es muy rentable. Es muy discutida la conveniencia de los cultivos o plantaciones con fines energéticos, no sólo por su rentabilidad en sí mismos, sino también por la competencia que ejercerían con la producción de alimentos y otros productos necesarios, (madera, etc.) Las dudas aumentan en el caso de las regiones templadas, donde la asimilación fotosintética es inferior a la que se produce en zonas tropicales.

Residuos orgánicos municipales. Constituye la biomasa que ha sido desechada, y puede ser aprovechada con fines energéticos, tiene la ventaja de no entrar en competencia con la recuperación natural del suelo, ya que al ser un desecho, ocasiona desequilibrio en el entorno si no se trata adecuadamente, la desventaja es que no es material uniforme, por tanto el potencial energético que puede obtenerse es estimado en base a la caracterización general de los residuos municipales, tampoco es constante pues depende de los hábitos de consumo durante el año.

1.4.2 APLICACIONES DE LA BIOMASA

La energía de la biomasa, ha sido aprovechada por la humanidad, desde el descubrimiento del fuego, ya sea en la forma más primitiva que es la incineración hasta el desarrollo de procesos bioquímicos, que tienen como finalidad emplearla como una fuente de energía limpia y renovable. Puesto que la biomasa tiene un balance de CO₂ neutro, las emisiones que absorben las plantas, son equivalentes a las que emiten una vez utilizadas como combustible.

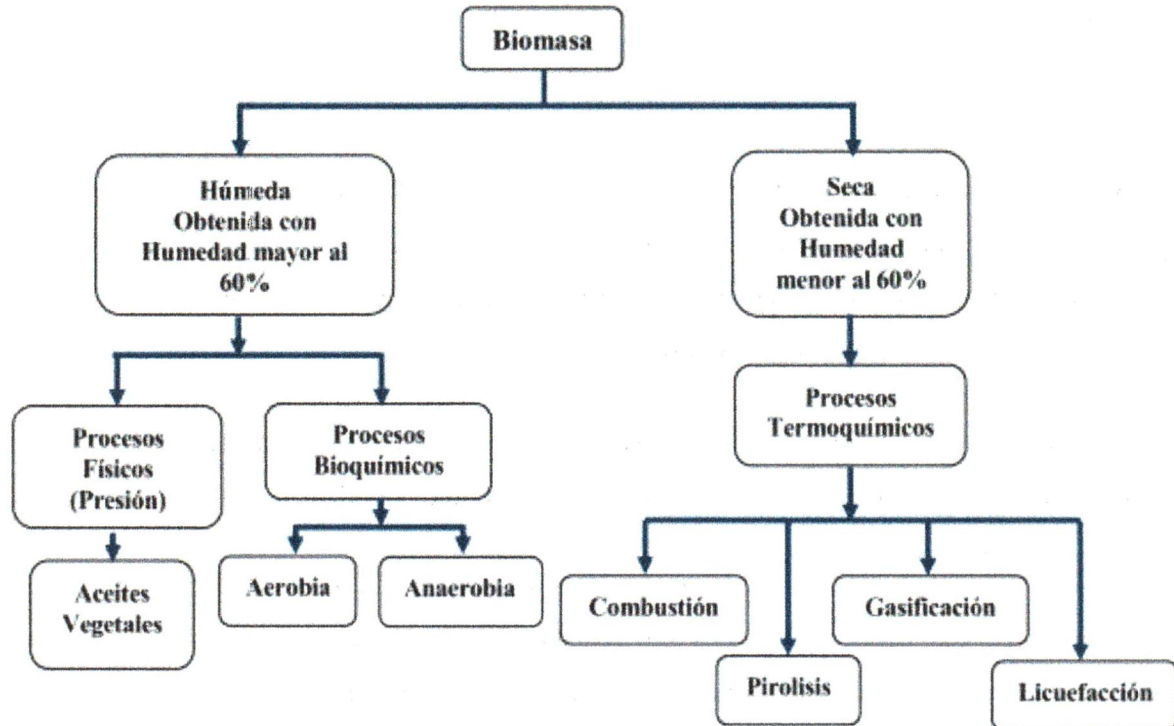


Figura 14 aplicaciones de la biomasa (López Mendoza & López Solís, 2009)

MÉTODOS TERMOQUÍMICOS.

Estos métodos se basan en la utilización del calor como fuente de transformación de la biomasa. Están bien adaptados al caso de la biomasa seca, y, en particular, a los de la paja y de la madera.

La combustión, oxidación de la biomasa por el oxígeno del aire, libera simplemente agua y gas carbónico, y puede servir para la calefacción doméstica y para la producción de calor industrial.

La pirolisis, combustión incompleta de la biomasa en ausencia de oxígeno, a unos 500 grados centígrados, se utiliza desde hace mucho tiempo para producir carbón vegetal. Aparte de este, la pirolisis lleva a la liberación de un gas pobre, mezcla de monóxido y dióxido de carbono, de hidrógeno y de hidrocarburos ligeros. Este gas, de débil poder calórico, puede servir para accionar motores diésel, o para producir electricidad, o para mover vehículos. Una variante de la pirolisis, llamada pirolisis flash, llevada a 1000 grados centígrados en menos de un segundo, tiene la ventaja de asegurar una gasificación casi total de la biomasa. De todas formas, la

gasificación total puede obtenerse mediante una oxidación parcial de los productos no gaseosos de la pirolisis. Las instalaciones en la que se realizan la pirolisis y la gasificación de la biomasa reciben el nombre de gasógenos. El gas pobre producido puede utilizarse directamente como se indica antes, o bien, servir de base para la síntesis de un alcohol muy importante, el metanol, que podría sustituir a las gasolinas para la alimentación de los motores de explosión.

MÉTODOS BIOLÓGICOS.

La fermentación alcohólica es una técnica empleada desde muy antiguo con los azúcares, que puede utilizarse también con la celulosa y el almidón, a condición de realizar una hidrólisis previa (en medio ácido) de estas dos sustancias. Pero la destilación, que permite obtener alcohol etílico prácticamente anhidro, es una operación muy costosa en energía. En estas condiciones la transformación de la biomasa en etanol y después la utilización de este alcohol en motores de explosión, tienen un balance energético global dudoso. A pesar de esta reserva, ciertos países (Brasil, E.U.A.) tienen importantes proyectos de producción de etanol a partir de biomasa con un objetivo energético (propulsión de vehículos; cuando el alcohol es puro o mezclado con gasolina, el carburante recibe el nombre de gasohol).

La fermentación metánica es la digestión anaerobia de la biomasa por bacteria. Es idónea para la transformación de la biomasa húmeda (más del 75% de humedad relativa). En los fermentadores, o digestiones, la celulosa es esencialmente la sustancia que se degrada en un gas, que contiene alrededor de 60% de metano y 40% de gas carbónico. El problema principal consiste en la necesidad de calentar el equipo, para mantenerlo en la temperatura óptima de 30-35 grados centígrados. No obstante, el empleo de digestores es un camino prometedor hacia la autonomía energética de las explotaciones agrícolas, por recuperación de las deyecciones y camas del ganado. Además, es una técnica de gran interés para los países en vías de desarrollo.

La utilización de la biomasa con fines energéticos tiene las siguientes ventajas, en función de la tecnología usada y las condiciones de la región en la que se sitúe:

1. Disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero
2. No emite contaminantes sulfurados o nitrogenados, ni apenas partículas sólidas

3. Los cultivos energéticos sustituirán a cultivos excedentarios en el mercado de alimentos.
Eso puede ofrecer una nueva oportunidad al sector agrícola
4. Puede provocar oportunidades económicas en entornos suburbanos y rurales.
5. Disminuye la dependencia externa del abastecimiento de combustibles.
6. Aumenta la vida útil de los sitios de disposición final de residuos y facilita su operación.
7. Cuando se utiliza como biomasa la parte orgánica de los residuos sólidos domiciliarios, se facilita el aprovechamiento de algunos materiales

1.5 CUESTIONARIO

- I. ¿Qué cantidad de residuos sólidos se generan en el Distrito Federal?
- II. ¿Cuál es la Delegación con mayor cantidad de residuos sólidos y cuanto se genera por habitante?
- III. ¿Cuál es la infraestructura para el aprovechamiento de los RSU de la Delegación Iztapalapa y qué cantidad se procesa?
- IV. Defina lo siguiente: Biomasa, Biodigestor, Biodigestión anaerobia
- V. Describa 3 aplicaciones de la biomasa.

SESIÓN 2: BIODIGESTORES ANAEROBIOS

Objetivo: Conocer los biodigestores anaerobios, los tipos, sus características, y aplicaciones comunes

2.1 QUÉ ES UN BIODIGESTOR ANAEROBIO

2.1.1 DEFINICIÓN DE BIODIGESTOR ANAEROBIO

Es un recipiente cerrado, de base cónica saliente, dotado con un conducto lateral para la entrada de los residuos, otro superior de escape del gas y un tercero inferior para evacuar los demás productos de la digestión (digestor discontinuo). Los digestores más perfeccionados disponen de un agitador y de un calefactor que regulan la homogeneidad y la temperatura del proceso (digestor de mezcla completa), y de otros sistemas para enriquecer la flora bacteriana (digestores de contacto y de filtro anaerobio). Una instalación básica comprende el sistema de

almacenamiento y alimentación, el digestor y los depósitos de gas y de los demás productos resultantes de la digestión.

2.1.2 UTILIZACIÓN DE LOS BIODIGESTORES ANAEROBIOS

Los biodigestores se utilizan para la neutralización de residuos orgánicos, ya sea con la finalidad de obtener un abono mejorado, o bien para la producción de biogás, aunque en la práctica, suele emplearse con los dos fines. En el medio rural, se aprovechan los residuos ganaderos y agrícolas, para producir abono mejorado y abastecer la demanda energética de las familias. En el medio industrial, destaca la producción energética mediante el aprovechamiento del biogás, el bioabono, suele ser un subproducto o bien un desecho. En el medio urbano, suele emplearse para la neutralización de lodos de aguas residuales y para el manejo de desechos orgánicos municipales, esta práctica en nuestro país no es común, pues los proyectos de generación de biogás se enfocan como parte de la gestión de rellenos sanitarios y en la mayoría de los casos, suele quemarse el biogás sin aprovechar el potencial energético.

2.2 APLICACIONES COMUNES

2.2.1 MEDIO RURAL

Es sin duda la práctica más extendida de aplicación de los biodigestores, se emplea para reducir el impacto ambiental que genera la mala disposición de los residuos orgánicos, producto de las actividades agrícolas y ganaderas. El aprovechamiento energético es esencial en los proyectos de biodigestores rurales, para reducir la desigualdad de las familias en estas zonas, y forma parte de los programas de desarrollo rural gestionados por las autoridades gubernamentales.

2.2.2 MEDIO INDUSTRIAL

Se emplean fundamentalmente con fines energéticos para la producción de calor y electricidad, ya sea en sistemas aislados o bien en sistemas de cogeneración y en algunos casos, trigeneración. Para cubrir parte de la demanda energética del proceso productivo. El manejo de los efluentes debe cumplir con las normas ambientales locales y federales a fin de garantizar la conservación del medio ambiente.

2.2.3 MEDIO URBANO

Principalmente se emplean para el tratamiento de los lodos contenidos en las aguas residuales, aunque también se emplean para el manejo y tratamiento de los residuos sólidos urbanos, en estos casos el aprovechamiento energético del biogás no es primordial, pues depende de los programas de gestión de residuos y de las políticas ambientales del lugar.

2.3 CÓMO OCURRE EL PROCESO DE BIODIGESTIÓN ANAEROBIA

La digestión anaeróbica es un proceso biológico complejo y degradativo en el cual parte de los materiales orgánicos de un sustrato (residuos animales y vegetales) son convertidos en biogás, mezcla de dióxido de carbono y metano con trazas de otros elementos, por un consorcio de bacterias que son sensibles o completamente inhibidas por el oxígeno o sus precursores (H_2O_2). Utilizando el proceso de digestión anaeróbica es posible convertir gran cantidad de residuos vegetales, estiércoles, efluentes de la industria alimentaria y fermentativa, de la industria papelera y de algunas industrias químicas, en subproductos útiles. En la digestión anaerobia más del 90% de la energía disponible por oxidación directa se transforma en metano, consumiéndose sólo un 10% de la energía en crecimiento bacteriano frente al 50% consumido en un sistema aeróbico.

Implica la realización de una serie de reacciones bioquímicas donde participan microorganismos, de los cuales una parte son oxidados completamente por el carbono formando anhídrido carbónico, mientras otra es reducida en alto grado para formar metano.

2.3.1 ETAPAS DE LA BIODIGESTIÓN ANAEROBIA

El proceso anaeróbico ocurre en cuatro etapas hidrólisis, acidogénesis, acetanogénesis, y metanogénesis, las cuales son descritas a continuación

Hidrólisis. Esta etapa consiste en la hidrolización de la materia orgánica polimérica como la celulosa, proteínas y lípidos, en compuestos solubles, como azúcares aminoácidos y grasas. Esto es posible por la acción de enzimas extracelulares producidas por bacterias hidrolíticas.

Acidogénesis. Esta etapa consiste en la fermentación de los compuestos solubles de la etapa anterior en ácidos grasos volátiles, tales como; ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico, alcoholes, hidrógeno y CO₂. Esta etapa se realiza mediante la acción colectiva de bacterias formadoras de ácidos.

Acetogénesis. Consiste en la desintegración de etanol, ácidos grasos volátiles (propiónico y butírico) y algunos compuestos aromáticos en compuestos más simples, que puedan ser procesados en la siguiente etapa por las bacterias metano génicas. Es un periodo donde se rompe la estructura molecular de los ácidos orgánicos y los compuestos nitrosos hasta la formación de ácido acético e hidrógeno.

Metanogénesis. Esta etapa es un proceso de digestión intensiva, donde se produce el metano mediante la acción de las bacterias metanogénicas que procesan las moléculas de ácido acético y otros compuestos ligeros como el metanol, en gas metano y dióxido de carbono. En esta etapa se produce el biogás que se puede obtener de la materia orgánica a fermentar. Cabe señalar que las bacterias metanogénicas solo pueden digerir algunas moléculas orgánicas, tales como el acetato, metilamina, dióxido de carbono, hidrógeno y monóxido de carbono. El resto de las moléculas orgánicas no son digeridas por estas bacterias.

2.3.2 PROCESO DE LA BIODIGESTIÓN

El proceso anaeróbico se clasifica como fermentación anaeróbica o respiración anaeróbica dependiendo del tipo de aceptores de electrones.

Fermentación anaerobia: En una fermentación anaerobia, la materia orgánica es catabolizada en ausencia de un aceptor de electrones externo mediante microorganismos anaerobios estrictos o facultativos a través de reacciones de oxidación-reducción bajo condiciones de oscuridad. El producto generado durante el proceso acepta los electrones liberados durante la descomposición de la materia orgánica. Por lo tanto, la materia orgánica actúa como dador y aceptor de electrones. En la fermentación, el sustrato es parcialmente oxidado y por lo tanto, sólo una pequeña cantidad de la energía contenida en el sustrato se conserva.

Respiración anaerobia: La respiración anaerobia es un proceso biológico de óxido-reducción de monosacáridos y otros compuestos en el que el aceptor terminal de electrones es una molécula inorgánica distinta del oxígeno, y más raramente una molécula orgánica. La realizan exclusivamente algunos grupos de bacterias y para ello utilizan una cadena transportadora de electrones análoga a la de las mitocondria en la respiración aerobia. No debe confundirse con la fermentación, que es un proceso también anaerobio, pero en el que no participa nada parecido a una cadena transportadora de electrones y el aceptor final de electrones es siempre una molécula orgánica.

2.5 PRODUCTOS QUE SE OBTIENEN

2.5.1 BIOGÁS

El biogás es una mezcla gaseosa formada principalmente de metano y dióxido de carbono, pero también contiene diversas impurezas. La composición del biogás depende del material digerido y del funcionamiento del proceso. Cuando el biogás tiene un contenido de metano superior al 45% es inflamable.

2.5.2 BIOABONO

El efluente tratado que sale de las plantas es un gran fertilizante orgánico, puesto que la mayoría de sus nutrientes principales como nitrógeno, fósforo y potasio se conservan, y es conocido como bioabono su composición por lo general incluye un 8.5% de materia orgánica, 2.6% de fósforo, y 1% de potasio, con un pH de 7.5. El uso adecuado de los nutrientes reciclados proporciona mejoramiento en la calidad del suelo y en las siembras representando un beneficio para el agricultor; se ha comprobado que un metro cúbico de bioabono producido y aplicado diariamente, puede fertilizar más de dos hectáreas de suelo. El bioabono o efluente líquido puede ser aplicado en forma normal mediante la utilización de recipientes, por gravedad o por bombeo.

Las características del bioabono, dependen en gran medida del tipo de tecnología y de las materias primas utilizadas para la digestión. Durante el proceso anaerobio, parte de la materia orgánica se transforma en metano, por lo que el contenido en materia orgánica es menor al de

las materias primas. Gran parte de la materia orgánica de este producto se ha mineralizado, por lo que normalmente aumenta el contenido de nitrógeno amoniacal y disminuye el nitrógeno orgánico.

2.6 CUESTIONARIO

- I. Describa qué es un biodigestor.
- II. ¿Para qué se utilizan?
- III. Describa a grandes rasgos el proceso de biodigestión anaerobia
- IV. ¿Cuáles son los productos que se obtienen?

SESEION 3: EL PROCESO DE LA BIODIGESTIÓN ANAEROBIA

Objetivo: Conocer los factores que intervienen en la operación de los biodigestores anaerobios, así como las condiciones necesarias para favorecer el proceso.

3.1 CONDICIONES NECESARIAS PARA LA BIODIGESTIÓN ANAEROBIA

3.1.1 CONDICIONES ADECUADAS, DE TEMPERATURA, PH Y CONCENTRACIÓN

Temperatura. La temperatura determina el tiempo de digestión de la materia orgánica. Existe una relación proporcional entre el incremento de temperatura y la velocidad de degradación, pero esta suele presentar algunos inconvenientes en determinados parámetros. La biodigestión se realiza en un rango de temperatura de 10°C hasta 60°C. Se reconocen tres procesos diferentes en este rango de temperaturas.

Sicrofilico: 10°C a 20°C. El calor no es suministrado exteriormente, no requiere aislamiento térmico, el tiempo de retención es de 100 días con o casi sin agitación.

Mesofilico: 20°C a 40°C. Requiere calor externo y agitación controlada, es un proceso muy eficiente por su semejanza con la biodigestión animal, el tiempo de retención es alrededor de 20 días.

Termofílico: 50°C a 60°C. Requiere elevado suministro de calor y agitación controlada, es un proceso muy sensible a la variación de la temperatura. El tiempo de retención oscila entre 8 y 10 días.

Concentración: La materia orgánica está compuesta por agua y una fracción sólida conocida como sólidos totales, mantener una mezcla adecuada de agua y materia sólida es importante porque de esto depende el desarrollo del proceso y la producción de biogás. La concentración de sólidos totales del sustrato con que se carga un biodigestor puede variar entre 2 y 15%, la mezcla óptima se considera entre 8 y 12% de sólidos totales para digestores semicontínuos y alrededor de 40 y 60% de sólidos totales para digestores discontinuos. La materia orgánica biodegradable, a la que se denomina sólidos volátiles, contiene componentes orgánicos que pueden ser convertidos en metano

pH: La variación del pH afecta la actividad enzimática de los microorganismos inhibiendo el proceso de biodigestión, el rango de pH ideal oscila entre 6.6 y 7.6. Si el nivel de pH está fuera de este rango, revela problemas con la biodigestión, ya sea por presencia de materia tóxica, variación de la temperatura, relación C/N inadecuada.

3.2 FACTORES INHIBIDORES

Existen sustancias que pueden favorecer o inhibir el proceso de la biodigestión, depende de la concentración del sustrato, y la cantidad de sustancia presente en la mezcla, son considerados inhibidores, antibióticos, detergentes y limpiadores, el nivel de pH, ácidos grasos de cadena larga y alcoholes en elevadas concentraciones, en la fase metanogénica, el nitrógeno amoniacal, los sulfatos y sulfuros, la presencia de oxígeno en concentración del orden de 1 µg/l.

El proceso de digestión anaerobia es inhibido por la presencia de sustancias tóxicas en el sistema. Estas sustancias pueden formar parte de las materias primas que entran al digestor o pueden ser subproductos de la actividad metabólica de los microorganismos anaerobios. Sustancias tales como amoníaco, metales pesados, compuestos halogenados, cianuro y fenoles, forman parte del primer grupo, en tanto que, sulfuro, amoníaco y ácidos grasos de cadena larga, forman parte del

último grupo mencionado. Es interesante destacar que muchas de las bacterias anaerobias son capaces de degradar compuestos orgánicos refractarios.

En algunos casos, la magnitud del efecto tóxico de una sustancia puede ser reducida significativamente mediante la aclimatación de la población de microorganismos al tóxico. Por otra parte, muchas de estas sustancias a bajas concentraciones pueden ser estimuladoras del proceso.

3.2.1 CONCENTRACIONES INHIBIDORAS

Tabla XXX Concentraciones inhibidoras (Varnero Moreno, 2011)

<i>Inhibidores</i>	<i>Concentración inhibidora</i>
<i>SO₄</i> -	5000 ppm
<i>NaCl</i>	40000ppm
<i>NO₃</i> -	0.05 mg/ml
<i>Cu</i>	100 mg/l
<i>Cr</i>	200 mg/l
<i>Ni</i>	200-500 mg/l
<i>CN</i> -	25 mg/l
<i>Na</i>	3500-5500 mg/l
<i>K</i>	2500-4500 mg/l
<i>Ca</i>	2500-4500 mg/l
<i>Mg</i>	1000-1500 mg/l

3.2.2 EFECTO INHIBIDOR DE ALGUNAS SUSTANCIAS

Ácidos grasos volátiles. La concentración de ácidos grasos volátiles (AGV), productos intermedios mayoritarios del proceso anaerobio, es uno de los parámetros que más eficazmente pueden indicar la evolución del proceso. De hecho, este parámetro es uno de los más utilizados en los sistemas de control debido a su rápida respuesta ante variaciones del sistema. En un sistema anaerobio óptimo, la concentración de AGV en el efluente es relativamente baja y se encuentra usualmente en el rango de 50-250 mg HAc/l. Cuando la relación simbiótica entre acidogénicos y metanogénicos se rompe, los AGV se acumulan. La inhibición de los metanogénicos debido a la toxicidad (sulfuro, amoníaco, metales pesados, compuestos orgánicos sintéticos, etc.), cambios en la condiciones ambientales (pH, temperatura, potencial redox) o limitación de nutrientes pueden gatillar una acumulación de acetato e hidrógeno. Una presión parcial de hidrógeno excesiva, inhibe severamente a las bacterias que degradan ácido propiónico,

resultando en la acumulación de éste. Un aumento en la concentración de ácidos volátiles en el sistema, implica una desestabilización del proceso y, en consecuencia, una disminución de la producción de biogás.

Hidrógeno. El hidrógeno es también un compuesto intermedio importante del proceso anaerobio. Su acumulación en el medio provoca la inhibición de la acetogénesis y, consecuentemente, la acumulación de ácidos grasos volátiles con más de dos átomos de carbono.

Nitrógeno amoniacal. El amoniaco puede estar presente en las materias primas que entran al digestor o ser producido durante la degradación anaerobia de compuestos orgánicos nitrogenados tales como proteínas o aminoácidos. Las proteínas generalmente contienen 16% de nitrógeno. Durante el proceso anaerobio, el nitrógeno orgánico es hidrolizado dando lugar a formas amoniacales. Aunque el nitrógeno amoniacal es un nutriente importante para el crecimiento bacteriano, una concentración excesiva puede limitar su crecimiento.

Sulfatos y sulfuros. La presencia de elevadas concentraciones de sulfato en el sustrato puede producir la inhibición del proceso anaerobio, especialmente de la metanogénesis. En presencia de sulfatos, las bacterias metanogénicas compiten con las sulfato-reductoras por los mismos sustratos (acetato e hidrógeno), mostrando éstas últimas, ventajas termodinámicas y cinéticas sobre las primeras. El resultado de esta competencia determinará la proporción de ácido sulfhídrico y metano en el biogás producido.

En general, los metanogénicos son más sensibles que los acidogénicos y acetogénicos, comenzando a ser tóxica una concentración de 50 mg/l, si los microorganismos metanogénicos no están aclimatados a los sulfuros. La forma más tóxica para los metanogénicos corresponde a la no ionizada (H_2S), por lo que la inhibición se favorece a pH bajos y a bajas temperaturas. La forma ionizada (HS^-) presenta menor toxicidad. Por tanto, la inhibición tiene dos etapas, la primera debida a la competencia por el sustrato entre los microorganismos metanogénicos y sulfato-reductores y la segunda es una inhibición directa del crecimiento metanogénico por la presencia de sulfuros solubles.

Cationes y metales pesados. Los cationes de metales alcalinos y alcalino-térreos tienen un efecto estimulador de la actividad de las bacterias a bajas concentraciones. A partir de un nivel de concentración, pueden proporcionar toxicidad provocando una disminución de la velocidad de crecimiento. La toxicidad de los cationes aumenta con el peso molecular, por lo que los metales pesados son los que provocan toxicidad a menor concentración. El orden de toxicidad de los metales pesados es $Ni > Cu > Cr(IV) \sim Cr(III) > Pb > Zn$. Los niveles de inhibición varían mucho en función de varios factores. Si la introducción del catión en el reactor se produce de forma gradual, los microorganismos pueden aclimatarse y el efecto tóxico es menor. Los metales solubles representan mayores problemas para el proceso que las formas insolubles. La presencia de sulfuros también disminuye la toxicidad de metales mediante la formación de sulfuros de metal insolubles (con excepción de cromo), los cuales precipitan, pudiendo llegar a tolerarse elevadas concentraciones de metales pesados en estos casos. Aproximadamente 0.5 mg de sulfuro es necesario para precipitar 1.0 mg de metal.

3.3 CÓMO PREPARAR LA CARGA

3.3.1 SEPARACIÓN DE LA BIOMASA ADECUADA

Para la correcta operación del sistema de biodigestión, debe separarse la biomasa que es apta para el proceso de la que no lo es. Se debe eliminar de la carga, los huesos de la carne, madera, tallos de plantas, huesos grandes de la fruta, tales como hueso de aguacate, hueso de mamey, semillas crudas.

3.3.2 RELACIÓN C/N

En términos generales, toda materia orgánica puede producir biogás al ser fermentada mediante un proceso anaerobio. La calidad y cantidad depende de la naturaleza de la materia. El Carbono y el nitrógeno, están presentes en toda materia orgánica, la relación que presentan estos elementos, influye en la producción de biogás, ya que las bacterias metanogénicas consumen hasta 30 veces más carbono que nitrógeno, si el nitrógeno se encuentra en una concentración mayor, el proceso tiende a inhibirse, ya que en vez de formarse metano, se formará una mayor cantidad de nitrógeno amoniacal y por tanto el nivel de pH se incrementará hasta inhibir el

crecimiento de las bacterias metanogénicas. La relación óptima de Carbono / Nitrógeno se considera 30:1 respectivamente, aunque se admiten valores desde 20:1. Además deben estar presentes sales minerales tales como azufre, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, molibdeno, zinc, cobalto, selenio, tungsteno y níquel en cierto equilibrio, ya que pueden contribuir a inhibir el proceso.

Para determinar la relación carbono/nitrógeno adecuada, se incluye, una calculadora, en base a la Tabla de Composición de los Alimentos, publicada por la FAO. La cual tiene como finalidad, ayudar al cálculo de la relación C/N de la combinación de diversas biomásas disponibles.

3.3.3 CANTIDAD DE AGUA NECESARIA

La cantidad de agua necesaria para el sistema propuesto, debe ser tal que la concentración de sólidos totales del sustrato sea 10% del total, toda materia orgánica, contiene agua, en diferentes proporciones, para determinar la cantidad de agua necesaria en la combinación de las diversas biomasa, se debe emplear la calculadora incluida, esta, además entrega una estimación del biogás que puede producirse por carga.

3.3.4 PREPARACIÓN PREVIA

Antes de realizar la carga del biodigestor, la materia orgánica debe cumplir con ciertos requisitos para mejorar la producción de biogás, en primera instancia debe separarse la materia orgánica adecuada para la biodigestión, se debe retirar los huesos de carne, los huesos grandes de frutas, los tallos de plantas, las semillas crudas. Evitar la inclusión de agentes inhibidores, como medicamentos, detergentes, limpiadores de pisos, bolsas de plástico, metales, insecticidas, hipoclorito.

Después en base a la cantidad de cada uno de los componentes de la materia orgánica destinada al biodigestor, ocupando la calculadora, se debe procurar que la relación, C/N se encuentre entre 20:1 y 30:1, de lo contrario, agregar los componentes recomendados por la calculadora, para que se cumpla este requisito, después en base a los resultados de la calculadora, agregar el agua necesaria. Se recomienda triturar los residuos para facilitar la digestión dentro del reactor.

Para la primera carga del digestor, es recomendable compostar primero la materia orgánica durante 1 semana, a fin de favorecer el crecimiento de las bacterias encargadas de la descomposición orgánica de la biomasa. Para las siguientes cargas, una vez seleccionada y acondicionada la carga, se debe agregar aproximadamente 15% de la carga de otro digestor, esto servirá como arrancador del proceso.

3.4 CUIDADOS DURANTE LA BIODIGESTIÓN

3.4.1 TEMPERATURA ÓPTIMA

La temperatura óptima para que se realice el proceso de biodigestión debe mantenerse entre 20°C y 40°C, aunque la variación en la temperatura, altera el proceso, es recomendable mantenerla en un rango de 30°C a 35°C a fin de no alterar la acción de las bacterias encargadas de la digestión. El equipo debe aislarse térmicamente en zonas con cambios drásticos de temperatura. Durante la operación del biodigestor, es necesario realizar mediciones periódicas de la temperatura, y aplicar las acciones correctivas necesarias en caso de encontrarse en los límites superior e inferior ya mencionados.

3.4.2 NIVEL DE ACIDEZ

Para que el proceso se desarrolle satisfactoriamente, el pH no debe bajar de 6.0 ni subir de 8.0. El valor del pH en el digestor no sólo determina la producción de biogás sino también su composición. Una de las consecuencias de que se produzca un descenso del pH a valores inferiores a 6 es que el biogás generado es muy pobre en metano y, por tanto, tiene menores cualidades energéticas. Debido a que la metanogénesis se considera la etapa limitante del proceso, es necesario mantener el pH del sistema cercano a la neutralidad. Los acidogénicos son significativamente menos sensibles a valores más extremos de pH.

El pH afecta a los diferentes equilibrios químicos existentes en el medio, pudiendo desplazarlos hacia la formación de un determinado componente que tenga influencia en el proceso. Este es el caso de los equilibrios ácido-base del amoníaco y del ácido acético: Al aumentar el pH se favorece la formación de amoníaco que, en elevadas concentraciones, es inhibidor del

crecimiento microbiano y a valores de pH bajos se genera mayoritariamente la forma no ionizada del ácido acético, que inhibe el mecanismo de degradación del propionato. En muchos casos, para mantener el pH óptimo en el reactor, es necesaria la suplementación de alcalinidad utilizando químicos tales como bicarbonato de sodio, carbonato de sodio, hidróxido de amonio, gas amoníaco, cal, hidróxido de sodio y potasio. Se prefiere el bicarbonato de sodio debido a su alta solubilidad y baja toxicidad.

3.4.3 AGITACIÓN

Los objetivos buscados con la agitación son: remoción de los metabolitos producidos por las bacterias metanogénicas, mezclado del sustrato fresco con la población bacteriana, evitar la formación de costra que se forma dentro del digestor, uniformar la densidad bacteriana y evitar la formación de espacios “muertos” sin actividad biológica que reducirían el volumen efectivo del reactor y prevenir la formación de espumas y la sedimentación en el reactor.

En la selección del sistema, frecuencia e intensidad de la agitación se debe considerar que el proceso anaerobio involucra un equilibrio simbiótico entre varios tipos de bacterias. La ruptura de ese equilibrio en el cuál el metabolito de un grupo específico servirá de alimento para el siguiente implicará una merma en la actividad biológica y por ende una reducción en la producción de biogás. La agitación aumenta la producción de gas y disminuye el THR, esto es básicamente por cuatro razones:

- Distribución uniforme de la temperatura y sustrato en el interior del biodigestor.
- Distribución uniforme de los productos, tanto intermedios como finales.
- Mayor contacto entre el sustrato y las bacterias, evitando la formación de cúmulos alrededor de las bacterias.
- Evitar la acumulación de lodo en la parte superior del digestor, también llamada “nata” o “espuma” que dificulta la salida del biogás.

3.5 CÓMO MANEJAR LOS PRODUCTOS DE LA BIODIGESTIÓN

3.5.1 CÓMO MANEJAR EL BIOGÁS

La producción de gas de un digestor anaerobio es continua a lo largo de las 24 horas del día; no ocurre lo mismo con el consumo que por lo general está concentrado en una fracción corta de tiempo. Por este motivo será necesario almacenar el gas producido durante las horas en que no se consuma.

La dispersión del consumo y su intensidad determinará el volumen de almacenamiento requerido. Por lo tanto cuanto más concentrado esté el consumo en un período de tiempo corto, mayor será la necesidad de almacenaje. Por lo general el volumen de almacenamiento no baja del 50% de la producción diaria.

El contenido de energía de 1m^3 de biogás (60% CH_4 y 40% CO_2) es aproximadamente $6\text{ kW}\cdot\text{h}/\text{m}^3$. Esta energía puede ser almacenada en diferentes formas (gas a baja presión, media o alta). Debido a que el gas en sí mismo constituye la forma más directa de energía se debe intentar almacenarlo: para ello existen varias formas posibles. La forma más simple es almacenar el gas tal cual se obtiene, a baja presión, para ello se utiliza generalmente gasómetros. Los digestores totalmente cerrados almacenan el gas a presión constante y presión variable. Su capacidad es reducida y son muy poco usados. Los digestores con campana gasométrica que puede flotar sobre el líquido en fermentación o estar separado del digestor flotando sobre agua formando un sello hidráulico, muy usado en los reactores del tipo Hindú: en este caso el gas se almacena a presión constante (la que se puede variar colocando contrapesos sobre la campana) y a volumen variable. El tercer tipo posee una cúpula fija y una cámara de hidropresión que permite el desplazamiento del sustrato en fermentación a medida que se acumula el gas, este sistema es muy empleado en los digestores de tipo Chino; en este caso el gas se almacena a volumen y a presión variables. Por último se han difundido en años recientes almacenadores de gas del tipo gasómetro plástico inflable. Este contenedor plástico puede cubrir el digestor en su parte superior como una campana o estar separado, almacenando a presión constante y volumen variable. En este tipo también se puede variar la presión de la misma forma que en el de campana gasométrica.

Todos los sistemas descritos no superan como presiones máximas los 100 cm de columna de agua, encontrándose la media alrededor de los 35, presión a la cual funcionan correctamente los artefactos domésticos. A fin de reducir el volumen de almacenaje necesario se puede comprimir el gas y almacenarlo a presiones medias (0.5 a 1.5 bar) y altas hasta 300 bar. Este tipo de almacenamiento demanda un gasto extra de energía para comprimir el gas y además se lo debe purificar extrayendo el vapor de agua, el dióxido de carbono y el ácido sulfhídrico. Los contenedores de gas para estas presiones, cilindros en general, son caros debido a que deben tener la suficiente rigidez estructural para poder soportar los esfuerzos a los que se ve sometido. El almacenaje a estas presiones se utiliza generalmente cuando se emplea el gas, como combustible de vehículos, donde el volumen ocupado es importante.

3.5.2 CÓMO MANEJAR EL BIOABONO

La recuperación de biomasa orgánica residual agrícola transforma la modalidad de utilización única en un sistema múltiple. Con la digestión anaeróbica se obtienen dos tipos de productos: uno es el biogás, utilizado principalmente como combustible y el otro, el lodo residual orgánico estabilizado, utilizado como acondicionador y/o biofertilizante de suelos. Como subproducto después de la generación de biogás, se obtiene materia orgánica estabilizada rica en elementos minerales. En función a la carga usada y el proceso seguido, esta materia orgánica, también conocida como bioabono puede presentarse de dos formas: líquida y sólida.

Biofertilizante en forma líquida: proveniente de digestores continuos con una alta tasa de carga y un bajo contenido de sólidos totales (inferior al 12%), el inconveniente de éste es su comercialización por el estado físico de su presentación.

Biofertilizante en forma sólida: proveniente de digestores Batch o semicontinuos con buen poder fertilizante, que luego de ser secado se puede comercializar sin problemas.

En general todos los productos orgánicos obtenidos, independientemente del proceso utilizado para su estabilización, son buenos acondicionadores o mejoradores de las propiedades físicas de los suelos, porque aportan niveles interesantes de materia orgánica estabilizada. Presentan una textura física particular, de baja densidad (del orden de $0.5\text{g}/\text{cm}^3$) y baja resistencia mecánica;

por lo tanto, la incorporación de estos sustratos orgánicos en el suelo permite mejorar la estructura de éste, reduciendo problemas de compactación y susceptibilidad de erosión; además, incrementan la capacidad de retención de agua, así como el intercambio gaseoso, favoreciendo el desarrollo radical. Sin embargo, la clasificación como biofertilizante, depende de las características bioquímicas de las materias primas utilizadas, de forma que si éstas contienen altos niveles de nutrientes, generarán productos con características de fertilizantes orgánicos.

3.6 CUESTIONARIO

- I. ¿Qué condiciones se requieren para el proceso de biodigestión anaerobia?
- II. Mencione 5 agentes inhibidores
- III. ¿Cómo se prepara la carga del biodigestor?
- IV. ¿Cómo se maneja el biogás?
- V. ¿cómo se maneja el bioabono?

SESIÓN 4: APROVECHAMIENTO DE LOS PRODUCTOS DEL BIODIGESTOR

Objetivo: Conocer las aplicaciones que suele darse al biogás y al bioabono, así como las ventajas y desventajas que tienen los productos del biodigestor

4.1 QUÉ HACER CON EL GAS

4.1.1 APLICACIONES

Existen diversas opciones para la utilización del biogás. Dentro de éstas destacan la producción de calor o vapor, generación de electricidad y combustible de vehículos.

Producción de calor o vapor: El uso más simple del biogás es para la obtención de energía térmica (calor). En aquellos lugares donde los combustibles son escasos, los sistemas pequeños de biogás pueden proporcionar la energía calórica para actividades básicas como cocinar y calentar agua. Los sistemas de pequeña escala también se pueden utilizar para iluminación.

Generación de electricidad o combinación de calor y electricidad: Los sistemas combinados de calor y electricidad utilizan la electricidad generada por el combustible y el calor residual que se genera. Algunos sistemas combinados producen principalmente calor y la electricidad es secundaria. Otros sistemas producen principalmente electricidad y el calor residual se utiliza para calentar el agua del proceso. En ambos casos, se aumenta la eficiencia del proceso en contraste si se utilizara el biogás sólo para producir electricidad o calor. Las turbinas de gas (micro turbinas, desde 25 hasta 100 kW y turbinas grandes, >100 kW) se pueden utilizar para la producción de calor y energía, con una eficiencia comparable a los motores de encendido por chispa y con un bajo mantenimiento. Sin embargo, los motores de combustión interna son los usados más comúnmente en este tipo de aplicaciones. El uso de biogás en estos sistemas requiere la remoción de H₂S (bajo 100 ppm) y vapor de agua.

Combustible para vehículo: El uso vehicular del biogás es posible y en la realidad se ha empleado desde hace bastante tiempo. Para esto, el biogás debe tener una calidad similar a la del gas natural, para usarse en vehículos que se han acondicionado para el funcionamiento con gas natural. La mayoría de vehículos de esta categoría han sido equipados con un tanque de gas y un sistema de suministro de gas, además del sistema de gasolina normal de combustible.

4.1.2 CÓMO USARLO

El biogás (CH₄, CO₂) no es absolutamente puro, puesto que contiene partículas y trazas de otros gases. Todas estas impurezas deben ser removidas dependiendo del tipo de utilización que tendrá el biogás. La purificación del biogás es importante por dos razones principales: (1) para aumentar el poder calorífico del biogás y, (2) cumplir los requerimientos de algunas aplicaciones de gas (motores, calderas, celdas de combustible, vehículos, etc.). El “tratamiento completo” implica que se elimina gran parte del CO₂, vapor de agua y otros gases traza del biogás, mientras que el “reformado” es la conversión de metano en hidrógeno. Las partículas sólidas en el biogás se filtran con los colectores de partículas convencionales. Para la remoción de gases traza, las técnicas utilizadas son el lavado, adsorción y secado.

4.1.3 A QUÉ EQUIVALE

En la tabla 31 se han listado los principales artefactos que utilizan biogás juntamente a su consumo medio y su eficiencia.

1m³ de biogás es equivalente a:

- ✓ 0.55 litros de diésel;
- ✓ 0.58 litros de Kerosene
- ✓ 0.61 litros de gasoil
- ✓ 0.75 litros de gasolina
- ✓ 1.3 kg de madera
- ✓ 1.1 litros de alcohol
- ✓ 0.76 m³ de Gas natural
- ✓ 0.7 kg de Carbón
- ✓ 2.2 kW-h de electricidad

Tabla XXXI Aplicaciones del biogás (Bautista Buhigas, 2010)

ARTEFACTO	CONSUMO	RENDIMIENTO (%)
Quemador de cocina	300 - 600 l/h	50 - 60
Lámpara a mantilla (60W)	120 - 170 l/h	30 - 50
Heladera de 100 L	30 - 75 l/h	20 - 30
Motor a gas	0,5 m ³ /kWh o Hph	25 - 30
quemador de 10 kW	2 m ³ /h	80 - 90
Infrarrojo de 200 W	30 l/h	95 - 99
Cogenerador	1 kW elect. 0,5 m ³ /kwh; 2kW térmica	hasta 90

4.2 QUÉ HACER CON EL BIOABONO

4.2.1 APLICACIONES

Como Acondicionador de suelos: Debido a su rápida descomposición el efluente brinda rápidamente nutrientes disponibles. Los ácidos húmicos presentes en este material contribuyen a mejorar la estructura del suelo y su porosidad aumentando al mismo tiempo la capacidad de intercambio. La cantidad de humus estable duplica generalmente al que se consigue mediante la utilización de

estiércoles incrementando al mismo tiempo en forma significativa la actividad biológica del suelo.

El elevado contenido de nitrógeno en forma de amonio (NH_4) presente en los efluentes ayuda a evitar la pérdida por lavado y lixiviación del nitrógeno del suelo al igual que las pérdidas por volatilización producidas por los procesos de desnitrificación biológica.

Como biofertilizante: Existen amplias evidencias del incremento en la producción de distintas especies provocada por la aplicación de efluentes al suelo. Tanto en este aspecto como en los anteriores, las aseveraciones y cifras son relativas debido a que se está trabajando con sistemas biológicos muy complejos como son: el material orgánico de carga, el digestor, el suelo y finalmente el cultivo. Esta interacción y variación provoca grandes diferencias en los resultados y hace difícil cuantificar los beneficios obtenibles de la aplicación así como también definir dosis y modos de aplicación.

Otros usos: El efluente de los digestores tiene otras aplicaciones entre las cuales merecen mencionarse: la preparación de compost, la alimentación de algas y peces y de animales en raciones balanceadas. Se han realizado numerosos ensayos y extendido sobre todo en Oriente, el uso del efluente como sustrato para el crecimiento de algas y peces en estanque cerrados. En otro tipo de estanques también se crían patos y peces, los que son aprovechados para confeccionar la ración de los animales conformando en las denominadas “Granjas integradas”. Como un aditivo al material vegetal para la confección de compost, el efluente es excelente ya que aporta una buena fuente de nitrógeno que acelera el proceso y enriquece al mismo tiempo el producto final con fósforo y otros elementos. Por otro lado el proceso de compostado completa la efectiva destrucción de patógenos lograda en la digestión anaeróbica.

4.2.2 CÓMO USARLO

El bioabono puede usarse en los suelos de una de dos formas: a) como sustituto total de los fertilizantes químicos; y b) como complemento de los fertilizantes químicos.

Sustitución Total De Fertilizantes Químicos: Cuando se usa el bioabono como sustituto, es necesario calcular el total de nutrientes contenidos en el abono químico que se utiliza normalmente y, con este valor calcular la cantidad de bioabono que tenga contenidos equivalentes, que será la cantidad teórica que hay que aplicar a los cultivos. Es necesario tomar en cuenta que el bioabono agregado al suelo aún continúa sufriendo un proceso de degradación durante el cual va liberando paulatinamente su potencial nutritivo. Esto significa que el bioabono no aporta desde un principio todos los nutrientes, tal como ocurre con los fertilizantes químicos, como consecuencia, cuando se aplican las cantidades teóricas, los cultivos de ciclo corto (hortalizas comunes) no reciben del bioabono la totalidad de los nutrientes que requieren. Algunos autores indican que el bioabono libera solamente un tercio de su potencial nutritivo en un periodo de 100 días; de esto resulta que para suplir la demanda de nutrientes de un cultivo es necesario aplicar el triple de las cantidades teóricamente necesarias.

Complemento De Fertilizantes Químicos: Durante el primer ciclo de cultivo el bioabono se añade al suelo junto con la dosis normal de fertilizantes químicos; debido a que en el segundo ciclo las condiciones del suelo han sido mejoradas por el bioabono, es ya posible disminuir la cantidad de fertilizantes químicos que se aplica. En los sucesivos ciclos se usan cada vez menos, hasta llegar a prescindir de ellos y a usar únicamente el bioabono. En los casos en que esta última situación no pueda lograrse, se aplican fertilizantes químicos en pequeñas cantidades, sólo para suplir las diferencias entre el contenido de nutrientes del suelo y las demandas del cultivo. Uno de los efectos favorables del bioabono cuando se usa en combinación con fertilizantes químicos, es que, al mejorar las estructuras del suelo, impide que los fertilizantes se pierdan y ayuda a que sean aprovechados en mejor forma.

Procedimientos Para La Aplicación: Las aplicaciones combinadas de bioabono y agua en proporción de 1:1 son las que han dado mejores resultados, debido a que el agua sirve de vehículo a los nutrientes y los lleva cerca del sistema radicular; además la mezcla con agua provoca la aireación que el abono necesita antes de ser usado. La forma de aplicación del bioabono varía con los recursos que tiene disponible el usuario, así como con la extensión del terreno que se desea abonar. Para el agricultor en pequeño, la forma más sencilla de aplicación es echar la mezcla

(bioabono-agua) con regadera u otro recipiente manual, directamente en el pie de la planta, en cualquiera de las etapas de desarrollo de esta.

Tratamiento del efluente: Según las experiencias más recientes, es necesario dar un tratamiento al efluente antes de usarlo; este tratamiento consiste en airearlo. En el caso de la aplicación en suelos, la aireación es necesaria para evitar problemas de toxicidad para los cultivos, que puede ser causada por falta de oxígeno o por la presencia de ácido sulfhídrico (H₂S).

4.2.3 PORQUÉ NO TIRARLO

El tratamiento de los deshechos por vía anaerobia elimina la acumulación de estos a la intemperie evitando la proliferación de moscas, mosquitos, otros insectos y roedores portadores de peligrosas enfermedades. El proceso en sí mismo produce una reducción del 90% al 99% de los principales patógenos animales (estafilococos, salmonella, pseudo-monas). Esta reducción muy importante desde el punto de vista del saneamiento está regulado por la temperatura de fermentación y la cantidad de días que permanece la biomasa dentro del digestor.

4.3 CUESTIONARIO

- I. ¿Mencione 3 aplicaciones comunes del biogás?
- II. ¿En qué consiste la purificación del biogás?
- III. ¿A qué equivale un m³ de biogás respecto a: gasolina, madera, gas LP?
- IV. ¿Qué aplicaciones suele darse al bioabono?
- V. Describa cómo se aplica el bioabono en fase líquida.
- VI. ¿Por qué razón no es recomendable tirar el bioabono?

SESIÓN 5: INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS BIODIGESTORES ANAEROBIOS

Objetivo: Conocer la forma adecuada de instalar un biodigestor así como los cuidados necesarios para su correcto funcionamiento, así como la ventaja de establecer un programa de mantenimiento preventivo y correctivo para detectar posibles fallas en el biodigestor.

posible, inyectar aire comprimido en la tubería de gas a fin de cerciorarse que no existen fugas.

- ✓ Instalar las tuberías de salida del biogás.
- ✓ Colocar los filtros de acuerdo al diagrama.
- ✓ Instalar los dispositivos para la conversión de las motobombas a biogás de acuerdo al manual incluido en el kit.

5.1.3 CUIDADOS DURANTE LA INSTALACIÓN

- ✓ Antes de instalar las tuberías de PVC, se deben limpiar los extremos de polvo y grasa para realizar una junta adecuada con el pegamento.
- ✓ El polietileno tubular debe extenderse en un espacio libre de objetos que puedan rasgar el polietileno.
- ✓ La tubería que se insertará en los depósitos de biogás deben estar libres de rebabas, para esto hay que limar los extremos que se insertarán.
- ✓ Para armar los depósitos de biogás, se recomienda realizarlo entre tres personas.
- ✓ Las juntas que se colocarán en las tapas se deben cortar a la medida.
- ✓ Colocar juntas de cámara en las flanges para que sellen bien.
- ✓ En la parte exterior, colocar silicón para evitar posibles fugas.

5.2 NORMAS DE SEGURIDAD

5.2.1 INSTALACIONES DE GAS

En México, no existe una norma específica para instalaciones de biogás, sin embargo, debido a la semejanza con el gas natural, para la instalación, nos referiremos a la NOM-002-SECRE-2010, Instalaciones de aprovechamiento de gas natural. A continuación se transcriben los puntos a resaltar de esta norma.

4.15 Máxima Presión de Operación Permisible (MPOP): es la máxima presión a la cual se puede permitir la operación de la instalación de aprovechamiento para el correcto funcionamiento de los aparatos de consumo en condiciones de máxima demanda.

4.19 Presión: la fuerza ejercida perpendicularmente sobre una superficie.

4.20 Presión atmosférica: la presión que ejerce una columna de aire sobre la superficie de la tierra.

4.21 Presión manométrica: la presión que ejerce un gas sobre las paredes del recipiente que lo contiene.

4.22 Presión de trabajo: la presión manométrica a la que opera la instalación de aprovechamiento, o parte de ella, a las condiciones normales de operación.

4.23 Prueba de hermeticidad: procedimiento utilizado para asegurar que una instalación de aprovechamiento, o una parte de ella, no tiene fuga.

4.24 Regulador: Instrumento utilizado para disminuir, controlar y mantener una presión determinada aguas abajo de su instalación.

4.28 Tubería visible: Es aquella colocada de modo tal que su recorrido se encuentra permanentemente a la vista. Las que corran dentro de ductos o trincheras destinadas exclusivamente a contener tuberías también se consideran visibles.

5.3 Para instalaciones de aprovechamiento tipo doméstico; La MPOP dentro de la casa habitación no debe exceder de 50kPa, a menos que se cumpla una de las siguientes condiciones:

- a) la tubería esté dentro de un cubo ventilado u otro mecanismo que prevenga la acumulación de gas natural,
- b) la tubería suministre a cuartos de caldera, equipos mecánicos u otros que requieren operar a tales condiciones de presión.

5.4 No se permite la instalación de tuberías en cubos o casetas de elevadores, tiros de chimenea, lugares que atraviesen cisternas, segundos sótanos e inferiores, registros y conductos para servicios eléctricos o electrónicos, ni en el interior de juntas constructivas.

5.6 En el caso de las instalaciones de aprovechamiento tipo comercial y doméstico se debe instalar una válvula de corte antes de cada equipo de consumo (fijo o móvil); en caso de no poder colocar

dicha válvula, se debe instalar una válvula que controle a todos los aparatos de la instalación. En todos los casos las válvulas de corte deben ser accesibles.

6.1.1 Las tuberías podrán ser de acero negro, galvanizado, al carbón, inoxidable liso o corrugado, cobre, polietileno, multicapa (PE-AL-PE), policloruro multicapa (CPVC-AL-CPVC) de conformidad con lo siguiente:

6.1.5. Tuberías de polietileno

6.1.5.1 Las tuberías de polietileno a utilizar deberán cumplir con la norma NMX-E-043-SCFI-2002.

6.1.5.2 Las tuberías de polietileno de media densidad no deben superar una presión de trabajo de 410kPa (60 psi).

6.1.5.3 Las tuberías de polietileno de alta densidad no deben superar una presión de trabajo de 689kPa (100 psi).

6.1.5.4 No se debe usar tubería de polietileno cuando la temperatura de operación del material sea menor de 244 K, ni mayor que 333 K.

6.2.3 Conexiones y accesorios para tuberías de polietileno

6.2.3.1 Las conexiones y válvulas deben cumplir con el numeral 7 de la norma NMX-043-SCFI-2002 y demás normas oficiales mexicanas. En ausencia de éstas, deberán cumplir con normas mexicanas, normas, códigos y estándares internacionales, y a falta de éstas con las prácticas internacionalmente reconocidas aplicables según corresponda.

6.2.3.2 Las uniones de tubería de polietileno se deben hacer por termofusión, electrofusión o medios mecánicos de acuerdo con normas mexicanas, normas, códigos y estándares internacionales y, a falta de éstas, con las prácticas internacionalmente reconocidas aplicables según corresponda. No está permitido aplicar calor con flama directa.

6.2.3.3 Las conexiones de transición pueden ser soldables, a compresión o bridadas, pero deben tener compatibilidad mecánica. No está permitido unir tubería de polietileno con conexiones roscadas.

6.2.3.4 En caso de utilizar conexiones de transición a compresión, debe utilizarse un refuerzo tubular interno rígido en conjunto con el acoplamiento.

7.1 Requisitos generales

7.1.1 De acuerdo con su ubicación, se clasifican en tuberías visibles, enterradas y ocultas,

Tabla XXXII Clasificación de las tuberías

	Material	Oculto	Enterrada	Visible
Tuberías	Polietileno	NO ¹	SI ^{5,6}	NO
	Cobre	SI	SI	SI
	Acero negro, galvanizado y al carbón	SI	SI ⁴	SI
	Acero inoxidable liso y corrugado	SI	SI ⁸	SI
	Multicapa PE-AL-PE y CPVC-AL-CPVC	SI	SI ^{5,6}	SI ²
Accesorios y uniones	Polietileno	NO	SI	NO
	Cobre ⁷	SI	SI	SI
	Acero negro, galvanizado y al carbón	SI	SI	SI
	Acero inoxidable liso y corrugado	SI	NO ⁸	SI
	Multicapa PE-AL-PE y CPVC-AL-CPVC	NO	SI	SI ²
Válvulas		SI ³	SI ³	SI

Se prohíbe el uso de tubería de polietileno en este tipo de trazos. A excepción de aquellas transiciones para efectos de continuar o finalizar el trazo subterráneo; en cuyo caso, la longitud máxima será de 2m y deberá encamisarse dicho tramo. Siempre y cuando la tubería cuente con protección contra rayos UV (contenido de negro de humo)

No se permite el uso de válvulas ni tuercas unión en trayectos ocultos y/o enterrados. En caso que así se requiera, deberá alojarse en un registro. El registro debe ser de las dimensiones y ubicación adecuadas para su operación y mantenimiento.

Siempre y cuando la tubería cuente con un sistema contra la corrosión.

Siempre y cuando la tubería se encuentre enterrada a una profundidad mínima de 45 centímetros entre el nivel de piso terminado a lomo de tubo.

Para tuberías ocultas y enterradas con presión de trabajo mayor a 50kPa, no se permite el uso de uniones roscadas

7.1.5 Cuando se instalen manómetros, éstos deben ir precedidos de una válvula de bloqueo.

7.1.6 Cuando se instalen reguladores con válvula de alivio instalados en recintos cerrados, la ventila de éstos deberá de dirigirse al exterior.

7.2.1 Las tuberías enterradas deben estar a una profundidad mínima de 45 centímetros con respecto al nivel de piso terminado. En instalaciones residenciales este valor podrá ser de 30 cm siempre y cuando para la instalación residencial la tubería no cruce calles, andadores o caminos de paso vehicular.

7.2.12 Las tuberías de gas deben quedar separadas de otros servicios conducidos mediante tuberías, racks o cables por una distancia mínima de 2cm, con conductores eléctricos con aislamiento con una distancia mínima de 3 cm y con tuberías que conduzcan fluidos corrosivos o de alta temperatura con una distancia mínima de 5cm. Las tuberías de gas no deben cruzar atmósferas corrosivas sin protecciones adicionales.

7.2.18 Se debe efectuar una transición de polietileno a metal antes de la penetración a cualquier construcción cerrada y cualquier parte de la tubería expuesta al exterior debe estar protegida contra daños mecánicos.

7.2.19 La tubería visible se debe pintar en su totalidad en color amarillo.

7.3.2 Las uniones entre válvulas de control y equipos de consumo deben realizarse mediante conectores rígidos o flexibles. En caso de los conectores flexibles, éstos no deben exceder una longitud de 1.5m.

7.5.3 Los dispositivos de sujeción de las tuberías pueden ser abrazaderas, soportes o grapas, y deben estar espaciados para prevenir o amortiguar vibración excesiva.

9.1 La prueba de hermeticidad debe realizarse a las instalaciones de aprovechamiento desde la salida del medidor o de la estación de regulación y medición hasta las válvulas de control de los

aparatos de consumo. En caso de ampliaciones y/o modificaciones a las instalaciones de aprovechamiento, la prueba de hermeticidad debe acotarse a dicha ampliación y/o modificación.

9.2 La prueba de hermeticidad debe realizarse sólo con aire o gas inerte.

9.4 La instalación de aprovechamiento debe ser purgada antes de ponerla en servicio para expulsar el fluido utilizado en la prueba de hermeticidad.

9.5 En caso que las reparaciones consistan en el reemplazo de un tramo de tubería o cambio de accesorio, se debe realizar una prueba de hermeticidad con jabonadura en las uniones y/o empates correspondientes a la presión de operación.

10.1 Monitorear con un instrumento para detección de fugas o jabonadura todas las conexiones entre los equipos de consumo existentes y la instalación de aprovechamiento.

5.2.2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

La NOM-001-SEDE-2010, refiere en cuanto a protección general lo siguiente:

4.1 Protección para la seguridad

4.1.1 Generalidades

Los requisitos establecidos en este capítulo tienen el propósito de garantizar la seguridad de las personas, animales y los bienes contra los riesgos que puedan resultar de la utilización de las instalaciones eléctricas.

NOTA: En las instalaciones eléctricas, existen dos tipos de riesgos mayores:

- Las corrientes de choque.
- Las temperaturas excesivas capaces de provocar quemaduras, incendios u otros efectos peligrosos.

4.1.2 Protección contra choque eléctrico.

4.1.2.1 Protección principal (protección contra contacto directo).

La protección para las personas y animales debe proporcionarse contra los peligros que puedan resultar por el contacto con las partes vivas de la instalación. Esta protección puede obtenerse por uno de los métodos siguientes:

- Previendo que una corriente pueda pasar a través del cuerpo de una persona o de un animal.
- Limitando la corriente que pueda pasar a través del cuerpo a un valor inferior al de la corriente de choque.

4.1.2.2 Protección contra falla (protección contra contacto indirecto)

NOTA: Para las instalaciones, sistemas y equipo de baja tensión, la protección contra falla corresponde generalmente a la protección contra contacto indirecto, principalmente con respecto a la falla de aislamiento principal.

La protección para las personas y animales debe proporcionarse contra los peligros que puedan resultar por el contacto indirecto con las partes conductoras expuestas en caso de falla. Esta protección puede obtenerse por uno de los métodos siguientes:

- Disposiciones para el paso de corriente que resulte de una falla y que pueda pasar a través del cuerpo de una persona.
- Limitando la magnitud de la corriente que resulte de una falla, a un valor no peligroso, la cual puede pasar a través del cuerpo.
- Limitando la duración de la corriente que resulte de una falla, que puede pasar a través del cuerpo, a un periodo no peligroso.

NOTA: En relación con la protección contra los contactos indirectos, la aplicación del método de conexión de puesta a tierra, constituye un principio fundamental de seguridad.

4.1.3 Protección contra los efectos térmicos.

La instalación eléctrica debe disponerse de forma tal que se minimice el riesgo de daño o ignición de materiales inflamables, que se originan por altas temperaturas o por arcos eléctricos. Además, durante el funcionamiento normal del equipo eléctrico, no debe haber riesgo de que las personas o animales sufran quemaduras.

4.1.4 Protección contra sobrecorriente

Las personas y los animales deben protegerse contra daños y las propiedades contra temperaturas excesivas o esfuerzos electromecánicos que se originan por cualquier sobrecorriente que pueda producirse en los conductores. La protección puede obtenerse al limitar la sobrecorriente a un valor o una duración segura.

4.1.5 Protección contra las corrientes de falla

Los conductores que no sean los conductores activos, y las otras partes que se diseñan para conducir una corriente de falla, deben poder conducir estas corrientes sin alcanzar una temperatura excesiva. El equipo eléctrico, incluyendo a los conductores, debe proveerse con protección mecánica contra esfuerzos electromecánicos causados por las corrientes de falla, para prevenir lesiones o daños a las personas, animales o sus propiedades. Los conductores vivos deben protegerse contra las sobrecorrientes de acuerdo con 4.1.4.

4.1.6 Protección contra disturbios de tensión y disposiciones contra influencias electromagnéticas

4.1.6.1 Las personas y los animales deben protegerse contra daños y las propiedades deben protegerse contra cualquier efecto dañino como consecuencia de una falla entre las partes vivas de circuitos alimentados a distintas tensiones.

4.1.6.2 Las personas, los animales y las propiedades deben protegerse contra daños como consecuencia de sobretensiones que se originan por fenómenos atmosféricos o por maniobras.

4.1.6.3 Las personas, los animales y las propiedades deben protegerse contra daños como consecuencia de una baja tensión y de cualquier recuperación subsecuente de la misma.

4.1.6.4 La instalación debe tener un nivel de inmunidad contra disturbios electromagnéticos de manera que funcione correctamente en el ambiente específico. De manera anticipada, el diseño de la instalación debe tomar en consideración las emisiones electromagnéticas que se generan por la instalación o por el equipo que se conecta, que debe ser acorde para el equipo que se utiliza o que se conecta a la instalación.

500-5 Clasificaciones de lugares.

- a) *Clasificaciones de lugares.* Los lugares se deben clasificar dependiendo de las propiedades del gas inflamable, el vapor producido por líquido inflamable, los vapores producidos por líquidos combustibles, los polvos o fibras/partículas que puedan estar presentes, y similares con posibilidad de que estén presentes en concentraciones o cantidades inflamables o combustibles. Cuando los únicos materiales utilizados o manipulados en estos lugares sean pirofóricos, estos lugares no deben ser clasificados. Para determinar su clasificación, cada cuarto o área se debe considerar individualmente.
- b) *Lugares Clase I.* Los lugares Clase I son aquellos en los que hay o puede haber en el aire gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles, en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares Clase I deben incluir los especificados en (1) y (2) siguientes.

(2) En el cual, debido a operaciones de reparación, mantenimiento o a fugas, frecuentemente pueden existir concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o líquidos combustibles por encima de sus puntos de ignición.

(3) En el cual la avería o funcionamiento defectuoso de equipos o procesos pueden liberar concentraciones de gases inflamables, vapores producidos por líquidos inflamables o vapores producidos por líquidos combustibles y simultáneamente pueden causar una falla en el equipo eléctrico, de manera que provoque que el equipo eléctrico se convierta en la fuente de ignición.

NOTA 1: Esta clasificación incluye usualmente los siguientes lugares:

(7) Cuartos de generadores de gases y otras áreas de plantas de fabricación de gases en las que se puedan producir fugas de gases inflamables.

500-7 Técnicas de protección. En los siguientes incisos (a) hasta (l) se indican las técnicas de protección aceptables para equipo eléctrico y electrónico en áreas peligrosas (clasificadas).

- a) Equipos a prueba de explosión. Esta técnica de protección se permite para equipos instalados en áreas Clase I, División 1 y 2.
- d) Purgado y presurizado. Esta técnica de protección se permite para equipo en cualquier área peligrosa (clasificada) para la cual esté identificado.
- e) Intrínsecamente seguros. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 1 o 2; Clase II, División 1 o 2; o Clase III, División 1 o 2. Las disposiciones de los artículos 501 al 503 y del 510 al 516 no deben ser consideradas aplicables a estas instalaciones, excepto lo exigido en el artículo 504. La instalación de equipo y alambrados intrínsecamente seguros deben cumplir con los requerimientos del artículo 504.
- f) Circuito no incendiario. Esta técnica de protección se permite en áreas Clase I, División 2, Clase II, División 2 y Clase III, División 1 o 2.
- g) Equipo no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 o 2.
- h) Componente no incendiario. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 o 2.
- i) Inmersión en aceite. Esta técnica de protección se permite para contactos de interrupción de corriente en áreas Clase I, División 2 como se describe en 501-115(b) (1) (2).
- j) Sellado herméticamente. Esta técnica de protección se permitirá para los equipos instalados en lugares Clase I, División 2; Clase II, División 2, y Clase III, División 1 o 2.

501-1 Alcance. El Artículo 501 trata de los requisitos para el equipo eléctrico y electrónico, así como del alambrado para todas las tensiones en lugares Clase I, División 1 y 2 en los que puede

existir peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables o a líquidos inflamables.

501-5 Equipo para la zona. Se permitirá que los equipos marcados de acuerdo con 505-9(c) (2) para uso en lugares Zona 0, 1 o 2, se instalen en lugares Clase I, División 2 para el mismo gas y con una clase de temperatura adecuada. Se permitirá que los equipos marcados de acuerdo con 505-9(c), (2) para uso en lugares Zona 0, se instalen en lugares Clase I, División 1 o División 2 para el mismo gas y con una clase de temperatura adecuada.

501-10. Métodos de alambrado. Los métodos de alambrado deben cumplir con lo indicado en los incisos (a) o (b) que se enuncian a continuación:

- a) Clase I, División 1: En las áreas Clase I, División 1, se permitirán los métodos de alambrado que se especifican en (a) hasta (d) siguientes:
 - a. Tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado.

Excepción: Se permitirá usar tubo conduit tipo PVC y tubo conduit tipo RTRC, cuando esté recubierto por concreto con un espesor mínimo de 50 milímetros y que tenga una cubierta de cuando menos 60 centímetros medidos desde la parte superior del tubo conduit hasta el nivel del piso. Se permitirá omitir la envolvente de concreto cuando esté sujeto a las disposiciones de 514-8, Excepción 2 y de 515-8(a). Se debe usar tubo conduit metálico pesado roscado o tubo conduit metálico semipesado de acero roscado para los últimos 60 centímetros del tramo subterráneo hasta que salga de la tierra o hasta el punto de conexión con la canalización que vaya sobre el piso. Se debe incluir un conductor de puesta a tierra de equipos para dar continuidad eléctrica al sistema de canalizaciones y para la puesta a tierra de las partes metálicas no portadoras de corriente.

- b. Cable del tipo MI con accesorios terminales aprobados para esos lugares. Los cables del tipo MI se deben instalar y soportar de manera que se eviten esfuerzos mecánicos en los accesorios terminales.

Criterios Para La Implementación De Biodigestores Familiares En Iztapalapa

- c. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, cables de los tipos MC y MC-HL aprobados para su uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un armadura continua metálica corrugada hermética al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado, conductores de puesta a tierra de equipos de acuerdo con 250-122, y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación. Los cables tipo MC y MC-HL deben ser instalados de acuerdo con las previsiones del Artículo 330, Parte B.
- d. En establecimientos industriales con acceso restringido al público, cuando las condiciones de mantenimiento y supervisión garanticen que sólo personas calificadas atienden la instalación, cables del tipo ITC-HL aprobados para su uso en lugares Clase I, Zona 1 o División 1, con un forro continuo metálico corrugado hermético al gas y al vapor, una cubierta externa de un material polimérico adecuado y equipados con accesorios terminales aprobados para esa aplicación e instalados de acuerdo con lo dispuesto en el Artículo 727.

3) Cajas y accesorios. Todas las cajas y los accesorios deben estar aprobados para lugares Clase I, División 1.

501-15. Sellado y drenado. Los sellos en tubo conduit y en sistemas de cables deben cumplir con los requisitos dados a continuación desde (a) hasta (f). Se debe aplicar compuesto sellador a los accesorios terminales de los cables tipo MI para prevenir que entre humedad o algún otro fluido en el aislamiento del cable.

a) Sellos en tubo conduit, áreas Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, se deben localizar los sellos de acuerdo a (1) hasta (4) como sigue:

1) Entrada en las envolventes. En cada tramo de tubo conduit que entra en una envolvente a prueba de explosión en donde se aplique cualquiera de los siguientes:

(1) Dicha envolvente contenga aparatos tales como desconectadores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o resistencias que puedan producir arcos eléctricos, chispas o altas temperaturas que se consideren como una fuente de ignición en condiciones normales de funcionamiento; o

(2) La entrada tenga un designador métrico 53 (tamaño comercial 2) o mayor y la envolvente contenga terminales, empalmes o derivaciones. Para los propósitos de esta sección, debe considerarse como alta temperatura cualquier valor que exceda el 80 por ciento de la temperatura de auto ignición en grados Celsius, del gas o vapor presente.

Excepción de (a) (1) (1). No se exigirán sellos para el tubo conduit que entra en una envolvente en donde los desconectadores, interruptores automáticos, fusibles, relevadores o las resistencias cumplan con una de las siguientes condiciones:

(1) Encerrados dentro de una cámara sellada herméticamente contra la entrada de gases o vapores; o

(2) Sumergidos en aceite, de acuerdo con lo especificado en 501-115(b) (1) (2); o

(3) Encerrados en una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica y ubicada dentro de una envolvente identificada para el área, y marcada como “sellado de fábrica” o su equivalente, a menos que la entrada de la envolvente sea de un designador métrico 53 (tamaño comercial 2) o más grande o.

(4) Están en circuitos no incendiarios. No debe considerarse que las envolventes selladas en fábrica sirvan como sello para otra envolvente adyacente a prueba de explosión que debe tener un sello de tubo conduit.

Los sellos de tubo conduit deben instalarse a una distancia máxima de 45 centímetros de la envolvente. Entre el accesorio de sellado y la envolvente a prueba de explosión sólo se permiten accesorios a prueba de explosión como: uniones, coples, reductores, codos, codos con casquillo y cajas de paso en L, en T y en cruz que no sean más grandes que el tamaño comercial del tubo conduit.

2) Envolventes presurizadas. En cada entrada de tubo conduit en una envolvente presurizada, en donde el tubo conduit no está presurizado como parte del sistema de protección. Los sellos de tubo conduit deben instalarse a una distancia no mayor que 45 centímetros de la envolvente presurizada.

NOTA 1: La instalación del sello lo más cerca posible de la envolvente reduce problemas con el purgado del espacio de aire muerto en el tubo conduit presurizado.

3) Dos o más envolventes a prueba de explosión. Cuando en dos o más envolventes a prueba de explosión se requieren sellos en tubo conduit de acuerdo con lo indicado en (a) (1) y están unidas por niples o por tramos de tubo conduit de una longitud no mayor que 90 centímetros, es suficiente colocar un solo sello en cada niple o tramo de tubo conduit, si tal sello no dista más de 45 centímetros de cada envolvente.

4) *En el límite de la Clase 1, División 1.* En cada tramo de tubo conduit que sale de un área peligrosa Clase I, División 1. Se permitirá colocar el sello en cualquier lado del límite de dicha área, a no más de 3 metros del límite, y debe estar diseñado e instalado de tal forma que minimice la cantidad gas o vapor que pueda entrar al tubo conduit en la parte de la División 1, y se comunique por el tubo conduit más allá del sello.

En el tramo comprendido entre el sello del tubo conduit y el punto en el que el tubo conduit sale del área peligrosa División 1, no debe haber uniones, coples, cajas o accesorios en el tubo conduit, excepto las reducciones a prueba de explosión en el sello del tubo conduit.

Excepción 1: El tubo conduit metálico que pase a través de un área Clase I, División 1, sin uniones, acoplamientos, cajas o accesorios, y que no tenga accesorios a menos de 30 centímetros de cada límite, no necesita estar sellado, siempre que los puntos de terminación del tubo conduit continuo estén en áreas no clasificadas.

Excepción 2: Para tubos conduit subterráneos instalados según 300-5, donde el límite está por debajo del piso, se permitirá instalar el accesorio de sellado después de que el tubo conduit salga del piso, pero no debe haber uniones, coples, cajas ni accesorios, diferentes de los reductores

aprobados a prueba de explosión en el accesorio de sellado, en el tubo conduit entre el accesorio de sellado y el punto donde el tubo conduit sale del piso.

501-20 Aislamiento de los conductores en lugares Clase I Divisiones 1 y 2. Cuando puedan acumularse líquidos o vapores condensados sobre, o entrar en contacto con, el aislamiento de los conductores, dicho aislamiento debe ser de un tipo identificado para su uso en estas condiciones, o el aislamiento debe estar protegido por una cubierta de plomo o por otro medio aprobado.

501-25 Partes expuestas sin aislar en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2. No debe haber partes expuestas no aisladas, tales como conductores eléctricos, barras conductoras, terminales o componentes que operen a más de 30 volts (15 volts en lugares mojados). Estas partes se deben proteger además con una técnica de protección de acuerdo con 500-7(e), (f) o (g) que sea adecuada para el lugar.

501-30 Puesta a tierra y unión en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2. El alambrado y el equipo en lugares Clase I, Divisiones 1 y 2 deben ser puestos a tierra según se especifica en el Artículo 250 y de acuerdo con los requisitos de 501-30(a) y (b).

a) Unión. No se debe depender de tipos de contacto como pasa cables con contratuerca y contratuerca doble para propósitos de unión, sino que se deben usar puentes de unión con los accesorios adecuados, u otros medios aprobados de unión. Estos medios de unión se deben aplicar a todas las canalizaciones, accesorios, cajas, envolventes, etc., que intervienen entre los lugares Clase I y el punto de puesta a tierra del equipo de acometida o el punto de puesta a tierra de un sistema derivado separado.

Excepción: Los medios específicos de unión sólo se exigirán en el punto más cercano donde el conductor puesto a tierra del circuito y el electrodo de puesta a tierra se conectan juntos en el lado línea de los medios de desconexión del edificio o estructura, tal como se especifica en 250-32(b), siempre que la protección contra sobrecorriente del circuito derivado esté ubicada en el lado carga del medio de desconexión.

NOTA: Para los requisitos adicionales de uniones en lugares peligrosos (clasificados), ver 250-100.

b) Tipos de conductores de puesta a tierra de equipos. Los tubos conduit metálicos flexibles o tubos conduit metálicos flexibles herméticos a los líquidos, deberán incluir puentes de unión de equipos del tipo de cable que cumpla con 250-102.

Excepción: En lugares Clase I, División 2, se permitirá eliminar el puente de unión si se cumplen todas las condiciones siguientes:

(1) Se usa tubo conduit metálico flexible hermético a los líquidos aprobado de 1.80 metros o menos de longitud, con accesorios aprobados para puesta a tierra.

(2) La protección contra sobrecorriente del circuito está limitada a 10 amperes o menos.

(3) La carga no es una carga de utilización de potencia.

501-35 Protección contra tensiones transitorias

a) Clase I División 1. Los apartarrayos, los dispositivos de protección contra tensiones transitorias y los capacitores se deben instalar en envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1. Los capacitores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico.

b) Clase I División 2. Los apartarrayos y los dispositivos de protección contra tensiones transitorias no deben producir arcos, tales como los varistores de óxido metálico (MOV) del tipo sellado; los capacitores de protección contra tensiones transitorias deben ser de un tipo diseñado para ese servicio específico. Se permitirá que las envolventes sean del tipo de propósito general. Las protecciones contra tensiones transitorias de tipo distinto a los descritos en este párrafo, se deben instalar en envolventes identificadas para lugares Clase I, División 1.

501-40 Circuitos derivados multiconductores. No se permitirán circuitos derivados multiconductores en los lugares Clase I, División 1.

Excepción: Cuando los dispositivos de desconexión del circuito abren simultáneamente todos los conductores de fase del circuito multiconductor.

501-115. Desconectores, interruptores automáticos, controladores de motores y fusibles

a) Clase I, División 1. En las áreas Clase I, División 1, los desconectores, interruptores automáticos, controladores de motores y los fusibles, incluyendo interruptores de botes, relevadores y dispositivos similares, deben estar en envoltentes y, en cada caso, el conjunto de la envoltente y los aparatos encerrados, deben estar aprobados como un ensamble completo para uso en áreas Clase I.

1) Tipo requerido. Los interruptores automáticos, controladores de motores e interruptores, destinados para interrumpir la corriente durante su funcionamiento normal, deben estar contenidos en envoltentes aprobadas para áreas Clase I, División 1, de acuerdo con lo indicado en (a) anterior, a menos que se instalen en envoltentes de uso general y aplique cualquiera de las siguientes condiciones:

(1) La interrupción de la corriente ocurra dentro de una cámara herméticamente sellada que evite la entrada de gases y vapores.

(2) Los contactos de cierre o apertura sean de uso general y estén sumergidos en aceite por lo menos 5 centímetros para los de potencia y 2.5 centímetros para los de control.

(3) La interrupción de corriente ocurra dentro de una cámara a prueba de explosión sellada de fábrica.

(4) El dispositivo sea de estado sólido y el control de interrupción no tenga contactos, donde la temperatura superficial no exceda 80 por ciento de la temperatura de ignición, en grados Celsius, del gas o vapor involucrado.

3) Fusibles. Los fusibles de cartucho o de tapón para la protección de motores, aparatos, lámparas como las que se indican en (b) (4) siguiente, pueden utilizarse si se colocan en envoltentes aprobadas para el área donde se instalen. También pueden utilizarse fusibles en envoltentes de

uso general, y son del tipo en el cual el elemento de operación se encuentra sumergido en aceite u otro líquido aprobado, o si el elemento de operación está encerrado en una cámara herméticamente sellada contra la entrada de gases y vapores o el fusible es del tipo limitador de corriente, relleno con arena y sin indicador.

4) *Fusibles internos en luminarias.* Como protección complementaria, dentro de las luminarias se permiten fusibles de cartucho aprobados.

501-130. *Luminarias.* Las luminarias deben cumplir con (a) o (b) siguientes:

a) *Clase I, División 1.* En las áreas Clase I, División 1, las luminarias deben cumplir con lo siguiente:

1) *Luminarias aprobadas.* Cada luminaria debe estar aprobada como un ensamble completo para áreas Clase I, División 1, y tener claramente marcada la potencia máxima de las lámparas, en watts, para las cuales están aprobadas. Las luminarias portátiles deben aprobarse específicamente como un ensamble completo para este uso.

2) *Daño físico.* Cada luminaria debe protegerse contra daño físico por medio de una guarda adecuada o por su propia ubicación.

3) *Luminarias colgantes.* Las luminarias colgantes deben suspenderse y alimentarse por medio de tramos de tubo conduit metálico tipo pesado o semipesado y las uniones roscadas deben llevar tornillos de fijación (prisioneros) u otros medios efectivos para impedir que se aflojen. Los tubos de longitud mayor que 30 centímetros deben fijarse de manera efectiva y permanente para impedir desplazamientos laterales con medios efectivos a no más de 30 centímetros por arriba del extremo inferior del tramo del tubo, o bien se les debe dar la flexibilidad necesaria por medio de un accesorio o conector flexible aprobado para áreas Clase I, División 1, colocado a no más de 30 centímetros del punto de sujeción a la caja o al accesorio de soporte.

4) *Soportes.* Las cajas, ensambles de cajas o accesorios utilizados para el soporte de luminarias deben estar aprobadas para áreas Clase I.

501-145. *Contactos y clavijas*, Clase I, Divisiones 1 y 2. Los contactos y clavijas deben ser de un tipo que provean la conexión al conductor de puesta a tierra de un cordón flexible y deben estar identificados para el área.

5.2.3 EQUIPO DE PROTECCIÓN

El mayor riesgo del biogás es principalmente su inflamabilidad y explosividad al combinarse con el oxígeno contenido en el aire. La mezcla es peligrosa con una concentración de metano entre 5 y 15%. El biogás está compuesto de CO₂ con efecto asfixiante (si O₂ < 18%), y H₂S tóxico (mortal si >50 mg/m³). Estos dos gases son más pesados que el aire lo que implica un riesgo de acumulación en zonas bajas de recintos cerrados (cámaras, pozos, etc.). El peligro de asfixia o toxicidad del biogás puede resolverse mediante ventilación natural, detectores de gas y procedimientos para entrar en lugares de riesgo (detector portátil, equipo autónomo de respiración, etc.). Por eso es importante mantener la ventilación natural del espacio destinado a la instalación, además se sugiere contar con equipo de protección adicional a la instalación como:

- ✓ Una vez terminado el digestor se debe instalar un cerco perimetral (por ejemplo de malla ciclónica, reja o paredes), para evitar que personal no autorizado o animales accedan al digestor. El cerco perimetral, deberá ser por lo menos de 2 metros de altura, y se colocaran letreros de aviso de restricción de acceso en puertas de entrada.
- ✓ Para el biodigestor, se deberá instalar equipos contra incendio, tipo A y en el caso de las áreas eléctricas, instalar equipo tipo C (NOM-002).
- ✓ El tubo de escape deberá ser canalizado hacia el exterior de la caseta, mediante una chimenea para evitar la inhalación de gases tóxicos por el personal que opere dentro de estas instalaciones.
- ✓ Es recomendable tener a la mano jabonadura para la detección de fugas
- ✓ Cuando se tenga que trabajar cerca del biodigestor, sus tuberías, o quemador, y con equipos que puedan producir una chispa, se deberá colocar el equipo a contraviento del área de trabajo y lo más alejado posible.
- ✓ Para cambiar los filtros de purificación del biogás, se recomienda emplear la mascarilla con respirador artificial, ya que uno de estos filtros elimina el ácido sulfhídrico, este es

altamente corrosivo por lo cual es indispensable ocupar guante de látex tipo uso rudo para evitar daños en la piel en caso que el depósito este fracturado,

Equipo de protección adicional: Overol, respirador contra gases y vapores, o en su caso mascarilla que evite el contacto directo con los gases; guantes para la operación del sistema, y calzado adecuado para la realización de las actividades concernientes a la operación y mantenimiento del biodigestor.

NOTA: En caso de Inhalación accidental de una alta concentración de biogás, se deberá suministrar atención médica de forma inmediata. Trasladar a la víctima a un área no contaminada para que inhale aire fresco; mantenerla caliente y en reposo. Si la víctima no respira, administrarle oxígeno suplementario o respiración artificial.

5.2.4 CÓDIGO DE COLORES Y SEÑALAMIENTOS NECESARIOS

Las tuberías de conducción de biogás y lodos residuales, deberán identificarse con el color de seguridad correspondiente dado por la Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008.- Colores y Señales de Seguridad e Higiene, e Identificación de riesgos por fluidos en tuberías.

Todas las tuberías de gas deben pintarse de color amarillo. Se deberá colocar una flecha que indique la dirección del flujo dentro de la tubería, de tal forma que sea visible desde cualquier punto de las zonas donde se encuentra toda la red de tuberías. El color de esta flecha deberá contrastar con el de la tubería con objeto de poder ser identificada con claridad. Se colocará en la tubería leyendas que identifiquen las características del fluido. (Como referencia, para el caso del biogás se colocaran leyendas alusivas a las propiedades en las que se encuentra el fluido, por ejemplo “TÓXICO”, “INFLAMABLE”, entre otros). La ubicación de tubería subterránea de gas será marcada con señales para prevenir accidentes o rupturas.

Tabla XXXIII Dimensiones mínimas de las bandas de identificación en relación al diámetro de la tubería

DIAMETRO EXTERIOR DE TUBO O CUBRIMIENTO	ANCHO MINIMO DE LA BANDA DE IDENTIFICACION
hasta 38	100
más de 38 hasta 51	200
más de 51 hasta 150	300
más de 150 hasta 250	600
más de 250	800

Los señalamientos deben estar en lugares visibles y deben advertir sobre el RIESGO DE ASFIXIA, NO FUMAR, PELIGRO DE EXPLOSIÓN, delimitar zonas de peligro. Al exterior debe advertirse del PELIGRO DE EXPLOSIÓN, MANEJO DE MATERIAL INFLAMABLE, delimitar la zona de riesgo.

Figura 15: Señalamientos mínimos que deben colocarse en la zona del digestor

PROHIBIDO FUMAR	CIGARRILLO ENCENDIDO	
PROHIBIDO GENERAR LLAMA ABIERTA E INTRODUCIR OBJETOS INCANDESCENTES	CERILLO ENCENDIDO	
PRECAUCION, SUSTANCIA TOXICA	CRANEO HUMANO DE FRENTE CON DOS HUESOS LARGOS CRUZADOS POR DETRAS	

<p>PRECAUCION, MATERIALES INFLAMABLES Y COMBUSTIBLES</p>	<p>IMAGEN DE FLAMA</p>	
<p>PRECAUCION, MATERIALES CON RIESGO DE EXPLOSION</p>	<p>UNA BOMBA EXPLOTANDO</p>	
<p>UBICACION DE UN EXTINTOR</p>	<p>SILUETA DE UN EXTINTOR CON FLECHA DIRECCIONAL OPCIONAL, EN EL SENTIDO REQUERIDO</p>	
<p>UBICACION DE RUTA DE EVACUACION</p>	<p>FLECHA INDICANDO EL SENTIDO REQUERIDO Y, EN SU CASO, EL NUMERO DE LA RUTA DE EVACUACION. OPCIONALMENTE PUEDE CONTENER EL TEXTO RUTA DE EVACUACION</p>	

5.3 MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL BIODIGESTOR

Se hará una inspección diaria de tuberías, válvulas y equipo de medición, para detectar a tiempo cualquier daño que presenten y en caso de haberlo, instrumentar las acciones necesarias para su inmediata reparación.

- ✓ Verificar que la tubería de conducción del biogás a las motobombas no presente fugas.

- ✓ Se debe verificar que las trampas de condensación de humedad no se hayan saturado.
- ✓ Se realizará periódicamente la extracción de los sedimentos acumulados en la parte baja del biodigestor para evitar el azolvamiento y la operación incorrecta.
- ✓ Limpieza de tuberías de entrada, una vez terminada la carga.
- ✓ Limpieza de tuberías de salida, una vez terminada la descarga.

5.4 MANTENIMIENTO CORRECTIVO DEL BIODIGESTOR

5.4.1 REPARACIONES AL BIODIGESTOR

Las reparaciones comunes al digestor, se deben a tuberías rotas, o con fuga en las uniones, en caso de fuga proceder como sigue:

- ✓ En caso de encontrar fuga en las tuberías de entrada o salida del efluente, sellar con silicón. O bien, retirar la tubería, limpiar perfectamente y volver a unir con pegamento
- ✓ El cambio de filtros, debe realizarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, para cambiarlos es necesario cerrar las válvulas precedentes y purgar una vez terminada la maniobra.
- ✓ El filtro de condensados debe vaciarse periódicamente, cuando se encuentre al 80% de su capacidad.
- ✓ En caso de encontrar fractura en uno de los reactores, ocupar el kit de reparación de Rotoplas y proceder como se indica, si el daño persiste, será necesario reemplazar el equipo.

5.4.2 REPARACIONES AL SISTEMA DE GAS

- ✓ En caso de detectar olor a huevo podrido, revisar la tubería hasta el punto donde se encuentra el filtro de adsorción, aislar la tubería afectada, cerrando las válvulas precedentes, y proceder a la reparación
- ✓ Si se detecta fuga de gas, después del filtro, cerrar las válvulas precedentes, dejar que se escape el gas remanente en la tubería, y proceder a la reparación.

- ✓ Tras realizar una reparación en la tubería, es necesario purgarla para evitar la filtración de aire al sistema de gas.
- ✓ En caso de no haber flujo de gas de uno de los tanques, revisar las válvulas y reemplazar la que esté dañada.
- ✓ Si el sistema no opera al arrancar las motobombas, revisar que las válvulas estén abiertas, y que el regulador de baja presión esté en posición de servicio. Si no hay flujo de gas, revisar donde se encuentra la obstrucción y de ser necesario reemplazar el accesorio.

5.4.3 REPARACIONES A LOS ACCESORIOS

Los accesorios, en la instalación, son válvulas, reguladores, manómetros, filtros, no se pueden reparar, en caso de daño, se requiere reemplazarlos por nuevos.

5.5 CUESTIONARIO

- I. Describa los criterios que se deben tomar en cuenta para ubicar el lugar donde se puede instalar un biodigestor.
- II. ¿Qué elementos componen la instalación de un biodigestor?
- III. Mencione tres cuidados esenciales durante la instalación del biodigestor.
- IV. ¿De qué color deben pintarse las tuberías de gas y qué leyenda se debe inscribir?
- V. ¿A qué distancia debe instalarse la toma de gas de los instrumentos de control eléctrico?
- VI. ¿Qué señalamientos son esenciales en una instalación de biogás y donde deben instalarse?
- VII. Describa tres acciones de mantenimiento preventivo
- VIII. ¿Con qué frecuencia se cambian los filtros de biogás?
- IX. Mencione 4 accesorios que no se deben reparar

SESION 6: PROGRAMAS DEL GDF QUE SE PUEDEN VINCULAR AL APROVECHAMIENTO DEL BIOABONO

Objetivo: Conocer los programas del GDF que pueden ser vinculados al empleo de los productos del biodigestor.

6.1 PROGRAMA DE AZOTEAS VERDES.

6.1.1 EN QUÉ CONSISTE.

Consiste en un sistema integral compuesto por varias capas de materiales diseñados para proteger al inmueble contra daños ocasionados principalmente por la exposición al sol y a las lluvias, y promover el crecimiento de vegetación aprovechando azoteas, terrazas y áreas abiertas generalmente poco utilizadas. Se instala reemplazando directamente cualquier acabado que se tenga sobre la losa; impermeabilizante, grava, teja, etc. Son una excelente opción para compensar la destrucción de áreas verdes propiciada por cada nuevo proyecto de construcción urbana.

La Secretaría del Medio Ambiente ha venido impulsando desde el año 2007 la creación de áreas verdes inducidas mediante el sistema para la naturación de azoteas. Con este sistema se crean azoteas verdes en edificaciones de tipos diversos generando beneficios ambientales y sociales, ayudándonos a construir un México más sustentable para todos.

La Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal a través de la Dirección de Reforestación Urbana, Parques y Ciclo vías ha realizado o colaborado en las siguientes azoteas verdes (SEDEMA, 2007):

1. En el 2007 se naturaron 2 226.56 m² de azotea en colaboración con el Sistema de Transporte Colectivo Metro. (CENDI para trabajadores del Sistema de Transporte Metro con una superficie naturada de 1 189.56 m² y la Glorieta del Metro Insurgentes del Sistema de Transporte Metro con una superficie naturada de 1 037.00 m²).
2. En el año 2008 se naturaron 6 752.15m² de azotea principalmente en edificaciones públicas pertenecientes al Gobierno del Distrito Federal. Los espacios naturados fueron:
 - ✓ Hospital de Especialidades Dr. Belisario Domínguez con una superficie naturada de 971.00 m².

- ✓ Escuela Preparatoria Iztacalco “Felipe Carrillo Puerto”, con una superficie naturada de 1 477.85 m².
 - ✓ Escuela Preparatoria Coyoacán “Ricardo Flores Magón” con una superficie naturada de 2 222.80 m².
 - ✓ Centro de Educación Ambiental “Yautlica” con una superficie naturada de 1 500.00 m².
 - ✓ El Museo de Historia Natural con una superficie naturada de 60.00 m².
3. Secundaria técnica N° 14” Cinco de Mayo” con una superficie naturada de 220.50 m². Durante el año 2009 se crean 3 183.50m² de naturación principalmente gracias a los resolutivos de impacto ambiental que indican la naturación como una de las medidas de mitigación por los impactos ambientales negativos de construcciones diversas. Los inmuebles en que se realizaron los trabajos:
- ✓ Plaza Central con una superficie naturada de 3 000.00 m².
 - ✓ SUPERAMA Horacio con una superficie naturada de 300.00 m².
 - ✓ Escuela Preparatoria Álvaro Obregón “General Lázaro Cárdenas del Río” con una superficie naturada de 183.50 m².
4. En el 2010 sólo se logró naturar el centro de Enseñanza Ambiental “Dr. Mario Molina” con una superficie de 140.00m².

6.1.2 VENTAJAS

La Secretaría del Medio Ambiente pretende contribuir y compensar la pérdida de áreas verdes que el proceso de construcción de edificaciones en la ciudad representa. De esta manera, inducir el aumento de áreas verdes urbanas tiene como principal objetivo brindar a los habitantes de la Ciudad de México además del embellecimiento paisajístico de las edificaciones, los beneficios ambientales que conlleva un área naturada.

6.1.3 DESVENTAJAS

El descuento no aplica a condominios, ya que, la superficie de azotea es menor a la superficie habitable del condominio.

6.1.4 CÓMO PARTICIPAR

Actualmente la Secretaría del Medio Ambiente en coordinación con la Secretaría de Finanzas, otorga un beneficio fiscal del 10% en la reducción del impuesto predial, a las personas físicas que acrediten ser propietarias de inmuebles destinados a uso habitacional y que instalen voluntariamente un sistema de naturación de azoteas o azotea. El sustento jurídico se encuentra contemplado en el Artículo 296 BIS fracción II, del Código Fiscal del Distrito Federal, el cual fue adicionado mediante reforma publicada en la Gaceta Oficial para el Distrito Federal el 30 de diciembre de 2011.

ARTÍCULO 296 BIS.- Las personas físicas que acrediten ser propietarias de inmuebles destinados a uso habitacional que se encuentren en cualquiera de los siguientes supuestos, tendrán derecho a la reducción del Impuesto Predial que se especifica en cada caso:

II. de 10% a los que realicen la naturación del techo de su vivienda, siempre y cuando el sistema de naturación ocupe una tercera parte del total de la superficie y cumpla con lo dispuesto en la Norma Ambiental 013 emitida por la Secretaría del Medio Ambiente.

La instalación de un sistema de naturación deberá observar los requisitos o especificaciones técnicas, condiciones, parámetros y criterios mínimos de calidad y seguridad, aplicables a los materiales y procedimientos constructivos que para tal efecto sean utilizados durante el proceso de planeación, instalación y mantenimiento de los sistemas de naturación de conformidad con lo que al efecto establece la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-013-RNAT -2007, publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 24 de diciembre de 2008.

6.1.5 BENEFICIOS

- ✓ Una azotea verde convierte un área no utilizada en un espacio disfrutable que promueve el confort y mejora la calidad de vida de las personas que lo disfrutan. Aumenta las áreas verdes en espacios que antes no podían aprovecharse. Protege la losa contra la radiación solar reduciendo el fenómeno "isla de calor", preserva la estructura de un inmueble,

funciona como aislante térmico y acústico, tiene la capacidad de filtrar grandes cantidades de aire.

- ✓ Las azoteas verdes permiten filtrar y captar el excedente de agua que no es utilizado por las plantas, y conducirlo hasta una cisterna o tanque de almacenamiento. El agua recuperada puede ser utilizada sin tratamiento adicional en sistemas sanitarios y de riego.
- ✓ Protección del inmueble contra el calor, la lluvia ácida y los rayos ultravioleta
- ✓ Supresión del efecto del reflejo de calor 'efecto isla térmica'
- ✓ Aislante térmico, ahorro de energía
- ✓ Reducción del uso de sistemas de aire acondicionado y/o calefacción
- ✓ Aislante acústico
- ✓ Control de lluvias torrenciales y granizo
- ✓ Captación y filtración de aguas pluviales
- ✓ Aire limpio y filtro de CO₂
- ✓ Retención de partículas suspendidas
- ✓ Restauración de hábitat, espacio protegido para plantas, aves y mariposas
- ✓ Salud y bienestar personal
- ✓ Incremento en el valor de la propiedad
- ✓ Ahorro en gastos de mantenimiento
- ✓ Descuento del 10% en el pago del impuesto predial

6.2 PROGRAMA DE AGRICULTURA SUSTENTABLE A PEQUEÑA ESCALA

6.2.1 EN QUÉ CONSISTE.

La Secretaría de Desarrollo Rural y Equidad para las Comunidades (SEDEREC), a través de la Subdirección de Proyectos Especiales y Vinculación Comercial (SPEYVC), en el Programa de Agricultura Sustentable A Pequeña Escala tiene como objetivo general: Implementar e impulsar las actividades agropecuarias sustentables a pequeña escala en donde participen de forma individual, grupos de trabajo, barrios y pueblos originarios, a través de productos de autoconsumo y venta de excedentes incluyendo acciones de formación, difusión, monitoreo y seguimiento de las actividades del programa para propiciar la participación social, su objetivo

específico “Impulsar la agricultura urbana a través de apoyos para la implementación de proyectos productivos a la población en general”, “Promover el mejoramiento de traspatios familiares mediante la implementación, impulso e integración, de proyectos productivos pecuarios de especies menores” y “Fomentar la reconversión productiva mediante el manejo orgánico y prácticas agroecológicas de la actividad agrícola”.

El programa está dirigido a las y los habitantes del Distrito Federal, preferentemente mujeres jefas de familia, madres solteras, jóvenes, adultos mayores, personas con discapacidad, grupos de trabajo comunitarios, barrios y pueblos originarios, grupos de vecinos, colonos, familias de escasos recursos, comunidades educativas, comunidades penitenciarias, indígenas, migrantes y sus familias en el Distrito Federal, que tengan interés en llevar a cabo proyectos en los Componentes: “Agricultura Urbana”, al menos 140 ayudas para el componente, con un monto máximo de hasta \$100,000.00 (cien mil pesos 00/100 M.N.); para el Componente “Mejoramiento de Traspacios” se proporcionaran al menos 300 ayudas con un monto máximo de hasta \$20,000.00 (veinte mil pesos 00/100 M.N.) y del Componente “Fomento a la Producción Orgánica” se apoyarán al menos 69 ayudas, con un monto máximo de hasta \$100,000.00 (cien mil pesos 00/100 M.N.).

El trámite de acceso al programa deberá realizarlo directamente la o el interesado, independientemente de su pertenencia a alguna organización social. No podrán acceder a los beneficios del Programa Social las y los servidores públicos que realicen funciones operativas dentro de los mismos, en los términos de la legislación aplicable.

Sólo se podrá ingresar una solicitud de acceso a un sólo programa de la SEDEREC. Si en el caso de selección de las solicitudes se observa que una misma persona haya ingresado su solicitud a más de un programa de la Secretaría, o que el proyecto sea para un mismo predio, se anularán todas ellas del proceso de selección y se le informará al solicitante o representante legal.

6.2.2 VENTAJAS

Producir tus propias hortalizas, plantas aromáticas y medicinales, además de ser muy satisfactorio, estarás consumiendo productos frescos y saludables.

6.2.3 DESVENTAJAS

Requiere disponer de espacio suficiente para la producción agrícola.

Solo se podrá acceder al programa si hay acuerdo de los residentes de los condominios participantes.

No se articula con otros programas sociales

6.2.4 CÓMO PARTICIPAR

Requisitos para personas en lo INDIVIDUAL para ayudas de agricultura urbana (SEDEREC GDF, 2014):

1. Presentar solicitud por escrito, disponible en la Ventanilla de acceso al Programa.
2. copias legibles y original para cotejo de su identificación oficial vigente (IFE, Pasaporte, Cédula Profesional, Licencia de Conducir, Documento Migratorio o identificaciones que de manera oficial entrega el Gobierno del Distrito Federal.
3. 2 copias legibles y original para cotejo de su comprobante de domicilio, con una vigencia de al menos tres meses. (Servicios o constancia de domicilio expedida por autoridad competente).
4. 2 copias legibles del Registro Federal de Contribuyentes (RFC) con homoclave expedido por el Servicio de Administración Tributaria.
5. 2 copias legibles de la Clave Única de Registro de Población (CURP).
6. Llenado de cédula de evaluación socioeconómica, debidamente requisitada, (disponible en la ventanilla correspondiente).
7. Carta, “Bajo protesta de decir verdad”, de que no tiene adeudos por ayudas otorgadas en otros ejercicios fiscales de los programas de la SEDEREC y que no recibe, ni recibirá o solicitará ayudas de otros programas de la Secretaría, durante el año 2014 (disponible en la ventanilla correspondiente).

8. Carta del solicitante en el cual manifieste su compromiso para brindar facilidades a las personas que la SEDEREC designe, para la supervisión de las actividades del proyecto (disponible en la ventanilla correspondiente).
9. Proyecto por escrito en original firmado y rubricado por la o el solicitante, acompañado por copia en disco compacto en formato PDF, en los términos establecidos en la convocatoria.
10. Acreditar ser propietarios o en su caso tener la posesión legal del bien inmueble en donde se llevará a cabo el proyecto productivo, comprobando mediante copia de la resolución presidencial relativa a bienes ejidales o comunales, escritura, contrato de compra-venta, donación; contrato de arrendamiento, comodato o carta de posesión emitida por autoridad competente; en estos tres últimos casos garantizar la disponibilidad del inmueble por al menos 3 años (copia legible para su verificación), acompañado por fotocopia de identificación oficial del dueño, en el caso de que las escrituras estén a nombre de dos o más personas se deberá entregar un documento de conformidad de llevar a cabo el proyecto en el espacio señalado por al menos 3 años, a favor del interesado, acompañado de copia de IFE cuando se trate de proyectos productivos. En caso de que se trate de la posesión de un terreno y este sea propuesto para más de un proyecto, se requerirá de una delimitación física y además de contar con el respectivo documento protocolizado por autoridad competente. En el caso de este componente el proyecto debe realizarse en el domicilio del solicitante y en cual este habitando actualmente.
11. Carta compromiso en la que manifiesten su decisión de proteger los recursos naturales y no cambiar el uso de suelo del terreno donde se llevará a cabo el proyecto realizar las actividades del proyecto y sólo adquirir los bienes y servicios que se autoricen, cuando se trate de proyectos productivos.
12. Carta de sesión orientadora donde el solicitante se compromete en asistir a las acciones relacionadas con el programa, cubriendo al menos el 75% de asistencias (disponible en la ventanilla correspondiente).
13. Para el caso de proyectos productivos en Unidades Habitacionales, copia y original del acta de asamblea de los integrantes del proyecto así como de los condóminos en la que

manifiesten su aprobación para llevar a cabo el proyecto en el lugar y tiempos establecidos, adjuntando copia de identificación oficial y comprobante de domicilio de cada asistente que tiene que ser el cincuenta por ciento más uno, avalado por la Procuraduría Social (PROSOC).

REQUISITOS PARA GRUPOS DE TRABAJO PARA AYUDAS DE AGRICULTURA URBANA:

El grupo deberá integrarse con un mínimo de 4 personas y deberá presentar copia y original para cotejo del Acta de Asamblea de la conformación del Grupo de Trabajo.

Los integrantes del grupo deberán presentar solicitud por escrito, disponible en la ventanilla de acceso al Programa.

1. 2 copias legibles y original para cotejo de su identificación oficial vigente de cada uno de las y los integrantes del grupo de trabajo (IFE, Pasaporte, Cédula Profesional, Licencia de Conducir, Documento Migratorio o identificaciones que de manera oficial entrega el Gobierno del Distrito Federal.
2. 2 copias legibles y original para cotejo de su comprobante del domicilio, con una vigencia de al menos tres meses de los integrantes del grupo de trabajo. (Servicios o constancia de domicilio expedida por autoridad competente).
3. 2 copias legibles del Registro Federal de Contribuyentes (RFC) con homoclave expedido por el Servicio de Administración Tributaria de la o el representante del grupo de trabajo.
4. 2 copias legibles de la Clave Única de Registro de Población (CURP) de la o el representante del grupo de trabajo.
5. Llenado de cédula de evaluación socioeconómica de cada integrante del grupo de trabajo, debidamente requisitada (disponible en la ventanilla de acceso al Programa).
6. Carta, "Bajo protesta de decir verdad", de cada integrante del grupo de trabajo, en la que manifiesten que no tiene adeudos por ayudas otorgadas en otros ejercicios fiscales de los Programas Sociales de SEDEREC y que no recibe, ni recibirá o solicitará ayudas de otros programas de esta Secretaría en el ejercicio 2014 (disponible en la ventanilla correspondiente).

7. Carta de cada integrante del grupo de trabajo en el cual manifiesten su compromiso para brindar facilidades a las personas que la SEDEREC designe, para la supervisión de las actividades del proyecto (disponible en la ventanilla correspondiente).
8. Acta de Asamblea original y copia de la conformación del grupo de trabajo en el cual se manifieste el acuerdo de llevar a cabo el proyecto y la designación de su representante avalada por el coordinador de enlace territorial u homologo.
9. Carta Compromiso en la que se establezca que cada uno de los integrantes, sólo forma parte de este grupo de trabajo para los efectos del programa, avalada por la autoridad competente (el coordinador de enlace territorial u homologo).
10. Proyecto por escrito en original firmado y rubricado por cada uno de las o los integrantes del grupo de trabajo, acompañado por copia en disco compacto en los términos establecidos en la convocatoria en formato PDF.
11. Carta compromiso de cada integrante del grupo de trabajo, en la que manifiesten su decisión de proteger los recursos naturales y no cambiar el uso de suelo del terreno donde se llevará a cabo el proyecto, realizar las actividades del proyecto y sólo adquirir los bienes y servicios que se autoricen, cuando se trate de proyectos productivos.
12. Acreditar ser propietarios o en su caso tener la posesión legal del bien inmueble en donde se llevará a cabo el proyecto productivo, comprobando mediante copia de la resolución presidencial relativa a bienes ejidales o comunales, escritura, contrato de compra-venta, donación; contrato de arrendamiento, comodato o carta de posesión emitida por autoridad competente; en estos tres últimos casos garantizar la disponibilidad del inmueble por al menos 3 años (original y copia para su verificación), acompañado por fotocopia de identificación oficial del dueño, cuando se trate de proyectos productivos.
13. Para el caso de proyectos productivos en Unidades Habitacionales, copia y original del acta de asamblea de los integrantes del proyecto así como de los condóminos en la que manifiesten su aprobación para llevar a cabo el proyecto en el lugar y tiempos establecidos, adjuntando identificación oficial y comprobante de domicilio de cada asistente que tiene que ser el cincuenta por ciento más uno, avalado por autoridad competente por la Procuraduría Social (PROSOC).

14. Carta compromiso de todos los integrantes del grupo mediante la cual aceptan participar obligatoriamente en sesión orientadora sobre las acciones relacionadas con el programa, cubriendo al menos el 75% de asistencias en por lo menos el 80% de los integrantes del grupo de trabajo (disponible en la ventanilla correspondiente).

6.2.5 BENEFICIOS

Participar en el Programa de Apoyos para el Fomento de Agricultura a Pequeña Escala, impulsado por la SEDEREC.

- Producción de hortalizas para autoconsumo
- Ingresos adicionales por la venta de excedentes.

6.3 CUESTIONARIO

- I. ¿En qué consiste el programa de azoteas verdes?
- II. ¿Cuáles son los beneficios del programa?
- III. ¿En qué consiste el Programa De Agricultura A Pequeña Escala?
- IV. ¿Qué requisitos se deben entregar para participar en el programa: mencione al menos 6?
- V. ¿Cuál es la secretaria que promueve estos programas?

TERCERA ETAPA, ADAPTACIÓN

El éxito del proyecto depende de esta etapa, ya que es en esta, donde los integrantes de la agrupación se convencen de las ventajas y beneficios del sistema. Tiene origen desde el momento de la puesta en operación. Requiere la colaboración del proyectista no sólo durante la instalación, también durante los 2 primeros meses acompañando a los beneficiarios durante las primeras cargas del biodigestor. A fin de comprobar que se realiza adecuadamente, que se respeta las normas de seguridad y que la capacitación fue efectiva. Después de los 2 primeros meses, es necesario realizar visitas periódicas durante un año, cada mes o 2 veces por mes según sea necesario a fin de verificar que los resultados van siendo visibles. Después del año, hay que

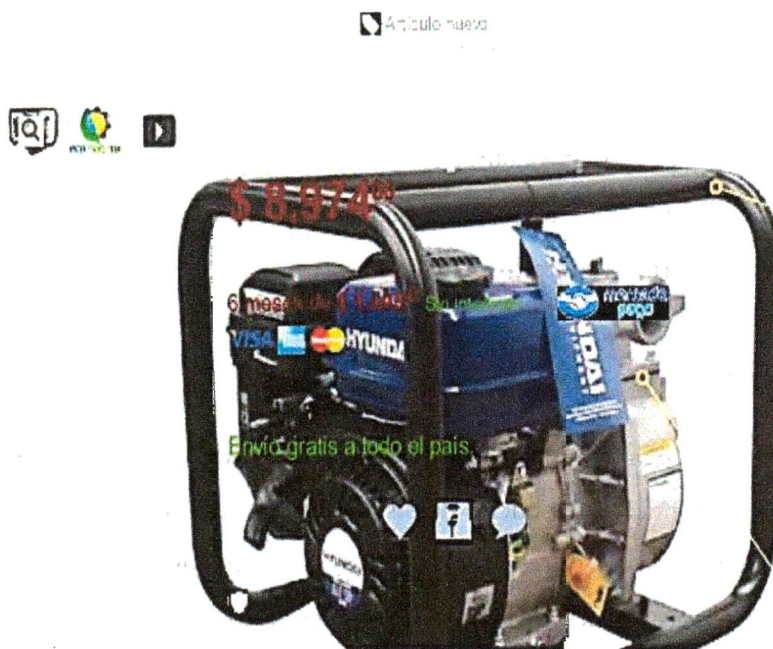
realizar visitas más espaciadas, cada 2 meses, 4 veces por año, 2 veces por año. Estas visitas contemplarán, actividades de asistencia técnica y mantenimiento.

Se recomienda, llevar una bitácora de las visitas, en la cual se describirán las actividades realizadas, las observaciones pertinentes y evaluar los resultados parciales del proyecto.

ANEXO VI CARACTERÍSTICAS DE LOS EQUIPOS SELECCIONADOS

Se presentan los datos técnicos de los equipos seleccionados para el desarrollo del sistema

Motobomba De Agua A Gasolina 4 X4 Hyundai 13.1 Hp Ecomaqmx





[See larger image](#)

lpg biogas conversion kit for gasoline generator

FOB Price:	US \$245 - 290 / Set Get Latest Price
Min Order Quantity:	100 Set/Sets
Supply Ability:	2000 Set/Sets per Month
Port:	shanghai
Payment Terms:	L/C,T/T,Western Union,MoneyGram,paypal

[Contact Supplier](#)

[Chat Now!](#)

Quick Details

Type:	Fuel Pressure Regulator	Size:	300x310x225mm	Car Make:	All petrol engines whose ...
OE NO.:	JL-LPG-K	Place of Origin:	SIC,Sichuan, China (Main...	Brand Name:	JLJD
Model Number:	LPG-AC300,09+AC300	Warranty:	1 Years		

Packaging & Delivery

Packaging Detail: lpg biogas conversion kit for gasoline generator can be packed according to customer's requirement

Delivery Detail: 7 days after finishing all payments

Specifications

lpg biogas conversion kit for gasoline generator

- 1.High Reliability & Adaplability
- 2.Low cost,
- 3.high quality
4. Delivery

Figura 17 Kit de conversión a biogás

2.Key Parts & Functions of lpg biogas conversion kit for gasoline generator

A. ECU Kits (AC300)

Electronic Control Unit, Harness, Water Temperature Sensor, Micro-switch, Map Sensor.

ECU Software: Mach Pro, support 11 languages. To setup on PC, for programming the gas ECU to match with your car's condition

It is one of the main components for the burning gas system, through collecting the fuel signal of the ECU control module which come from the original car, and integrate water temperature sensor signal, intake manifold pressure sensor, intake air temperature sensor, gas temperature sensor signal, gas pressure sensor signal, sensor crank shaft position sensor signal, then do the analysis processing, and send out the injunction to the burning gas mutual rail injection valve, when the engine stopped the gas system will be cut off automatically. It can further enhance the stability, security and rapid response, and other characteristics of the gas engine. Meet the requirements of the gas engine emission standards, such as EU2, EU3, and EU4 and over

B.LPG Injectors (3 cylinders, 4 cylinders, 6cylinder or 8 cylinders)

a. The gas injectors are electro-mechanical gas regulators that enable the quantity of gas fed to the combustion chamber to be controlled with great precision and rapidity. This means that combustion can be optimized, and therefore the exhaust pollutants reduced, increasing the yield of the engine, which means lower fuel consumption in all fields of operation.

b. The very fast injector response time(opening time 1.6ms, closing time 1.5ms) allows the engine control units to directly control all performance phases.

FENGHUO Biogas Fitting for Biogas Plant System



ZOOM

Promotion Price: US \$20.00 / Set

Wholesale Price: ~~US \$23.60~~ / Set

Mn. Order: 100 Sets

Shipping Cost: **US \$18090.00 to United States by Express EMS**

Escrow Payment: Accepted

Processing Period: Within 10 working days after payment.

Quantity: 100 Sets

Verify

?

[Anhui
Busine
Compi

O
status

Su
Open /

6€

Co
Produc

Figura 18 Kit de instalación de biogás

Quick Details

Place of Origin:	Anhui China (Mainland)	Brand Name:	FENGHUO	Model Number:	FH-BF-1-f
Type:	Biogas Fitting	Color:	Green	Application:	Biogas System
Suitable size:	family size	Material:	PE	Inlet Diameter:	8-10mm
Outlet Diameter:	8-10mm	Volume:	1L	N.W.:	1.0kg
Size:	110*75*280mm	Warranty:	5 years		

Specifications

1. FENGHUO Biogas Fitting
2. 30m PVC Soft Pipe
3. 1pc pressure gauge 16KPa
4. 1pc desulpharize 1KG
5. 5pcs Valve

1. The fittings for family size biogas system contain all the parts for biogas pipe transporting and biogas cleaning.
2. The fittings is composed of 30m pipe, 1pc pressure gauge, 1pc desulpharize ,5pcs valve,and numbers of pipe jointer etc.
3. Two sets of fittings are put in one box with the size 310×300×260mm
4. The weight of the fittings is 10kg/set

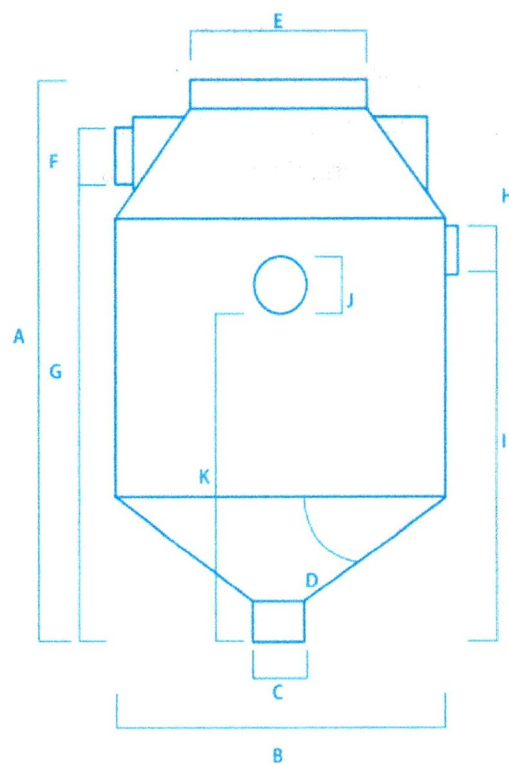
14. Especificaciones técnicas

Tabla 3. Biodigestor Autolimpiable.

Modelo de Biodigestor	RP-600	RP-1300	RP-3000	RP-7000
Capacidad	600 L	1 300 L	3 000 L	7 000 L
Altura máxima con tapa	1.60 m	1.95 m	2.15 m	2.65 m
Diámetro máximo	0.86 m	1.15 m	2 m	2.4 m
Número de usuarios (zona rural, aportación diaria 130 litros / usuario)	5	10	25	60
Número de usuarios (zona urbana, aportación diaria 260 litros / usuario)	2	5	10	23
Número de usuarios (ofcina, aportación diaria 30 litros / usuario)	20	43	100	233

Tabla 4. Dimensiones.

Tamaño Concepto	RP-600	RP-1300	RP-3000	RP-7000
A	1.60 m	1.90 m	2.10 m	2.60 m
B	0.86 m	1.15 m	2.00 m	2.50 m
C	0.25 m	0.25 m	0.25 m	0.25 m
D	45 grados	45 grados	45 grados	45 grados
E	18 °	18 °	18 °	18 °
F	4"	4"	4"	4"
G	1.33 m	1.64 m	1.83 m	2.38 m
H	2"	2"	2"	2"
I	1.27 m	1.54 m	1.68 m	2.27 m
J	2"	2"	2"	2"
K	1.15 m	1.39 m	1.48 m	1.87 m



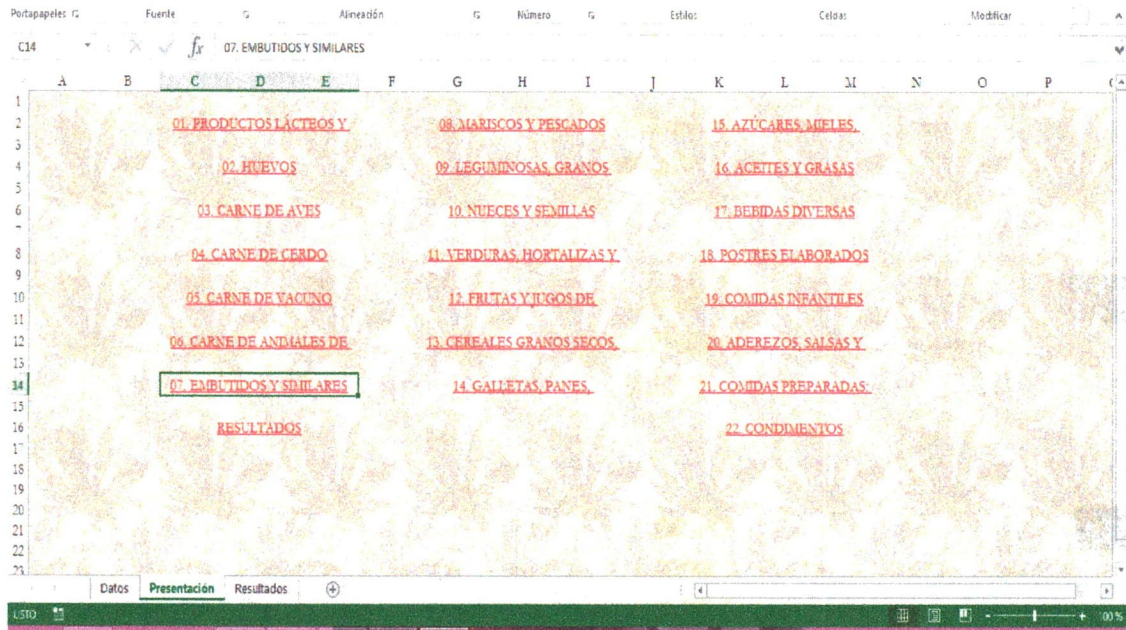
Dimensiones.

Figura 19 Biodigestor

ANEXO VII EJEMPLO DE APLICACIÓN DE LA CALCULADORA DE BIOMASA

Esta calculadora se construyó en base a los datos consultados en la Tabla de composición Química de los alimentos de la FAO. Esta calculadora, contempla el cálculo de la relación C/N para diversas biomásas, para la elección de la biomasa, se respetó la clasificación de la tabla original. Los resultados presentados por la calculadora, son: contenido de carbono, contenido de nitrógeno, relación C/N, Sólidos Totales, Sólidos volátiles, Cantidad de agua necesaria, y estimación de biogás mínima y máxima.

Ejemplo: Se elige 0.4kg de tocino de cerdo crudo 0.25kg de crema espesa, 0.750kg de longaniza de cerdo, 1kg de chayote y 2kg de aguacate, para calcular la relación C/N



I. PRODUCTOS LÁCTEOS Y SIMILARE		Cantidad	Sólidos totales	Sólidos Volátiles	Contenido de Carbono	Contenido de Nitrógeno	Fración Comestible	Fración No Comestible
Continuar	CREMA, ESPESA	kg 0.250	0.1037	0.1046	0.0753	0.0008	0.2500	0.0000
	01. PRODUCTOS LÁCTEOS Y SIMILARES	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	01. PRODUCTOS LÁCTEOS Y SIMILARES	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	01. PRODUCTOS LÁCTEOS Y SIMILARES	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	01. PRODUCTOS LÁCTEOS Y SIMILARES	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	01. PRODUCTOS LÁCTEOS Y SIMILARES	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	01. PRODUCTOS LÁCTEOS Y SIMILARES	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	01. PRODUCTOS LÁCTEOS Y SIMILARES	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	01. PRODUCTOS LÁCTEOS Y SIMILARES	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	Total	0.250	0.1037	0.1046	0.0753	0.0008	0.2500	0.0000
				Relación C/N		92.39		
				Agua Necesaria		0.80725		

04. CARNE DE CERDO		Cantidad	Sólidos totales	Sólidos Volátiles	Contenido de Carbono	Contenido de Nitrógeno	Fración Comestible	Fración No Comestible
Continuar	CERDO, TOCINO, CURADO, CRUDO	kg 0.400	0.2392	0.2292	0.1621	0.0074	0.4000	0.0000
	04. CARNE DE CERDO	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	04. CARNE DE CERDO	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	04. CARNE DE CERDO	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

07. EMBUTIDOS Y SIMILARES		Cantidad	Sólidos totales	Sólidos Volátiles	Contenido de Carbono	Contenido de Nitrógeno	Fración Comestible	Fración No Comestible
Continuar	LONGANIZA DE CERDO	kg 0.750	0.3990	0.3615	0.2549	0.0092	0.7500	0.0150
	07. EMBUTIDOS Y SIMILARES	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
	07. EMBUTIDOS Y SIMILARES	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

11. VERDURAS, HORTALIZAS Y OTROS		Cantidad	Sólidos totales	Sólidos Volátiles	Contenido de Carbono	Contenido de Nitrógeno	Fración Comestible	Fración No Comestible
Continuar	CHAYOTE/GUISQUIL/PATASTE, COCIDO	kg 1.000	0.0637	0.0619	0.0297	0.0010	1.0000	0.0000
	AGUACATE	kg 2.000	0.3334	0.3038	0.3180	0.0064	1.4800	0.5200
	11. VERDURAS, HORTALIZAS Y OTROS	kg	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

programa contafism - Excel

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA Otras DESARROLLADOR

Inicio sesión

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas

C20

Masa total (kg)	Contenido de Carbono (kg)	contenido de nitrógeno	Relacion C/N	Sólidos totales (kg)	Sólidos volátiles (kg)	Cantidad de Agua (L)	Biogas Estimado (m ³ min)	Biogas estimado (m ³ Max)
4.500	0.870	0.027	31.932	1.393	0.741	9.429	0.297	0.406

AGREGAR PARA C/N=20		
Heces de perro	1.504	Kg
O BIEN		
Desbroche de Pasto	1.016	Kg
O BIEN		
Hojas secas	No es Necesario	Kg

AGREGAR PARA C/N=25		
Heces de perro	0.982	Kg
O BIEN		
Desbroche de Pasto	0.363	Kg
O BIEN		
Hojas secas	No es	Kg

AGREGAR PARA C/N=30		
Heces de perro	0.122	Kg
O BIEN		
Desbroche de Pasto	0.073	Kg
O BIEN		
Hojas secas	No es	Kg

Datos Presentación Resultados

LISTO

Coordinación de Certificación y Registro

UACM
Universidad Autónoma
de la Ciudad de México

Nada Humano me es ajeno