



*Miguel Hernández*

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**

**Máster Universitario de Investigación en  
Gestión, Tratamiento y Valorización de Residuos Orgánicos**



**Sistemas de tratamiento de FORM en Gipuzkoa que  
posibilitan lograr un compost de calidad**



**Oxel Erostarbe Tubilla  
Curso académico 2014-2015**



*Miguel Hernández*

**ESCUELA POLITECNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**

**Máster Universitario de Investigación en  
Gestión, Tratamiento y Valorización de Residuos Orgánicos**



**Sistemas de tratamiento de FORM en Gipuzkoa que  
posibilitan lograr un compost de calidad**



**Vº Bº DIRECTOR**

**Natxo Irigoien**

**ALUMNO**

**Oxel Erostarbe**



## UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

Se autoriza a la alumna **D. Oxel Erostarbe Tubilla**, a realizar el Trabajo Fin de Máster titulado: “Sistemas de tratamiento de FORM en Guipuzkoa que posibilitan lograr un compost de calidad”, bajo la dirección de D. Natxo Irigoien y D. Julio Muro Erreguerena, debiendo cumplir las normas establecidas para la redacción del mismo que están a su disposición en la página Web específica del Master.

Orihuela, 4 de septiembre de 2015

La Directora del Máster Universitario de Investigación en Gestión, Tratamiento y Valoración de Residuos Orgánicos

Fdo.: Concepción Paredes Gil



TRIBUNAL	
FECHA:	
PRESIDENTE:	FIRMA:
VOCAL:	FIRMA:
VOCAL:	FIRMA:

## **AGRADECIMIENTOS**

Me gustaría aprovechar este espacio para mostrar mi más profundo agradecimiento a todas aquellas que de alguna manera forman parte de este trabajo.

En primer lugar quiero agradecer a D. Natxo Irigoien, director de este Trabajo Fin de Máster su ayuda.

A D. Joseba Sánchez por su implicación en la implantación del compostaje comunitario en Elgeta y por su ayuda en la aportación de datos sobre el compostaje doméstico y compostaje comunitario.

A todas las personas de Elgeta que apuestan por gestionar los residuos de sus hogares mediante el compostaje comunitario y el compostaje doméstico. Gracias a vosotros Elgeta es más sostenible.

El mejor residuo es el que no se genera. El mejor residuo orgánico es el que se convierte en compost, con un tratamiento adecuado, en el lugar que se generó.

## REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MASTER

### IDENTIFICACIONES

**Autor:** Oxel Erostarbe Tubilla.

**Título:** Sistemas de tratamiento de FORM en Gipuzkoa que posibilitan lograr un compost de calidad.

**Title:** FORM treatment systems in Gipuzkoa that enable achieving quality compost.

**Director/es del TFM:** Natxo Irigoien.

**Año:** 2015.

**Titulación:** Master Universitario de Investigación en Gestión, Tratamiento y Valorización de Residuos Organicos.

**Tipo de proyecto:** Trabajo Fin de Master (TFM)

**Palabras claves:** Compostaje, compost, Gipuzkoa, compostaje comunitario, compostaje doméstico, participación, FORM, fracción orgánica, recogida selectiva.

**Keywords:** Composting , compost , Gipuzkoa, community composting, home composting, participation, FORM, organic fraction, selective collection.

**Nº citas bibliográficas:** 23.

**Nº de planos:**

**Nº de tablas:** 19.

**Nº de figuras:** 5.

**Nº de anexos:**

## **RESUMEN**

Separar en origen la fracción orgánica de nuestros residuos y un tratamiento adecuado, garantiza la calidad del producto final. En la mayoría de los municipios de Gipuzkoa se están dando pasos en este sentido:

- Implantando en origen, sistemas de recogida selectiva de la materia orgánica, que se trata posteriormente en planta de compostaje.
- Apostando por gestionar en los mismos municipios, los restos orgánicos, mediante el compostaje doméstico o comunitario.

Se ha emprendido en Gipuzkoa, un camino sostenible, tanto desde el punto de vista ecológico, como del económico. El resultado del producto final es excelente, el compost es de alta calidad.

## **ABSTRACT**

Originally separate the organic fraction of our waste and proper treatment ensures the quality of the final product. In most of the municipalities of Gipuzkoa they are taking steps in this direction:

- Implementing at source, separate collection of organic matter, which is treatment later in composting plant.
- Betted to manage in the same municipalities, organic waste, using the home or community composting.

It has been undertaken in Gipuzkoa sustainable way, both from an ecological point of view, as the economic. The result of the final product is excellent, the compost is of high quality .

## Índice de contenidos.

1.- Introducción.....	11
2.- Objetivos. ....	12
3.- Gestión de los residuos en Gipuzkoa.....	12
4.- Tratamiento de FORM en Gipuzkoa.....	19
4.1.- Estrategia Institucional.....	19
4.2.- Implantación de la recogida selectiva. ....	20
4.3.- Gestión del FORM.....	24
4.3.1.- Gestión del FORM mediante plantas de compostaje.....	25
4.3.2.- Gestión del FORM mediante compostaje comunitario y auto compostaje.....	28
4.3.3.- Otras maneras de gestionar el FORM.....	31
5.- Análisis de resultados.....	32
5.1.- Criterios de calidad.....	34
5.2.- Proceso de compostaje.....	35
5.3.- Comparación de la calidad del compost obtenido mediante distintas formas de tratamiento.....	38
5.3.1.- Compost planta de compostaje Lapatx.....	38
5.3.2.- Compost obtenido mediante compostaje comunitario.....	39
5.3.3.- Compost obtenido auto compostaje.....	40
5.3.4.- Comparación parámetros.....	44
5.3.4.1.- Nitrógeno, Fosforo y Potasio oxido total.....	45
5.3.4.2.- Materia orgánica.....	46
5.3.4.3.- Ácidos húmicos.....	47
5.3.4.4.- Relación C/N.....	48
5.3.4.5.- Humedad. ....	48
5.3.4.6.- Conductividad eléctrica.....	49
5.3.4.7.- pH.....	49
5.3.4.8.- Granulometría.....	50
5.3.4.9.- Metales pesados.....	51
5.3.4.10.- Impropios.....	53
5.3.6.- Aspectos económicos.....	54
5.3.7.- Aspectos sociales.....	55

6.- Conclusiones.....	56
7.- Bibliografía.....	57

### Índice de tablas:

Tabla 1: Evolución de la recogida selectiva en Gipuzkoa. Fuente: GHK.....	15
Tabla 2: Relación de los municipios de Gipuzkoa indicando habitantes, resultados de recogida selectiva (%), sistema de recogida/tratamiento y la obligatoriedad o no se usar el sistema de recogida selectiva.....	22
Tabla 3: Evolución de las unidades de compost por 1.000 habitantes en los municipios de Gipuzkoa. Fuente: Argia aldizkaria.....	29
Tabla 4: Comparación de los parámetros habituales del compost de calidad con el compost obtenido en la Planta de Compostaje de Lapatx. Fuente: GHK.....	38
Tabla 5: Comparación de los parámetros habituales del compost de calidad con el compost obtenido en mediante compostaje comunitario en varios municipios de Gipuzkoa y diferenciando el sistema de recogida selectiva implantado. (Fuente: Joseba Sánchez) .....	39
Tabla 6: Comparación de los parámetros habituales del compost de calidad con el compost obtenido mediante compostaje doméstico. (Fuente: Diputación de Gipuzkoa y Laboratorio Agroambiental Fraisoro.....	40
Tabla 7: Agrupación de los resultados del muestreo d 38 compostadoras domésticas en Gipuzkoa realizado por el Laboratorio Agroambiental Fraisoro. Fuente: Diputación de Gipuzkoa.....	41
Tabla 8: Resultados del proyecto de compostaje doméstico realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y la Asociación Amigos de la Tierra. Fuente: Amigos de la Tierra.....	43
Tabla 9: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para los parámetros de Nitrógeno total (N), Nitrógeno total (%P205) y Potasio oxido total.....	46
Tabla 10: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para el parámetro Materia orgánica (g/l) .....	47



Tabla 11: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para el parámetro de Ácidos húmicos.....	47
Tabla 12: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para la relación C/N. ....	48
Tabla 13: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para el parámetro humedad...	49
Tabla 14: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para el parámetro de conductividad eléctrica.....	49
Tabla 15: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para el parámetro de ph.....	50
Tabla 16: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para el parámetro de granulometría.....	
Tabla 17: Categorías de compost teniendo en cuenta la concentración de metales pesados según el Real Decreto 506/2013.....	50
Tabla 18: Comparación de los metales pesados concentrados en el compost logrado mediante distintos sistemas de tratamiento de los residuos orgánicos.....	51
Tabla 19: Comparación de los metales pesados concentrados en el compost analizado en el estudio realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y la Asociación Amigos de la Tierra.....	53

### Índice de figuras:

Figura 1. Infraestructuras para la gestión de residuos hubicadas en Gipuzkoa. Fuente: Gipuzkoako Foru Aldundia.....	14
Figura 2: Nivel de reciclaje de los municipios de Gipuzkoa en junio de 2015. Fuente: GHK.....	15
Figura 3. Evolución de la recogida selectiva y la fracción rechazo en Gipuzkoa. Fuente: GHK.....	16

Figura 4. Evolución de la fracción orgánica en Gipuzkoa. Fuente: GHK.....17

Figura 5: Unidades de compost por 1.000 habitantes en los municipios de Gipuzkoa en 2014. Fuente: Argia astekaria.....18



## **1.- Introducción.**

El Plan Integral de Gestión de Residuos Urbanos de Gipuzkoa (PIGRUG) considera como prioritario el que aquellos residuos que tengan posibilidades y vocación preferente para su tratamiento biológico y su transformación en compost sean sometidos a este tipo de tratamiento dejando para el resto otras alternativas de tratamiento.

Para aquellos residuos cuya vocación sea la de ser tratados biológicamente para su transformación en compost, es fundamental la recogida selectiva tras su separación en origen. Si en alguna fracción de residuos está especialmente indicada la exigencia de su separación en origen y su recogida selectiva, ésta es la de aquellas que vayan a ser sometidas a operaciones de compostaje. Y esto es así ya que el aseguramiento de la calidad final del producto pasa, más que en ninguna otra fracción de residuos, por evitar su contaminación con sustancias que pueden arruinar la calidad del producto final y por lo tanto por evitar al máximo el contacto entre esta materia orgánica y otras fracciones potencialmente contaminantes.

Desde Europa se ha marcado el objetivo de que la recogida selectiva sea del 60% en 2016. La separación en origen de la fracción orgánica y su recogida selectiva necesita de una implicación social importante por lo que es necesario que las administraciones públicas apuesten por dar pasos en la concienciación de los ciudadanos ante la problemática de la gestión de los residuos y en buscar consensos para la implantación de sistemas de recogida selectiva con los que cumplir los objetivos sea posible.

Instrumentos en la prevención de residuos como el compostaje doméstico, donde cada familia puede gestionar los residuos (350 kg/año) generados en el hogar son alternativas efectivas y que están en auge en Gipuzkoa. Además de que el compost logrado es de una calidad sobresaliente.

## **2.- Objetivos.**

Los objetivos del presente trabajo son:

- 1.- Presentar los sistemas de tratamiento de la FORM de Gipuzkoa
- 2.- Evaluar la calidad de los compost obtenido en plantas de tratamiento.
- 3.- Evaluar la calidad del compost obtenido en el compostaje domestico y comunitario.

## **3.- Gestión de los residuos en Gipuzkoa.**

Gipuzkoa tiene una superficie de 1.909 km<sup>2</sup>, y según el censo de 2014, tiene 732.678 habitantes. Hace frontera con Bizkaia al oeste; con Araba al sudoeste; con Nafarroa al este, y con Lapurdi al noreste. El 24 de mayo de 2007 la Diputación Foral de Gipuzkoa y las Mancomunidades de Debagoiena, Debabarrena, San Marcos, Sasieta, Urola Erdia, Urola Kosta y Tolosaldea constituyen El Consorcio de Residuos de Gipuzkoa con el objeto de llevar a cabo la gestión “en alta” de los residuos urbanos en el ámbito de los entes consorciados. La relevancia del servicio a prestar aconsejaba que la sociedad fuese un instrumento para la gestión directa del servicio del Consorcio, por lo que se establece que el 100% de su capital social fuera de titularidad pública del Consorcio. Por consiguiente, en febrero de 2008 la Asamblea General del Consorcio de Residuos de Gipuzkoa aprobó definitivamente la constitución de una Sociedad Anónima Unipersonal denominada Gipuzkoako Hondakinen Kudeaketa S.A.U. La función principal de GHK es llevar a cabo la gestión “en alta” de los residuos urbanos dentro de su ámbito territorial, entendiendo por tal el conjunto de servicios a las mancomunidades y la creación y explotación de las infraestructuras necesarias. La gestión en alta de todos los residuos urbanos de Gipuzkoa, corresponde a GHK desde el 17 de julio de 2009. La gestión “en alta” se refiere a la gestión de los residuos una vez que las mancomunidades han depositado los residuos en las Estaciones de Transferencia para su transporte a las plantas de tratamiento final, en contraposición de la gestión “en baja”, o recogida barrio a barrio y pueblo a pueblo, de la que se hace cargo cada municipio o mancomunidad.

El conjunto de servicios que el Consorcio de Residuos de Gipuzkoa proporciona a las mancomunidades a través de su sociedad mercantil GHK (Gipuzkoako Hondakinen Kudeaketa) comprende:

- El diseño, construcción y gestión de cuantas infraestructuras sean necesarias para la gestión de los residuos.
- El transporte de los residuos urbanos desde las Estaciones de Transferencia (ET) a las plantas de tratamiento final.
- El tratamiento de los residuos y rechazos previo a su destino final.
- La planificación y ejecución de campañas de prevención y concienciación ciudadana.

El Consorcio de Residuos de Gipuzkoa se formula como organización administrativa para dar la mejor respuesta a las necesidades de gestión de residuos urbanos de las entidades mancomunadas, cuyos objetivos se recogen en el “Convenio de Colaboración para la definición del futuro de la gestión de los residuos urbanos de Gipuzkoa” y cuyos puntos destacados son:

- Lograr que la gestión de los residuos urbanos proporcione a los ciudadanos un servicio de calidad y coste lo más homogéneo posible en todo el territorio histórico y con los máximos niveles de protección ambiental, que permitan el cumplimiento de la normativa vigente y los principios de desarrollo sostenible.
- Construir un sistema que dé satisfacción al conjunto de los ciudadanos dentro de los principios de responsabilidad y sostenibilidad a corto, medio y largo plazo”.
- Adoptar una gestión sostenible de residuos mediante la aplicación de la jerarquía de opciones, en la que la prevención de generación de residuos es el objetivo prioritario, seguido de la reutilización (incluido el reciclaje y compostaje), el aprovechamiento energético de los materiales y el vertido de la fracción no valorizable.

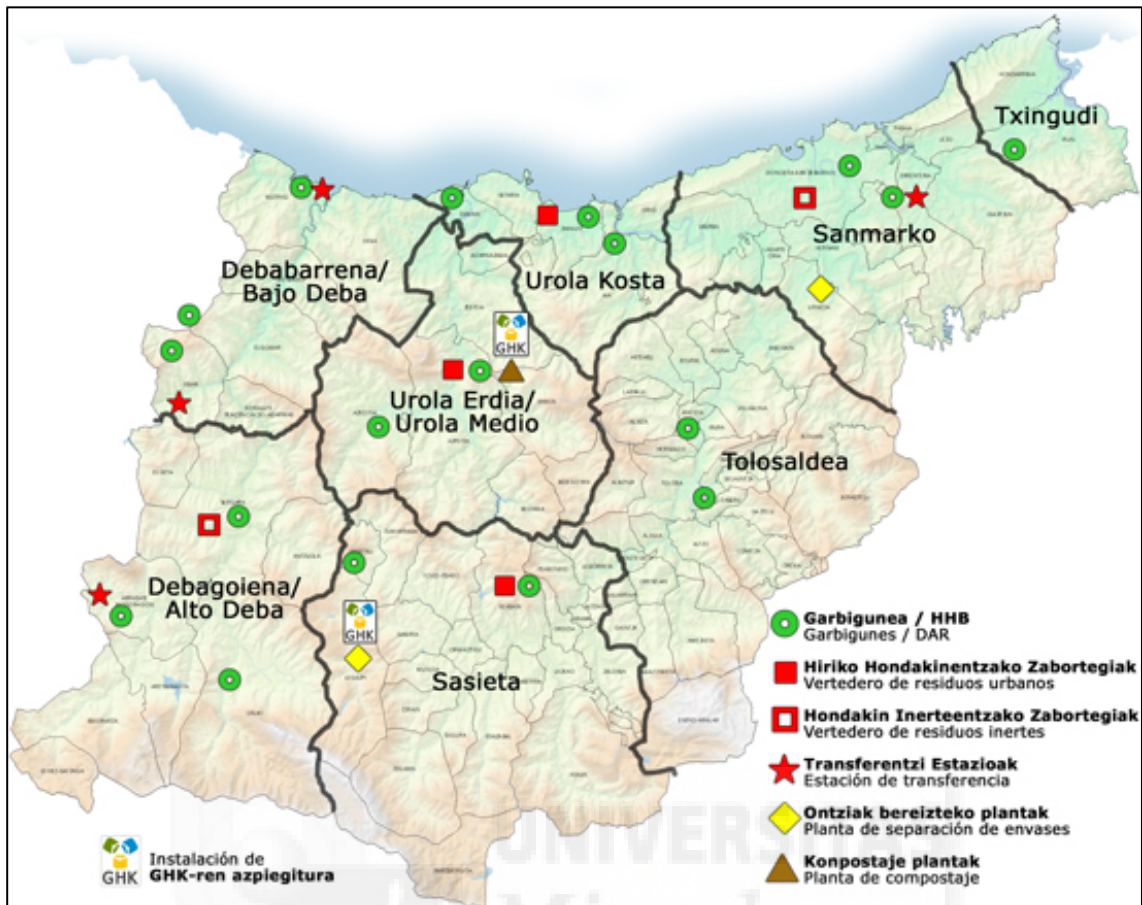


Figura 1. Infraestructuras para la gestión de residuos ubicadas en Gipuzkoa. (Fuente: Gipuzkoako Foru Aldundia, 2015)

La tasa de reciclaje se ha ido incrementando paulatinamente a partir de 2008, registrando un incremento anual de aproximadamente un punto porcentual. Sin embargo, desde 2011 hasta finales de 2014, el reciclaje ha conocido un aumento espectacular del 11,6%. Es decir, del 31,7% de reciclaje que teníamos en 2011, hemos pasado, en solo cuatro años, al 43,4% de finales de 2014. Pero eso no es todo. Mancomunidades como Debagoiena, Sasieta y Tolosaldea a principios de 2015 ya habían superado la barrera del 60%, mientras que el territorio de Gipuzkoa en su conjunto, se sitúa alrededor del 50%. Sin duda alguna, todo esto es reflejo de la concienciación a favor del reciclaje que está predominando entre los habitantes de Gipuzkoa. En el siguiente cuadro podemos observar la evolución de la recogida selectiva en Gipuzkoa.

Tabla 1: Evolución de la recogida selectiva en Gipuzkoa. (Fuente: GHK, 2015)

GIPUZKOA		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Biztanle kop. / nº habitantes		718.524	723.087	724.641	727.069	729.573	731.277	732.678
Organikoa Residuo Orgánico	Guztira / Total (Kg)	382.670	1.875.897	3.997.215	5.938.315	8.043.110	14.169.699	25.360.506
	Biztanleko / Por hab (Kg)	0,5	2,6	5,5	8,2	11,0	19,4	34,6
Errefusa Rechazo	Guztira / Total (Kg)	247.066.165	238.115.031	231.366.415	225.664.469	209.715.408	191.184.650	172.133.938
	Biztanleko / Por hab (Kg)	343,9	329,3	319,3	310,4	287,4	261,4	234,9
Papera-kartoia Papel-cartón	Guztira / Total (Kg)	43.466.621	39.299.481	40.313.389	39.192.998	36.859.865	36.407.652	37.266.748
	Biztanleko / Por hab (Kg)	60,5	54,3	55,6	53,9	50,5	49,8	50,9
Ontziak arinak Envases ligeros	Guztira / Total (Kg)	9.533.218	10.374.276	11.137.000	11.958.368	12.277.590	13.693.707	16.082.830
	Biztanleko / Por hab (Kg)	13,3	14,3	15,4	16,4	16,8	18,7	22,0
Beira Vidrio	Guztira / Total (Kg)	22.584.146	23.112.659	23.078.660	23.066.836	23.724.629	24.177.289	25.073.990
	Biztanleko / Por hab (Kg)	31,4	32,0	31,8	31,7	32,5	33,1	34,2
Garbiguneak + beste Puntos limpios	Guztira / Total (Kg)	23.682.666	23.087.512	23.332.506	24.423.390	28.268.406	31.099.249	27.817.437
	Biztanleko / Por hab (Kg)	33,0	31,9	32,2	33,6	38,7	42,5	38,0
Urtean sortutako hondakin kopura pertsonako (kg) Cantidad de residuos generados por persona y año (kg)		482,5	464,5	459,8	454,2	437,1	424,9	414,6
Urtean sortutako ERREFUSA pertsonako (kg) RECHAZO generado por persona y año (kg)		343,9	329,3	319,3	310,4	287,4	261,4	234,9
Urtean GAIKA BILDUTAKO hondakinak pertsonako (kg) Residuos RECOGIDOS SELECTIVAMENTE por persona y año (kg)		138,7	135,2	140,6	143,8	149,6	163,5	179,6
ERREFUS TASA Tasa de rechazo		71,3%	70,9%	69,4%	68,3%	65,8%	61,5%	56,6%
GAIKAKO BILKETA TASA Tasa de Recogida selectiva		28,7%	29,1%	30,6%	31,7%	34,2%	38,5%	43,4%

En el siguiente mapa podemos observar la tasa de reciclaje de los municipios de Gipuzkoa.

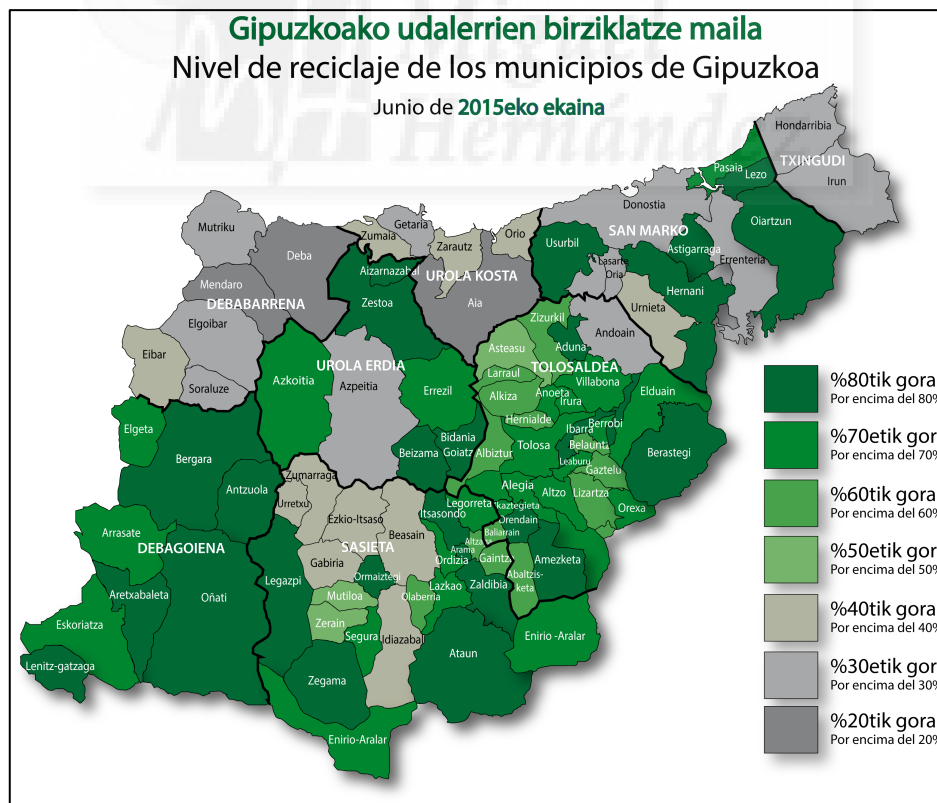


Figura 2: Nivel de reciclaje de los municipios de Gipuzkoa en junio de 2015. (Fuente: GHK, 2015)

Los habitantes de Gipuzkoa están dando pasos firmes a favor del reciclaje. La recogida selectiva es inversamente proporcional a la generación de rechazo, es decir, a medida que la primera se incrementa, la segunda sufrirá un decremento en la misma proporción. Al contrario, la recogida selectiva y el reciclaje son directamente proporcionales. Por ello, el reciclaje necesita de la recogida selectiva, y aquí, la implementación de sistemas efectivos es la clave para alcanzar las cotas que nos reclama Europa. La evolución de la recogida selectiva y el de la fracción rechazo la podemos observar en el siguiente gráfico.

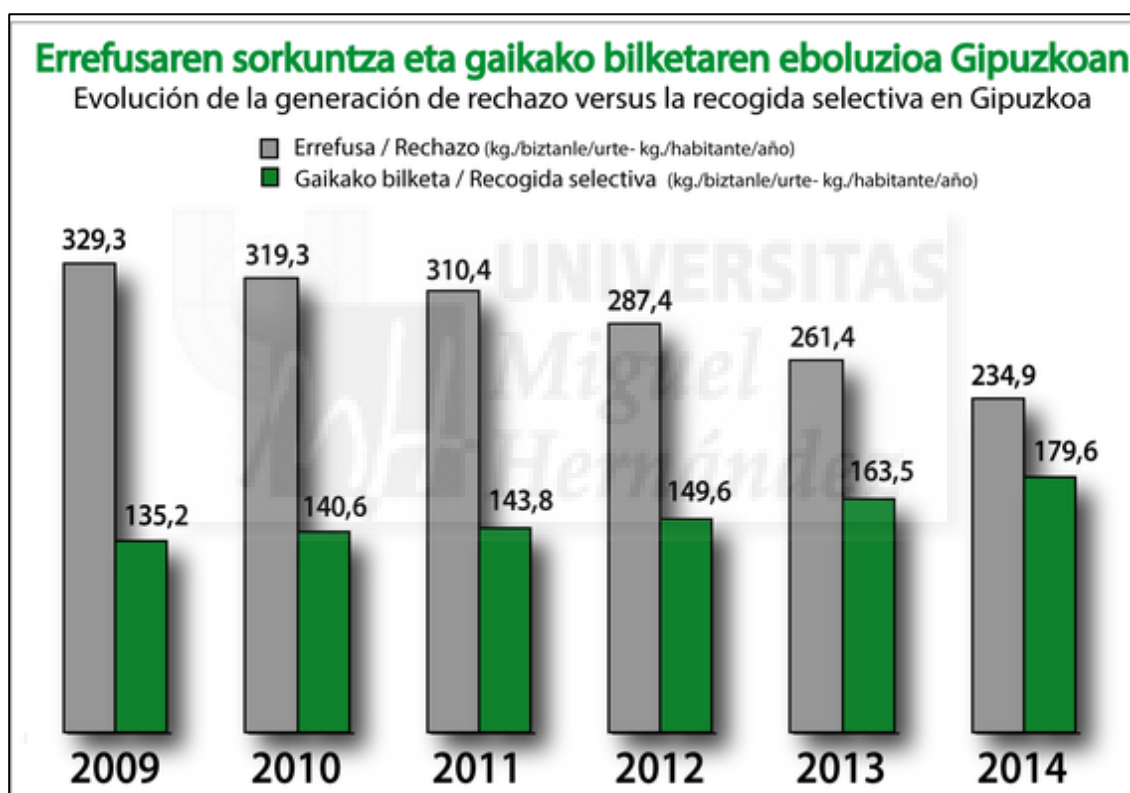


Figura 3. Evolución de la recogida selectiva y la fracción rechazo en Gipuzkoa. (Fuente: GHK, 2015)

Como podemos observar en el siguiente gráfico la recogida de la materia orgánica ha experimentado un incremento increíble en estos años. Si en 2008 se recogieron apenas 362 toneladas de bio-residuo, a partir de ese año se fue dando un incremento escalonado de su recogida. Sin embargo, es a partir de 2011 cuando se comienza a apreciar un incremento casi exponencial en la



recogida de este residuo, que una vez tratado en las plantas de compostaje, se convierte en compost de primera calidad. El año pasado, sin ir más lejos, se ha recogido un 78% más que el año anterior, llegando a la cifra de 25.360 toneladas.

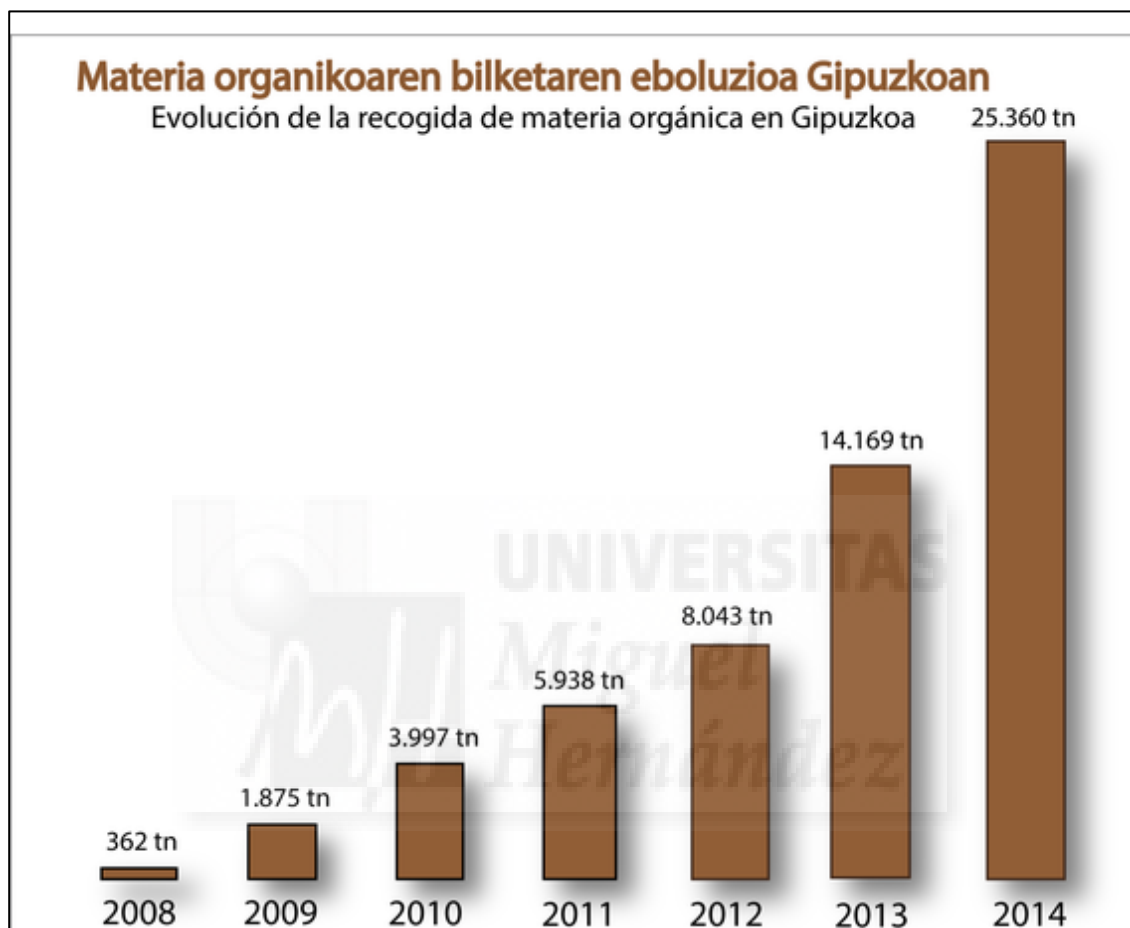


Figura 4. Evolución de la fracción orgánica en Gipuzkoa. (Fuente: GHK, 2015)

Para tratar la materia orgánica en junio de 2008 se puso en marcha la planta de compostaje de Lapatz, con el objetivo de compostar la materia orgánica de los hogares de los municipios de Gipuzkoa, así como los restos orgánicos provenientes de los productores de alimentos. Aunque en una primera fase se realizaba compost únicamente con residuos crudos de origen vegetal, más adelante se incorporó la tecnología para aceptar residuos orgánicos cocinados. La capacidad de tratamiento de la Planta de Compostaje de Lapatz asciende a 3.500 toneladas anuales por lo que durante unos meses una parte del biorresiduo generado en los hogares de Gipuzkoa se ha tenido que tratar en

plantas de compostaje de provincias cercanas. Antes de que finalice 2015 estará en funcionamiento la Planta de Compostaje de Epele, que tendrá capacidad para transformar en compost 9.000 toneladas anuales de bio-residuos.

Hay que mencionar también la evolución que durante los últimos años ha tenido el auto compostaje y el compostaje comunitario en los municipios de Gipuzkoa. En el siguiente mapa podemos observar el resumen del trabajo que realizado la Asociación Aztiker donde recogio las unidades de compostaje por mil habitantes de los municipios de Gipuzkoa. La media de las unidades de compostaje en Gipuzkoa es de 21,8 por mil. En Gipuzkoa hay 12.000 familias que gestionan sus residuos organicos mediante el auto compostaje o el compostaje comunitario.

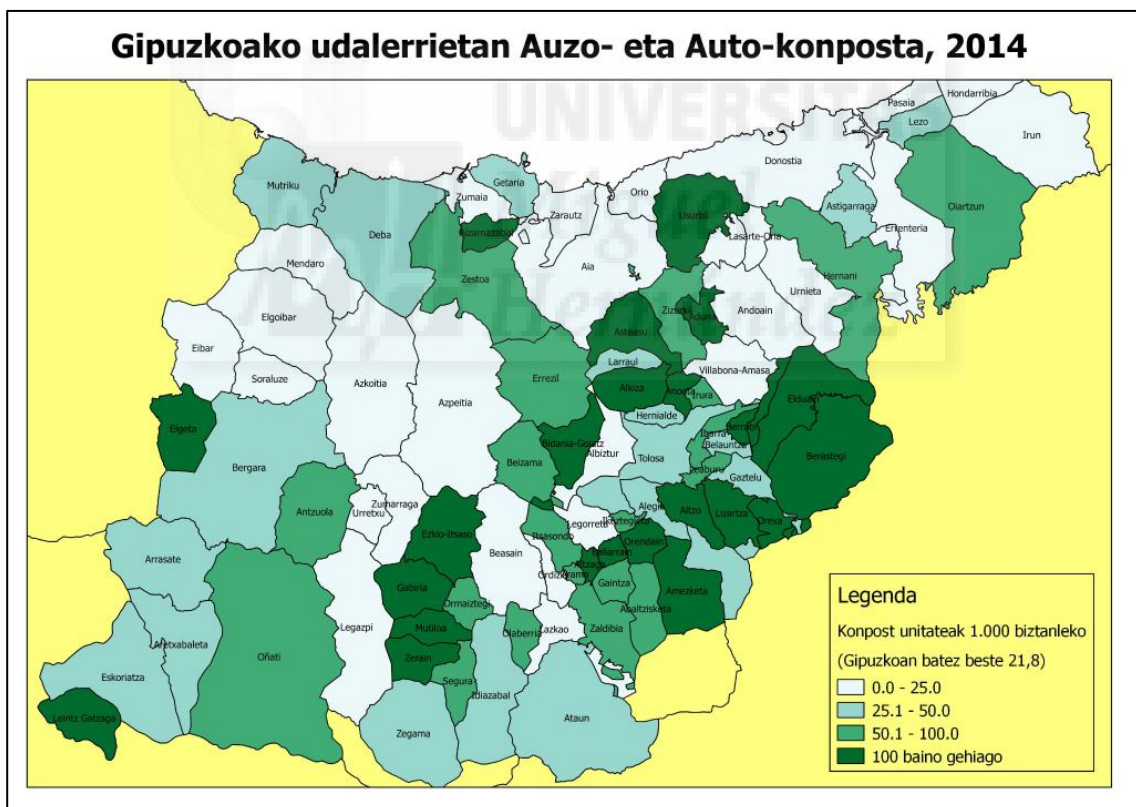


Figura 5: Unidades de compost por 1.000 habitantes en los municipios de Gipuzkoa en 2014. (Fuente: Argia astekaria, 2015)

## **4.- Tratamiento de FORM en Gipuzkoa.**

### **4.1.- Estrategia Institucional.**

En 2012 la Diputación Foral de Gipuzkoa presentó la Estrategia de Desarrollo del Documento de Progreso 2008-2016 –EDDdP 2008+4– que actualiza tanto el Plan Integral de Gestión de Residuos Urbanos de Gipuzkoa (PIGRUG) aprobado en 2002 como el Documento de Progreso 2008+4 (DdP) que lo desarrollaba. La actual EDDdP 2008+4 asume los siguientes conceptos:

- Políticas de prevención activas que permitan reducir la generación de residuos en, al menos, un 1% anual.
- Recogida selectiva que alcance en 2016 el 60% y el 2020 el 75% en todos los municipios y mancomunidades de Gipuzkoa.
- Minimización de la fracción resto.
- Garantía del tratamiento del 100% de los residuos, con la máxima recuperación material.
- Tratamiento descentralizado y de proximidad.
- Flexibilidad de las instalaciones de tratamiento para garantizar la capacidad de tratamiento de todas las fracciones sin que represente un factor limitante en la estrategia de prevención y recogida selectiva.
- Cierre de los vertederos actuales y cambio de concepto de depósito, apostando por la recuperación de espacios degradados con material estabilizado en balas y evitando, así, abrir nuevos vertederos.

Con la nueva estrategia la administración de Gipuzkoa se propone el objetivo de situar la gestión de los residuos urbanos de este territorio al nivel de las experiencias más avanzadas de Europa, dando así cumplimiento a los deseos de las personas de Gipuzkoa que desean un modelo de desarrollo sostenible y a la implementación de las directivas europeas.

La nueva estrategia prevee la implantación de la recogida selectiva de la materia orgánica en todos los municipios de Gipuzkoa “ Los resultados de recogida selectiva se encuentran actualmente en un 32% sobre el total de residuos urbanos generados. Los objetivos de recogida selectiva para 2016

son del 60% y del 75% para 2020, llegando a los niveles de la mayor parte de países europeos. Esto implica la implantación de la recogida selectiva de la MOC en todos los municipios de Gipuzkoa, que no opten por el autocompostaje o el compostaje comunitario como vía de gestión, y la mejora de la eficiencia de la recogida de las fracciones ya implantadas, sobre todo de los envases ligeros.”.

En base al escenario dibujado y teniendo en cuenta las previsiones de generación adaptadas al crecimiento demográfico y situación económica, junto a un progreso continuado en las tasas de recogida selectiva, tal y como es preceptivo según las directivas europeas, se plantea la ejecución de infraestructuras para tratar la fracción orgánica, los envases ligeros, la fracción resto y la eliminación de los residuos secundarios. En cuanto a las plantas del tratamiento del MOC se plantea la construcción de una planta de compostaje preparadas para trabajar con MOC proveniente de la recogida selectiva con bajo nivel de impropios y los criterios que se han seguido para diseñar la ubicación y las plantas de tratamiento de la MOC han sido criterios de proximidad, descentralización, flexibilidad, simplicidad y control de calidad tanto del proceso como del producto. Por lo tanto la Estrategia de Desarrollo del Documento de Progreso 2008-2016 especifica que la recogida de la fracción orgánica se realizará separada en origen en todos los municipios de Gipuzkoa y esto posibilitara la gestión de estos residuos mediante plantas de compostaje de pequeñas dimensiones. También recoge la estrategia la implantación del compostaje comunitario y el auto compostaje en los municipios de Gipuzkoa.

#### **4.2.- Implantación de la recogida selectiva.**

La recogida selectiva en origen y su recogida selectiva constituyen la forma más efectiva de maximización de la valorización material. Es básico, para maximizar la eficiencia y mejorar los resultados, plantear sistemas de recogida que responsabilicen al generador, tanto al doméstico, como al comercio, la industria y las administraciones asimilables.

El sistema de recogida selectiva implantado es, en gran parte, el factor que marca los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos. Teniendo en cuenta,

que los residuos no reciclables de la bolsa tipo, no superan el 10%, sobre el total, es obvio que el sistema más eficiente de valorización pasa por una correcta separación en origen. Ninguna tecnología es capaz de mejorar la eficiencia de una recogida selectiva óptima por lo que la mayoría de los municipios de Gipuzkoa están implantando diferentes modelos de recogida selectiva en el que además de las 4 fracciones clásicas, se recoge la MOC de origen domiciliario.

Durante los últimos años, muchos de los municipios de Gipuzkoa han implantado sistemas de recogida de los residuos urbanos de origen domiciliarios con alto grado de corresponsabilización del generador. Es decir, se esta apuntando hacia la implantación de sistemas obligatorios de responsabilización del generador que maximicen la recogida selectiva y la calidad de las fracciones recogidas. Los sistemas implantados son:

- Sistemas de recogida puerta a puerta.
- Sistemas con identificación personalizada en contenedores.
- Sistemas de recogida selectiva junto a compostaje comunitario y autocompostaje.
- Sistemas sin identificación personalizada en contenedores.
- Compostaje.

En el siguiente cuadro podemos observar el porcentaje de recogida selectiva que lograron los municipios de Gipuzkoa en el 2014, que sistema de recogida o tratamiento (compostaje) tienen implantado para el FORM, si el sistema implantado es voluntario o obligatorio para los ciudadanos de cada municipio. En los sistemas de recogida que se desarrollan mediante contenedores esta especificado si son con identificación (tarjeta con chip) o son sin identificar (llave).

Tabla 2: Relación de los municipios de Gipuzkoa indicando habitantes, resultados de recogida selectiva (%), sistema de recogida/tratamiento y la obligatoriedad o no se usar el sistema de recogida selectiva. (2015)

Municipios	Habitantes	Recogida Selectiva (%)	Sistema recogida/tratamiento FORM	Modo
<b>Sanmarko</b>		<b>40</b>		
Donostia	183.090	33	Contenedor con identificación	Voluntario
Astigarraga	4.386	84	Puerta a puerta	Obligatorio
Errenteria	38.336	32	Contenedor con identificación. Inicio 2015	Voluntario
Lezo	5.966	84	Puerta a puerta	Obligatorio
Oiartzun	9.806	77	Puerta a puerta	Obligatorio
Hernani	19.119	79	Puerta a puerta	Obligatorio
Urneta	5.998	43	Contenedor sin identificación.	Voluntario
Usurbil	5.718	84	Puerta a puerta	Obligatorio
Lasarte-Oria	17.592	34	No se recoge la fracción orgánica por separado	
Pasaia	16.091	57	Puerta a puerta	Obligatorio
<b>Txingudi</b>		<b>39</b>		
Irun	60.416		Contenedor sin identificación	Voluntario
Hondarribi	16.226		Contenedor sin identificación	Voluntario
<b>Urola-Kosta</b>		<b>43</b>		
Zarautz	22.315	41	Contenedor sin identificación	Voluntario
Zumaia	8.976	46	Contenedor sin identificación	Voluntario
Getaria	2.527	33	Contenedor sin identificación	Voluntario
Orio	4.839	39	Contenedor sin identificación	Voluntario
Aia	1.829	40	Contenedor sin identificación	Voluntario
<b>Urola-Erdia</b>		<b>44</b>		
Azpeitia	14.054	36	Contenedor sin identificación	Voluntario
Azkoitia	10.787	55	Contenedor con identificación	Obligatorio
Zestoa	3.410	47	Contenedor sin identificación	Voluntario
Aizarnazabal	638	51	Compostaje	Obligatorio
Beizama	182	31	Compostaje	Obligatorio
Bidania	483	34	Compostaje	Obligatorio
Errezil	633	32	Compostaje	Obligatorio
<b>Debagoiena</b>		<b>59</b>		
Antzuola	2.121	82	Puerta a puerta	Obligatorio
Aretxabaleta	6.559	59	Puerta a puerta	Obligatorio
Arrasate	22.116	38	Contenedor con identificación. Inicio 2015. Obligatorio. (%77,7)	
Bergara	14.823	79	Puerta a puerta	Obligatorio
Elgeta	1.051	40	Contenedor con identificación + compostaje. Inicio 2015. Obligatorio. (%84,7)	
Eskoriatza	3.958	64	Puerta a puerta	Obligatorio

Gatzaga	250	91	Compostaje comunitario	Obligatorio
Oñati	10.756	80	Puerta a puerta	Obligatorio
<b>Debabarrena</b>		<b>35</b>		
Eibar	27.404	41	Contenedor con identificación	Voluntario
Elgoibar	10.893	37	Contenedor con identificación	Voluntario
Deba	5.367	23	No hay recogida. 2015 se implantara Contenedor con identificación	
Mutriku	4.913	31	No hay recogida. 2015 se implantara Contenedor con identificación	
Mendaro	1.720	23	Contenedor con identificación	Voluntario
Soraluze	4.062	36	Contenedor con identificación	Voluntario
Ermua		36	Contenedor con identificación	Voluntario
Mallabia		12	Compostaje	Voluntario
<b>Sasieta</b>		<b>58</b>		
Zumarraga	10.059	38	Contenedor sin identificación	Voluntario
Legazpi	8.621	83	Puerta a puerta + Contenedor con identificación	Obligatorio
Urretxu	6.761	46	Contenedor sin identificación	Voluntario
Ezki-Itsaso	570	43	Compostaje	Obligatorio
Gabiria	434	49	Compostaje	Obligatorio
Ormaiztegi	1.301	72	Puerta a puerta	Obligatorio
Mutiloa	218	62	Compostaje	Obligatorio
Zerain	248	57	Contenedor sin identificación en Birziklagune	Obligatorio
Segura	1.319	72	Puerta a puerta	Obligatorio
Zegama	1.407	55	Contenedor sin identificación	Voluntario
Beasain	12.932	46	Contenedor con identificación	Voluntario
Idiazabal	2.187	45	Contenedor sin identificación	Voluntario
Itsasondo	610	84	Puerta a puerta	Obligatorio
Ordizia	9.339	76	Puerta a puerta	Obligatorio
Olaberría	936	49	Contenedor sin identificación	Voluntario
Lazkao	5.203	76	Puerta a puerta	Obligatorio
Ataun	1.599	79	Contenedor con identificación	Obligatorio
Legorreta	1.439	73	Puerta a puerta	Obligatorio
Altzaga	156	67	Contenedor sin identificación en Birziklagune	Obligatorio
Arama	184	86	Contenedores con identificación	Obligatorio
Gaintza	136	63	Contenedor sin identificación en Birziklagune	Obligatorio
Zaldibia	1.463	80	Puerta a puerta	Obligatorio
<b>Tolosaldea</b>		<b>45</b>		
Abaltzisketa	304	58	Compostaje	Obligatorio
Aduna	370	58	Puerta a puerta + compostaje	Obligatorio
Albiztur	302	58	Compostaje	Obligatorio
Alegia	1.687	86	Puerta a puerta	Obligatorio
Alkiza	322	58	Compostaje	Obligatorio

Altzo	379	58	Compostaje	Obligatorio
Amezketeta	954	58	Compostaje	Obligatorio
Andoain	14.215	33	No hay recogida	
Anoeta	1.787	73	Puerta a puerta	Obligatorio
Asteasu	1.456	58	Compostaje	Obligatorio
Baliarrain	91	58	Compostaje	Obligatorio
Belauntza	306	58	Compostaje	Obligatorio
Berastegi	1.003	58	Compostaje	Obligatorio
Berrobi	587	58	Contenedor sin identificación	Voluntario
Elduain	227	58	Practica ejemplar	Obligatorio
Gaztelu	170	58	Compostaje	Obligatorio
Hernialde	334	58	Compostaje	Obligatorio
Ibarra	4.273	84	Puerta a puerta	Obligatorio
Ikaztegieta	455	82	Puerta a puerta	Obligatorio
Irura	1.270	73	Puerta a puerta	Obligatorio
Larraul	208	58	Compostaje	Obligatorio
Leaburu	384	58	Compostaje	Obligatorio
Lizartza	610	58	Compostaje	Obligatorio
Orendain	175	58	Practica ejemplar*	Obligatorio
Orexa	115	58	Compostaje	Obligatorio
Tolosa	17.888	26	Contenedor sin identificación. Inicio 2015. Contenedor con identificación. (%70)	Voluntario
Villabona	5.750	78	Puerta a puerta	Obligatorio
Zizurkil	2.790	62	Puerta a puerta	Obligatorio
<b>Gipuzkoa</b>	<b>694.944</b>	<b>44</b>		

#### 4.3.- Gestión del FORM.

Como se ha podido observar la mayoría de los municipios de Gipuzkoa están recogiendo la materia orgánica selectivamente y están dando pasos para que el sistema de recogida, sea puerta a puerta o mediante contenedores, identifique a los usuarios para garantizar la calidad de la fracción orgánica recogida, hacer un seguimiento de los usuarios y poder aplicar bonificaciones en la tasa de basura a las familias apuesten por recoger selectivamente su residuo organico en los municipios en los que la fracción orgánica es voluntaria.

Los municipios con menos habitantes apuestan por la gestión del residuo organico mediante compostaje. Además la mayoría de los municipios de Gipuzkoa da opción a sus habitantes de gestionar la fracción orgánica



mediante compostaje comunitari o auto compostaje. Además de las ventajas para el municipio por la reducción del gasto en el traslado y el tratamiento de residuo la mayoría de los municipios de Gipuzkoa aplican bonificaciones en la tasa de basuras a los usuarios que apuestan por el auto compostaje o el compostaje comunitario.

Más adelante mencionaremos municipios que gestionan de manera peculiar la fracción orgánica de los residuos urbanos.

#### **4.3.1.- Gestión del FORM mediante plantas de compostaje.**

En el 2011, se recogieron 6.000 tn de materia orgánica de forma selectiva, y se vertieron 226.000 tn de basura mezclada en los vertederos. Tres años después, en el 2014, por el contrario, se recogieron más de 25.000 tn materia orgánica, y se han vertido 172.000 tn de residuos en los vertederos. Según el Consorcio de Residuos de Gipuzkoa, las previsiones para el 2015 mejoran substancialmente, ya que se prevé que se recojan 35.000 tn de materia orgánica de forma selectiva y se viertan menos de 160.000 tn". No en vano, la creciente recogida selectiva a causa de la implantación del sistema puerta a puerta en algunas localidades y de la extensión del quinto contenedor en otras, ha generado toneladas y toneladas de materia orgánica que las actuales infraestructuras de tratamiento no tienen capacidad de absorber.

En la actualidad, en Gipuzkoa solo existe una planta de compostaje de materia orgánica, construida en Azpeitia durante la pasada legislatura. Es la compostadora de Lapatx, con capacidad para 3.000 toneladas al año, y ya no da más de sí. Mientras por un lado se acelera la recogida selectiva de materia orgánica, por detrás todavía no se han preparado las instalaciones que se ocupen de tratar esa basura. El consorcio de residuos solo tiene en marcha la construcción de una de las seis plantas de compostaje que se contemplan en el plan foral. Es la de Epele, en Bergara, y su apertura se prevé para octubre de 2015. Esta planta tendrá una capacidad para tratar 9.000 toneladas, pero su apertura no será suficiente. El plan foral, que descarta la incineradora, incluye además la construcción de una planta de biometanización (esta sí sería

capaz de tratar hasta 50.000 toneladas de residuos orgánicos) y otras tres de tratamiento mecánico-biológico. Mientras, los vertederos de Gipuzkoa están a punto de colmatarse.

De momento, Gipuzkoa no es capaz de tratar todos los residuos orgánicos recogidos. Ante esta realidad, el Consorcio de Residuos decidió en el 2012 comenzar a enviar desde marzo la materia a la localidad vascofrancesa de Itxassou, a 67 kilómetros de Donostia. La planta de Itxassou no era suficiente para dar salida a los residuos orgánicos y se buscó paralelamente otro destino. El Consorcio sacó a concurso un contrato para dar salida a otras 6.000 toneladas. En un principio, el concurso fue ganado por la empresa Cespa Conten, con el objetivo de llevar los residuos a plantas de Burgos, Soria y Segovia. Finalmente, el transporte no se llevó a cabo por las pegas que puso la Junta de Castilla y León. Surgió la alternativa de la planta en Ziordia de la empresa Aralur (a 71 kilómetros de Donostia) a quien el consorcio adjudicó un contrato por 192.999 euros y un periodo de dos años. La planta de Ziordia se ocupó de recibir materia previamente pre-procesada en Lapatx para transformarla en sustratos para jardinería y agricultura. Mientras recibía camiones de Gipuzkoa se dio la circunstancia de que el Gobierno de Navarra abrió un expediente a la empresa por almacenar supuestamente en condiciones no adecuadas el material orgánico procedente de Gipuzkoa. Como quiera que la cantidad de biorresiduos que llegaron a Ziordia han sido más de la esperada, los 192.999 euros del contrato se agotaron en un año tras recibir 6.500 toneladas y la empresa dejó de recibir residuos orgánicos de Gipuzkoa.

Era necesario buscar otro destino a la materia orgánica de forma urgente. Pero la solución se fue a 152 kilómetros de distancia de Donostia. Desde mediados de 2013 la empresa Tecnología Industrial del Reciclaje IB, con sede en Funes, es la que trata los biorresiduos de Gipuzkoa. Según el Consorcio de Residuos de Gipuzkoa, se trata de una medida «transitoria».

El cambio de gobierno que se ha dado en la Diputación de Gipuzkoa tendrá una repercusión notoria en la gestión de los residuos. En cuanto a la gestión

del FORM está por ver si siguen apostando por la planta de biometanización y las plantas de compostaje comarcales que se recogen en el último plan foral.

La Planta de Lapatx es la única planta de compostaje en Gipuzkoa. Se puso en marcha en junio de 2008 y la capacidad de tratamiento de la Planta de Compostaje de Lapatx asciende a 3.500 toneladas anuales.

A su llegada a la planta, el biorresiduo se descarga en la zona habilitada, separándose manualmente las bolsas de plástico no biodegradables y otros materiales impropios que suelen acompañar a los biorresiduos. El material estructurante, constituido normalmente por residuos de poda, se puede recibir sin triturar, en cuyo caso se realiza su desfibrado con medios mecánicos. El biorresiduo se deposita sobre un lecho de material estructurante, a fin de evitar la formación de lixiviados y la emisión de malos olores. La mezcla compuesta de biorresiduo y material estructurante se realiza con una pala cargadora, configurando pilas que se identifican mediante posición y fecha de generación.

En esta primera fase se deben efectuar volteos periódicos para la correcta aireación y homogenización de la mezcla. Los primeros quince días se realizan como mínimo 5 volteos y para asegurar las condiciones de higienización se asegura que la temperatura sea superior a los 55°C. Durante este periodo se realizan tanto controles periódicos de temperatura como de humedad de la mezcla.

En general, una vez que se ha superado la fase termofílica, en la explanada se llevará cabo el proceso de maduración en fase mesófila. Finalizado el periodo de maduración, el compost sufre un proceso de afino mediante un sistema de cribado que separa el compost del material estructurante. Una vez se ha cribado el compost, se almacena y se realizan los controles analíticos del mismo (análisis físico-químicos y bacteriológicos).

El nombre comercial del compost obtenido en la Planta de Compostaje de Lapatx se le denomina "Gipuzkoako Konposta" y está inscrito como Enmienda Orgánica Compost de Calidad A, según el Real Decreto 824/2005 sobre

productos fertilizantes, por lo que se cualifica la excelente calidad del compost que se obtiene en esta planta. Es, a su vez, la única empresa de compostaje autorizada en la Comunidad Autónoma del País Vasco para la gestión y el tratamiento de SANDACH (Subproductos Animales No Destinados Al Consumo Humano) cuya manipulación está regulada para garantizar que durante la misma no se generen riesgos para la salud humana, la sanidad animal o el medio ambiente y especialmente para garantizar la seguridad de la cadena alimentaria humana y animal. (Fuente: GHK, 2015) <http://www.ghk.eus/es/infraestructuras/lapatx>

#### **4.3.2.- Gestión del FORM mediante compostaje comunitario y auto compostaje.**

La Diputación Foral de Gipuzkoa, en el marco del Plan Integral de Gestión de Residuos Urbanos de Gipuzkoa (PIGRUG), apuesta por el auto compostaje como una medida de prevención. La fabricación de compost en el domicilio a partir de restos vegetales del jardín o la huerta y de restos de alimentos generados en el hogar, es una manera de reducir la generación de residuos urbanos, puesto que los residuos que se compostaran por esta vía dejarían de entrar en la línea de recogida de residuos urbanos y se convertirían en un recurso de consumo privado. Durante los últimos cuatro años los municipios de Gipuzkoa, junto a la Diputación de Gipuzkoa, han dado un impulso considerable al compostaje local:

- Reparto de compostadoras gratuitamente y bonificaciones en la tasa de basuras a los usuarios que gestionen mediante el auto compostaje todos los residuos orgánicos generados en el hogar.
- Una decena de municipios menores de 1.000 habitantes han apostado por el compostaje para gestionar la fracción orgánica generada en el propio municipio mediante compostaje comunitario y autocompostaje.
- La implantación de compostaje comunitario en la totalidad de los municipios de Gipuzkoa para los usuarios que voluntariamente quieran gestionar todos sus los residuos orgánicos generados en el hogar.

Según los datos facilitados por la Diputación, en noviembre de 2014, 43.837 personas compostan su materia orgánica mediante compostador doméstico o mediante el sistema de compostaje comunitario. Por tanto, en breve se duplicará la cifra del 2011. Entonces 24.029 personas gestionaban sus propios residuos orgánicos mediante el compostaje.

En el siguiente cuadro (ARGIA. 2014) podemos observar las unidades familiares que gestionan su residuo orgánico mediante compostaje comunitario y auto compostaje por cada 1.000 habitantes en los municipios de Gipuzkoa.

Tabla 3: Evolución de las unidades de compost por 1.000 habitantes en los municipios de Gipuzkoa. (Fuente: Argia aldizkaria, 2015)

<b>Puesto</b>	<b>Municipio</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>
1	Berrobi	26	742,2
2	Zerain	133,1	566,5
3	Aduna	271,3	488,8
4	Asteasu	127,1	403,3
5	Aizarnazabal	172,1	401,1
6	Leintz Gatzaga	371,1	371,1
7	Elduain	515	360,5
8	Orexa	350,9	350,9
9	Orendain	339	333,3
10	Alkiza	36,9	326,7
11	Altzo	412,4	324,9
12	Lizartza	180,3	300,5
13	Amezketza	315,5	278,7
14	Berastegi	262	269,7
15	Mutiloa	139,9	251
16	Bidegoian	85,7	242,1
17	Ezkio-Itsaso	71,9	238,6
18	Gabiria	43,5	187,7
19	Baliarrain	40	152
20	Elgeta	68,1	140,8
21	Anoeta	52,3	127,5
22	Usurbil	106,4	114,5
23	Altzaga	74,1	111,1
24	Itsasondo	113,2	92,6
25	Irura	19,3	90,7
26	Zestoa	37,2	85,1
27	Ormaiztegi	25,9	81,6
28	Segura	50	79,7

29	Arama	55,3	75,4
30	Gaintza	72	72
31	Oiartzun	67,4	70
32	Beizama	71,4	64,3
33	Zaldibia	62,3	62,3
34	Errezil	64,9	61,7
35	Antzuola	60,7	60,7
36	Hernani	40,5	60,3
37	Leaburu-Txarama	88,8	60,1
38	Abaltzisketa	24,7	58,6
39	Zizurkil	76,5	58,1
40	Oñati	80,3	55,6
41	Ikaztegieta	47,1	53,5
42	Olaberria	28,8	53,4
43	Ibarra	23,4	51,1
44	Eskoriatza	41,5	48,7
45	Astigarraga	28,4	43,6
46	Alegia	41,3	41,3
47	Gaztelu	40,9	40,9
48	Bergara	17,9	35,2
49	Hernalde	36,8	34
50	Belauntza	33,6	33,6
51	Ataun	33,4	32,8
52	Larraul	32,1	32,1
53	Lezo	19,9	31,4
54	Idiazabal	19,1	29,1
55	Aretxabaleta	22,1	28,7
56	Getaria	21,1	28,6
57	Deba	9,3	28,6
58	Arrasate	18,3	26,9
59	Mutriku	21,5	26,2
60	Zegama	21,9	25,8
61	Tolosa	13,5	25,4
62	Villabona-Amasa	12,8	22,6
63	Legorreta	15,8	22,4
64	Urnieta	22	22
65	Aia	22	22
	<b>Media de Gipuzkoa</b>	<b>15,9</b>	<b>21,8</b>
66	Zumaia	19,8	21,5
67	Legazpi	16,2	21,4
68	Azpeitia	15,6	20,6
69	Mendaro	5,6	18,3
70	Ordizia	8,3	15,2
71	Soraluze	4,3	15,2
72	Elgoibar	4	15,1

73	Albiztur	27,3	13,7
74	Hondarribia	19,4	12,9
75	Orio	10,6	10,6
76	Lazkao	8,8	9,9
77	Zarautz	4,9	8,7
78	Beasain	6,4	8,2
79	Lasarte-Oria	5,3	7,7
80	Zumarraga	8	7,7
81	Azkoitia	12,6	7,1
82	Urretxu	7,6	6,9
83	Donostia	4,8	5
84	Irun	7	4,5
85	Andoain	4,8	4,5

En Gipuzkoa podemos encontrar 17 municipios denominados “Municipios Residuo Cero”. El primero fue Orendain, al que más tarde se unieron Oresa, Elduain, Berrobi, Amezketta, Altzo y Aduna. También Asteasu y Belauntza. Otras cuatro localidades de Urola Medio tomarán el mismo camino. Se trata de Beizama, Bidania-Goiatz, Errezil y Aizarnazabal. Y por último se han unido otras cuatro localidades de Tolosaldea: Berastegi, Lizartza, Alkiza y Leaburu. Entre esos 17 citados suman 9.000 habitantes. Berastegi es el primero municipio Residuo Cero de Gipuzkoa de más de mil habitantes, al que más tarde se unirá Asteasu.

#### **4.3.3.- Otras maneras de gestionar el FORM.**

Entre los denominados “Municipios Residuo Cero” podemos mencionar a Orendain y Elduain a los que la Diputación de Gipuzkoa ha denominado como “prácticas ejemplares”. Desde que se implantó el nuevo sistema de recogida, en Orendain se recoge selectivamente el 93% de los residuos urbanos. En ese sistema son protagonistas dos cerdos: Ttip y Ttup. Son un complemento al sistema de reciclaje del pueblo. A pesar de que los habitantes disponen de compostadores en sus casas, los utilizan como punto de emergencia para depositar la materia orgánica. En Elduain en la cerda Rafaela la que es la protagonista del sistema.

Hay municipios como Alzaga, Gaintza y Zerain donde además del autocompostaje existen varias áreas de reciclaje para depositar la fracción

orgánica, papel y cartón, envases ligeros, vidrio y resto. Los vecinos deben depositar los residuos correctamente separados en las áreas de reciclaje (*birziklagune*).

En Gatzaga la totalidad de la fracción orgánica se gestiona mediante el autocompostaje y una compostadora comunitaria.

En Elgeta un tercio de la población gestiona mediante el autocompostaje y las distintas zonas de compostaje comunitario sus residuos orgánicos.

Como podemos observar en Gipuzkoa, sobre todo en los municipios inferiores de 1.200 habitantes se están dando pasos hacia la auto gestión de los residuos orgánicos generados en los propios municipios.

## **5.- Análisis de resultados.**

Con la reciente implantación de sistemas avanzados de recogida selectiva de biorresiduos, tanto puerta a puerta como en contenedores inteligentes y la promoción del autocompostaje (doméstico y comunitario), emerge un nuevo tipo de compost, obtenido a partir de residuos de alimentos de elevada pureza. Las propiedades del compost, que condicionan en gran medida sus posibles aplicaciones, dependen tanto de los materiales de partida como del proceso de compostaje. Esta dependencia es particularmente importante en el caso del compost de biorresiduos, que puede obtenerse a partir de distintas corrientes de residuos de diversa naturaleza y origen (de parques y jardines, de restos de alimentos, domiciliarios, comerciales, etc.) y por diferentes procesos (industrial o autocompostaje).

Sin embargo, el marco legal de comercialización del compost presenta importantes carencias, que pueden inducir a errores de apreciación, especialmente si se aplican criterios legales en la evaluación de compost de autocompostaje. Por otro lado, los métodos oficiales de caracterización del compost también adolecen de ciertas limitaciones para la interpretación de los resultados. Todo ello pone de manifiesto la necesidad de estandarizar los



procedimientos analíticos empleados para determinar la eventual calidad del compost y sus características, previamente a su aplicación, así como de establecer una clara metodología en relación a las dosis requeridas de compost. Como ya se ha indicado, todos los aspectos relativos a la calidad del compost pueden abordarse desde una doble perspectiva: legal o agronómica. La evaluación de la calidad dependerá en gran medida del criterio o punto de vista de partida, desde el propio concepto de compost, que admite diferentes definiciones:

- Agronómica: material sólido particulado, que ha sido higienizado y estabilizado por un proceso de tratamiento biológico, del que la última etapa es una etapa de compostaje aeróbico. El compostaje es un proceso de descomposición controlada de materiales biodegradables bajo condiciones dirigidas, que son predominantemente aerobias y que permiten el desarrollo de temperaturas adecuadas para las bacterias termofílicas, como resultado del calor producido biológicamente (European Commission and Joint Research Centre, 2014).
- Legal: que a su vez comprende tres definiciones distintas, dependiendo del documento legal considerado: enmienda orgánica obtenida a partir del tratamiento biológico aerobio y termófilo de residuos biodegradables recogidos separadamente (Ley 22/2011 de residuos); producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), bajo condiciones controladas, de materiales orgánicos biodegradables del Anexo IV, recogidos separadamente (Grupo 6: Enmiendas orgánicas, del Real Decreto 506/2013 sobre productos fertilizantes); producto higienizado y estabilizado, obtenido mediante descomposición biológica aeróbica (incluyendo fase termofílica), de materiales orgánicos biodegradables del Anexo V, bajo condiciones controladas (Real Decreto 865/2010 sobre sustratos de cultivo, modificado por el Real Decreto 1039/2012).

Otro aspecto controvertido de la legislación española en relación al concepto de compost es el hecho de que, mientras en el Real Decreto sobre fertilizantes y en la Ley de residuos se exige que los biorresiduos sean recogidos separadamente, ni en el Real Decreto sobre sustratos de cultivo ni en su posterior modificación por el Real Decreto 1039/2012 se impone dicha exigencia. Con lo cual se da la contradicción de que el material bioestabilizado procedente de las plantas de tratamiento mecánico biológico de residuos mezclados no podría ser utilizado como enmienda o abono orgánico, pero sí como componente de otros productos de características más exigentes, como son los sustratos de cultivo. A no ser que prevalezca la definición de compost de la Ley de residuos sobre la del Real Decreto sobre sustratos (por ser la Ley de rango superior al Real Decreto, aunque anterior en el tiempo a la modificación de este último), según la cual dicho material bioestabilizado no es un producto, sino un residuo.

En este confuso marco legal, adoptaremos como más avanzado el concepto de compost definido en el Real Decreto 506/2013 sobre fertilizantes, ya que incluye las condiciones esenciales de higienización, estabilización y recogida selectiva, independientemente de que pueda usarse además como enmienda o sustrato de cultivo.

### **5.1.- Criterios de calidad.**

La calidad del compost no es un concepto absoluto, sino que depende de los usos a que se destine. Podríamos definirla como “la capacidad o aptitud del compost para satisfacer las necesidades de las plantas, con un mínimo impacto ambiental y sin riesgo para la salud pública”. La calidad del compost para un uso dado suele determinarse, entre otras, por dos vías diferentes:

- Mediante experimentos de campo, en los que se mide la respuesta de las plantas en condiciones reales de cultivo a diferentes dosis de compost, en términos de producción de biomasa, crecimiento radicular, número de hojas o de flores, etc.
- Midiendo un conjunto de propiedades, algunas de las cuales,

como las organolépticas (olor, color, tamaño de partícula, presencia de elementos impropios tales como plásticos, vidrio, etc.) pueden evaluarse sensorialmente, mientras que las propiedades físicas, químicas y biológicas (densidad, porosidad, aireación, pH, conductividad eléctrica, nutrientes, metales pesados, contaminación bacteriológica, etc.), normalmente se determinan en el laboratorio.

Como ya se ha indicado, la valoración de las propiedades medidas en el compost puede llevarse a cabo atendiendo a criterios de calidad de dos tipos: agronómicos y legales. Para la interpretación de las propiedades del compost según criterios de calidad agronómicos, es necesario que los correspondientes ensayos de laboratorio estén calibrados; es decir, que se haya determinado la respuesta de las plantas en términos de producción y calidad para diferentes valores de cada propiedad, mediante experimentos de campo. En contraste, los criterios legales están orientados a la comercialización del compost y, por tanto, al cumplimiento de unos requisitos mínimos establecidos para determinados parámetros del compost comercial obtenido en plantas industriales: porcentajes de impurezas, humedad, materia orgánica, metales pesados, carga bacteriológica, etc. Por lo tanto, los criterios de interpretación agronómicos son válidos para todo tipo de compost, independientemente del proceso de compostaje, mientras que los criterios legales son válidos para el compost industrial, y no tanto para el de autocompostaje (compost doméstico y comunitario), a no ser que este último se ponga en el mercado o se distribuya entre terceros.

## **5.2.- Proceso de compostaje.**

En los distintos estudios llevados a cabo para determinar el efecto en las propiedades y aplicaciones del compost de biorresiduos de las diferentes fuentes de materia orgánica y de las tecnologías de tratamiento (Barth, 2005), se concluyó que la influencia de estas últimas no es importante en comparación con la del tipo de biorresiduo compostado. Sin embargo, al comparar la calidad del compost de biorresiduos con la del compost de

biosólidos, otros autores encuentran que la calidad del compost depende más de la eficiencia del proceso de compostaje que de los materiales de partida (López-López y López-Fabal, 2013). En este sentido, el compost comercial o industrial y el de autocompostaje presentan diferencias sustanciales. Como los criterios de calidad del compost han sido desarrollados para el producto comercial, a la hora de evaluar la calidad del compost doméstico y comunitario se presentan importantes limitaciones, dadas sus propiedades específicas. En contraste con las características del proceso de compostaje industrial, que se lleva a cabo en sistemas dinámicos y con predominio de la descomposición por microorganismos, tanto en la fase intensiva termófila como en la de maduración, el autocompostaje se desarrolla frecuentemente a bajas temperaturas en sistemas estáticos en los que, junto a los microorganismos, intervienen lombrices, hormigas, insectos y otros organismos habituales en la descomposición de la materia orgánica del suelo. Por otro lado, la ausencia de los volteos intensivos y de otros mecanismos de aireación y de maduración propios del compostaje industrial se compensa con mayores tiempos de tratamiento en el autocompostaje. Finalmente, en el autocompostaje a menudo no se criba el contenido del compostador, a diferencia del proceso industrial, en el que la fase de cribado de la mezcla de las pilas de maduración y posterior recirculación del material acondicionador es una etapa esencial del proceso para obtener un compost de la máxima calidad, que pueda ser comercializado. Todas las razones citadas explican que la calidad de las muestras de compost obtenidas mediante autocompostaje resulte a menudo inferior a la del compost comercial, ya que “suelen tender a ser demasiado húmedos, insuficientemente aireados y rara vez respetan las normas de fito-toxicidad” (ACR+, 2005). Por todo ello, y a falta de unos criterios de calidad específicos del compost doméstico y comunitario (en particular de los parámetros fisicoquímicos y de sus correspondientes valores recomendados), habitualmente es necesario recurrir a los estándares empleados para el compost comercial obtenido en plantas centralizadas. Este criterio de valoración presenta importantes limitaciones, ya que normalmente el compost industrial está destinado a su comercialización en diferentes mercados, mientras que el de autocompostaje se aplica *in situ*. Los inconvenientes de este tipo de evaluación se manifiestan especialmente cuando la misma se basa en criterios legales, más que

agronómicos. Sirvan como ejemplo de esto último la contaminación por metales pesados y las propiedades biológicas, que detallamos a continuación.

Así, el contenido en metales pesados suele ser el parámetro normalmente empleado en la legislación estatal y europea para medir la calidad del compost, ya que ésta depende en gran medida de la calidad del biorresiduo y del material acondicionador o estructurante, que a su vez está ligada a su origen (domiciliario, grandes generadores, etc.) y al sistema de recogida (puerta a puerta, en contenedores abiertos o personalizados, etc.). En algunas ocasiones se aprecian niveles moderados de contaminación por metales pesados en muestras de compost doméstico y comunitario de diversos orígenes (adición de cenizas de maderas tratadas, suelos contaminados, etc.). Pero la elevada pureza del biorresiduo y del estructurante aportados por las familias en el autocompostaje, que es la clave para evitar este tipo de contaminación, hace que este parámetro no presente la misma relevancia en el compost doméstico que en el comercial, a no ser que existan otros focos de contaminación externa (Aguirre et al., 2010).

Las propiedades biológicas más importantes, como la carga microbiana (principalmente la contaminación bacteriológica debida a gérmenes patógenos tipo salmonella, estreptococos, etc.) y la ausencia de semillas de malas hierbas, pueden garantizarse en el compost comercial. En las plantas de compostaje centralizado deben alcanzarse las estrictas condiciones de higienización (por ejemplo, mínimo de 5 días a 65oC) impuestas al proceso de compostaje de residuos de cocina por la exigente legislación europea SANDACH de subproductos animales no destinados al consumo humano (Ansorena, 2010). Sin embargo, en el compostaje doméstico y comunitario, dado que habitualmente no se alcanzan las citadas condiciones de higienización, deben tomarse precauciones adicionales (Harrison, 2004).

### 5.3.- Comparación de la calidad del compost obtenido mediante distintas formas de tratamiento.

En este apartado procederemos a la comparación de los distintos compostes obtenidos mediante los sistemas de tratamiento existentes en Gipuzkoa.

#### 5.3.1.- Compost planta de compostaje Lapatx.

Como hemos mencionado anteriormente el compost obtenido en la Planta de Compostaje de Lapatx se le denomina “Gipuzkoako Konposta”. Está inscrito como Enmienda Orgánica Compost de Calidad A, por lo que se cualifica la excelente calidad del compost que se obtiene en esta planta. A continuación se pueden observar los distintos parámetros del compost de la planta de compostaje de Lapatx.

Tabla 4: Comparación de los parámetros habituales del compost de calidad con el compost obtenido en la Planta de Compostaje de Lapatx.

(Fuente: GHK, 2015)

	Parametros habituales	Planta de compostaje Lapatx
<b>Nitrógeno total (N)</b>	1,00 - 2,50	2,3
<b>Fosforo total (% P2O5)</b>	0,40 - 1,20	2,1
<b>Potasio oxido total ( % K2O)</b>	0,50 - 1,30	1,0
<b>Materia orgánica (g/l)</b>	30,00 - 60,00	36,2
<b>Acidos húmicos</b>		10,1
<b>Relación C/N</b>	10,00 - 20,00	9,1
<b>Humedad (min-max) %</b>	30,00 - 60,00	34,000
<b>Conductividad eléctrica (µS/cm)</b>	500 - 4000	580
<b>pH</b>	7-7,5	8,4
<b>Granulometría</b>	90% inferior 25mm	Cribado en malla de 15 mm
<b>Metales pesados (Clase A)</b>		
<b>Cadmio</b>	0,7	0,4
<b>Cobre</b>	70	44
<b>Niquel</b>	25	6,2
<b>Plomo</b>	45	22
<b>Zinc</b>	200	199,9
<b>Mercurio</b>	0,4	
<b>Cromo</b>	70	

#### 5.3.2.- Compost obtenido mediante compostaje comunitario.

Durante los últimos años se ha extendido en casi la totalidad de los municipios de Gipuzkoa la opción de gestionar los residuos orgánicos generados en el hogar mediante el compostaje comunitario. Hay algunos municipios que gestionan de esta manera todo el residuo orgánico. Pero en la mayoría de los casos suele ser una opción voluntaria y complementaria que acompaña a una recogida selectiva mediante el sistema puerta a puerta o la recogida mediante contenedores. El tipo de recogida implantado en el municipios para las distintas fracciones de residuos puede afectar en la calidad de cada fracción, cantidad de impuros, etc. que podemos encontrar en las fracciones de residuos recogidas. Para observar si el sistema generalizado de recogida selectiva afecta a la calidad del compost logrado mediante el compostaje comunitario en el siguiente cuadro hemos diferenciado los parámetros del compost logrado mediante compostaje comunitario en municipios donde la recogida selectiva se realiza mediante contenedores y los parámetros del compost logrado mediante compostaje comunitario donde el sistema de recogida es puerta a puerta.

Tabla 5: Comparación de los parámetros habituales del compost de calidad con el compost obtenido en mediante compostaje comunitario en varios municipios de Gipuzkoa y diferenciando el sistema de recogida selectiva implantado.

	<b>Parametros habituales</b>	<b>Contenedores</b>	<b>Puerta a puerta</b>
<b>Nitrógeno total (N)</b>	1,00 - 2,50	2,39	1,2
<b>Fosforo total (% P2O5)</b>	0,40 - 1,20	1,33	1,5
<b>Potasio oxido total ( % K2O)</b>	0,50 - 1,30	1,32	0,63
<b>Materia orgánica (g/l)</b>	30,00 - 60,00	59,6	29,7
<b>Relación C/N</b>	10,00 - 20,00	12	12
<b>Humedad (min-max) %</b>	30,00 - 60,00	68,1	60,3
<b>Conductividad eléctrica (µS/cm)</b>	500 - 4000	1330	1350
<b>pH</b>	7-7,5	8,5	8,2
<b>Granulometría</b>	90% inferior 25mm		
<b>Metales pesados (Clase A)</b>			
<b>Cadmio</b>	0,7	0,7	0,7
<b>Cobre</b>	70	33	12
<b>Niquel</b>	25	9,73	1,72
<b>Plomo</b>	45	13,18	2,6
<b>Zinc</b>	200	202	105
<b>Mercurio</b>	0,4		
<b>Cromo</b>	70	33,1	2,5

### 5.3.3.- Compost obtenido auto compostaje.

En el siguiente cuadro podemos observar la media de los parámetros del compost obtenido mediante el auto compostaje en Gipuzkoa. Por una parte están los parámetros del compost del muestreo que realizó la Diputación Foral de Gipuzkoa de forma aleatoria a 38 usuarios que participaron en la campaña de auto compostaje durante el 2008 y por otra parte están los resultados del compost de las muestras aleatorias de control tomadas al azar entre los miembros de la Red de Compostaje doméstico de Gipuzkoa como a las de los participantes en las sucesivas ediciones del Premio de compostaje de Gipuzkoa.

Tabla 6: Comparación de los parámetros habituales del compost de calidad con el compost obtenido mediante compostaje doméstico. (Fuente: Diputación de Gipuzkoa y Laboratorio Agroambiental Fraisoro, 2015)

Parametros habituales	Parametros habituales	Muestreo Diputación	Premio de compostaje
<b>Nitrógeno total (N)</b>	1,00 - 2,50	2,14	1,6
<b>Fosforo total (% P2O5)</b>	0,40 - 1,20		
<b>Potasio oxido total ( % K2O)</b>	0,50 - 1,30		
<b>Materia orgánica (g/l)</b>	30,00 - 60,00	45,6	43,8
<b>Acidos húmicos</b>			
<b>Relación C/N</b>	10,00 - 20,00	14,4	14
<b>Humedad (min-max) %</b>	30,00 - 60,00	60,7	63,1
<b>Conductividad eléctrica (µS/cm)</b>	500 - 4000	2816	2350
<b>pH</b>	7-7,5	7,6	8,3
<b>Granulometría</b>	90% inferior 25mm		
<b>Metales pesados (Clase A)</b>			
<b>Cadmio</b>	0,7		
<b>Cobre</b>	70		
<b>Niquel</b>	25		
<b>Plomo</b>	45		
<b>Zinc</b>	200		
<b>Mercurio</b>	0,4		
<b>Cromo</b>	70		

El muestreo realizado dentro de la tercera fase del programa de Compostaje Domestico realizado por la Diputación Foral de Gipuzkoa tuvo lugar entre abril y julio de 2008, cuando había transcurrido sobradamente el tiempo mínimo necesario para la obtención de compost, estimado en 6 meses. Se tomaron 38



muestras. Se envió una carta a los ciudadanos a los que, en esta tercera fase, se les había suministrado los compostadores, indicándoles la posibilidad de que, mediante sorteo, resultaran elegidos para realizar la toma de muestra del producto por ellos obtenido. Llegadas las fechas de muestreo se procedió a llamar por teléfono a los hogares elegidos y cabe destacar que la actitud general de los ciudadanos ante las llamadas fue muy positiva. En cada visita, además de obtener la correspondiente muestra, se procedió a fotografiar el producto obtenido y a registrar los principales datos de su aspecto: humedad, presencia de restos sin descomponer, disposición en capas o zonas, olor, ubicación del compostador y comentarios del usuario, entre otros. Las 38 muestras fueron analizadas dentro del muestro realizado en el Laboratorio Agrario de Fraisoro, perteneciente a la Diputación De Gipuzkoa, obteniéndose unos resultados que se presentaron caso por caso en el documento antes mencionado. Los resultados están agrupados en la siguiente tabla.

Tabla 7: Agrupación de los resultados del muestreo d 38 compostadoras domésticas en Gipuzkoa realizado por el Laboratorio Agroambiental Fraisoro. (Fuente: Diputación de Gipuzkoa, 2015)

	Humedad	Materia Orgánica MO	Nitrógeno Total (N)	Relación C/N	pH en agua	Conductividad eléctrica	Nitrógeno Amoniacal (N-NH4)	Nitrógeno Nítrico (N-NO3)
	%	% g/l	% s/MS	% s/MS		µS/cm	mg/kg MS	mg/kg MS
<b>Media</b>	60,7	45,6	2,14	14,4	7,6	2.816	643	1.038
<b>Rango Aconsejable</b>	30-60	30-50	1-2,5	10-20	6,5-8,5	500-4000	<500	200-500
<b>Desv. St</b>	15,8	18,8	1,23	4,87	0,81	1.936	1.894	1328
<b>Mínimo</b>	20,0	16,0	0,70	4,20	5,70	349	0,720	0,250
<b>Máximo</b>	81,2	93,8	6,40	23,1	9,00	8.800	1.360	872
<b>Desv.%</b>	25,96%	41,34%	57,39%	33,95%	10,59%	68,76%	225,31%	113,73%

Como se puede observar, en los resultados de los distintos muestreos realizados por la Diputación de Gipuzkoa no hay constancia de los metales pesados. En nivel de metales pesados es un parametro muy a tener en cuenta a la hora de valorar la calidad del compost. La legislación regula el nivel máximo de metales pesados permitidos en un compost de calidad regulando su uso como fertilizante o enmienda orgánica de suelos.

El estudio realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y la Asociación Amigos de la Tierra en 2008 (Pérez Muñoz y F. Baro Lorenzo) “Evaluación de los resultados obtenidos en las experiencias piloto de compostaje doméstico” nos da una idea de los metales pesados que podemos encontrar en un compost obtenido mediante compostaje doméstico. La experiencia que detallamos a continuación surge en el año 2004, cuando la Asociación Ecologista “Amigos de la Tierra”, preocupados por la problemática en la gestión de los RSU se pone en contacto con el Ministerio de Medio Ambiente para promover la iniciativa de capacitación en materia de compostaje de los ciudadanos. Como resultado de las conversaciones mantenidas, el Ministerio lanza el Programa de Implantación Nacional del Compostaje Doméstico, con financiación pública y dirección técnica de Amigos de la Tierra. Durante el período comprendido entre los años 2004-2007 se realizan varias experiencias piloto a lo largo del estado y concretamente en los Municipios de:

- 2004: Galapagar (Madrid)
- 2005: O Barco de Valdeorras (Ourense)
- 2005: San Martín de la Vega (Madrid)
- 2006-2007: Mancomunidad de Pamplona (Navarra)
- 2006-2007: Arzúa (A Coruña)
- 2006-2007: El Viso del Alcor (Sevilla)

A lo largo de estos cuatro años participaron en estos proyectos de compostaje doméstico 2.300 personas de manera directa o indirecta, implicándose directamente 345 familias, siete colegios, un instituto y dos asociaciones de discapacitados. Los resultados son podemos observar en la siguiente tabla.

Tabla 8: Resultados del proyecto de compostaje doméstico realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y la Asociación Amigos de la Tierra. (Fuente: Amigos de la Tierra, 2008)

Parámetros	San Martín de la Vega	O Barco de Valdeorras	Galapagar	Pamplona	El Viso del Arzúa Alcor	Arzúa	Media
Humedad (%)	39	41	34	49,7	58,63	53,8	46,02
pH	7,5	8,2	7,4	7,8	8,19	7,76	7,81
Materia orgánica (%)	26	19	28	26,91	20,19	14,08	22,36
Nitrógeno Kjeldahl (%)	0,65	0,68	0,77	2,38	0,75	0,33	0,93
Fósforo total (P2O5) (%)	0,85	1,22	1,04	2,32	0,58	1,11	1,19
Potasio total (K2O) (%)	1,7	1,59	1,41	2,29	0,9	2,1	1,67
Cadmio (mg/Kg)	0,5	5	0,4	0,2	3	0,12	1,54
Cobre (mg/Kg)	27	77	81	75,42	25,3	43	54,79
Níquel (mg/Kg)	60	72	81	49,47	4,5	32	49,83
Plomo (mg/Kg)	23	17	19	25,49	10	236	55,08
Zinc (mg/Kg)	126	138	99	272,4	77	216	154,73
Mercurio (mg/Kg)	1,5	1,5	1,5	1		1	1,08
Cromo total (mg/Kg)	144	134	191	103,23	15,3	66	108,92
Capacidad de retención de agua (l/Kg)	0,7	0,61	0,51	1,006	1,008	0,58	0,74
Relación C/N	23,6	17	20	6,09	13,6	24,81	17,52

La mayoría de los resultados obtenidos cumplen la legislación sobre residuos requerida para la clase A de fertilizantes, destinada a agricultura ecológica.

Los parámetros que en ocasiones incumplen los requisitos exigidos son: Humedad (debido a que la recogida se realizó en épocas de abundantes lluvias, principalmente en los proyectos del Norte), materia orgánica (Se debe a que la recogida de muestras se realiza a los seis meses de iniciar el proceso y por tanto no ha transcurrido el tiempo suficiente para un óptimo equilibrio de C/N, porque los proyectos se han enmarcado en periodos cerrados de tiempo. Sin embargo en otros proyectos realizados, con periodos de seguimiento más largos, la materia orgánica obtenida superaba el mínimo exigido en la legislación), metales pesados (puntualmente se observan niveles superiores a los exigidos, que se puede deber al uso de fertilizantes químicos en las parcelas de los participantes, o al uso de aguas de riego no controladas, aunque no se han realizado análisis específicos para comprobar las causas. Pero sobre todo suele ser debido a las sierras de corte de la maquinaria o

herramientas que se utilizan para triturar el estructurante).

El resto de parámetros se encuentran en valores óptimos, variando de un proyecto a otro en función de los materiales más abundantemente introducidos, el clima y el suelo de cada municipio. Tras el análisis de los datos mostrados en este estudio, se puede determinar que el resultado de este tipo de proyectos es positivo en todas las Comunidades Autónomas donde se ha llevado a cabo, ya sean de casuística rural o urbana, o de clima húmedo o seco.

#### **5.3.4.- Comparación parámetros.**

Según el RD 506/2013, el compost procedente de residuos municipales se engloba dentro del grupo 6 del anexo I, enmiendas orgánicas; dentro de este grupo distingue cinco tipos de compost: enmienda orgánica compost, enmienda orgánica compost vegetal, enmienda orgánica compost de estiércol, enmienda orgánica vermicompost y enmienda orgánica compost de alperujo. Este RD considera como requisitos de composición de los distintos tipos de compost los contenidos en materia orgánica, humedad, relación C/N, impurezas, granulometría y contenido en metales pesados a la hora de determinar una utilización. El compost procedente de fracción orgánica de residuos municipales se integra en el subgrupo enmienda orgánica compost, ya que la FORM es un material orgánico biodegradable recogido en la lista del anexo IV del mencionado RD. Los residuos municipales quedan contemplados en el grupo 19 (residuos de instalaciones para el tratamiento de residuos), tanto de procedencia aeróbica como anaeróbica y en el grupo 20, específico de residuos municipales (residuos domésticos y residuos asimilables procedentes de los comercios, industrias y instituciones), incluidas las fracciones recogidas selectivamente.

El RD recoge las características que debe tener la enmienda orgánica compost, destacando un contenido mínimo del 35% de materia orgánica sobre muestra húmeda, una humedad máxima del 40% y la ausencia de impurezas e inertes.

Teniendo en cuenta las características para la enmienda orgánica compost

recogidas en el RD 506/2013 y siguiendo las directrices utilizadas en el laboratorio Fraisoro para la interpretación de los análisis del compost evaluaremos la calidad del compost obtenido en los distintos sistemas de tratamiento del FORM en Gipuzkoa.

#### **5.3.4.1.- Nitrógeno, Fosforo y Potasio oxido total.**

Los valores de los nutrientes minerales dependen en gran medida del biorresiduo de partida (proporción de residuos de jardín y de cocina), del proceso de compostaje (industrial o autocompostaje) y del cribado de la muestra.

Podemos observar que en la mayoría de los casos el compost analizado esta dentro de los parámetros habituales.



Tabla 9: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para los parámetros de Nitrógeno total (N), Nitrógeno total (%P205) y Potasio oxido total.

	<b>Nitrógeno total (N)</b>
<b>Parametros habituales compost</b>	1,00 - 2,50
<b>Planta de compostaje Lapatx</b>	2,3
<b>Compostaje Comunitario: 5 contenedor</b>	2,39
<b>Compostaje Comunitario: PAP</b>	1,2
<b>Auto compostaje: Estudio Diputación</b>	2,14
<b>Auto compostaje: Compost premiados</b>	1,6
<b>Auto compostaje: Estudio Amigos de la tierra</b>	0,93
	<b>Nitrógeno total (%P205)</b>
<b>Parametros habituales compost</b>	0,40 - 1,20
<b>Planta de compostaje Lapatx</b>	2,1
<b>Compostaje Comunitario: 5 contenedor</b>	1,33
<b>Compostaje Comunitario: PAP</b>	1,5
<b>Auto compostaje: Estudio Diputación</b>	
<b>Auto compostaje: Compost premiados</b>	
<b>Auto compostaje: Estudio Amigos de la tierra</b>	1,2
	<b>Potasio oxido total</b>
<b>Parametros habituales compost</b>	0,50 - 1,30
<b>Planta de compostaje Lapatx</b>	1
<b>Compostaje Comunitario: 5 contenedor</b>	1,32
<b>Compostaje Comunitario: PAP</b>	0,63
<b>Auto compostaje: Estudio Diputación</b>	
<b>Auto compostaje: Compost premiados</b>	
<b>Auto compostaje: Estudio Amigos de la tierra</b>	1,67

#### 5.3.4.2.- Materia orgánica.

Indica el porcentaje de la materia seca que permanece como materia orgánica tras el proceso de compostaje. Valores inferiores al 30% normalmente indican que el compost está mezclado con arena, tierra, cenizas u otro compuesto mineral. Valores superiores al 60% indican que los residuos no están suficientemente compostados. Excepto el compost estudiado por la Asociación Amigos de la Tierra todos los demás están dentro de los parámetros habituales.

Tabla 10: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para el parámetro Materia orgánica (g/l).

	<b>Materia orgánica (g/l)</b>
<b>Parametros habituales compost</b>	30,00 - 60,00
<b>Planta de compostaje Lapatx</b>	36,2
<b>Compostaje Comunitario: 5 contenedor</b>	59,6
<b>Compostaje Comunitario: PAP</b>	29,7
<b>Auto compostaje: Estudio Diputación</b>	45,6
<b>Auto compostaje: Compost premiados</b>	43,8
<b>Auto compostaje: Estudio Amigos de la tierra</b>	22,32

#### 5.3.4.3.- Ácidos húmicos.

Los ácidos húmicos no tienen un límite regulado. En el siguiente cuadro podemos observar que en los análisis realizados al compost logrado del compostaje comunitario y auto compostaje no hay datos sobre este parámetro.

Tabla 11: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para el parámetro Ácidos húmicos.

	<b>Ácidos húmicos</b>
<b>Parametros habituales compost</b>	
<b>Planta de compostaje Lapatx</b>	10,1
<b>Compostaje Comunitario: 5 contenedor</b>	
<b>Compostaje Comunitario: PAP</b>	
<b>Auto compostaje: Estudio Diputación</b>	
<b>Auto compostaje: Compost premiados</b>	
<b>Auto compostaje: Estudio Amigos de la tierra</b>	

#### 5.3.4.4.- Relación C/N.

Es el cociente entre las cantidades de carbono y de nitrógeno del compost. Si es muy elevado indica que es un compost inmaduro y se puede reducir la disponibilidad de nitrógeno para las plantas. Como se puede observar todos los compostes analizados están dentro de los parámetros habituales.

Tabla 12: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para la relación C/N.

	<b>Relación C/N</b>
<b>Parámetros habituales compost</b>	10,00 – 20,00
<b>Planta de compostaje Lapatx</b>	9,1
<b>Compostaje Comunitario: 5 contenedor</b>	12
<b>Compostaje Comunitario: PAP</b>	1,2
<b>Auto compostaje: Estudio Diputación</b>	14,4
<b>Auto compostaje: Compost premiados</b>	14
<b>Auto compostaje: Estudio Amigos de la tierra</b>	17,52

#### 5.3.4.5.- Humedad.

Este parámetro es una medida del porcentaje de agua del compost. Una humedad superior al 60% puede ser indicativa de condiciones de insuficiente aireación, por falta de acondicionador. Valores inferiores al 30% pueden reflejar insuficiente estabilización del compost, por falta de humedad. Como se puede observar en el siguiente cuadro, exceptuando el compost de la planta de compostaje de Lapatx y la media de los compostes analizados en el estudio realizado por la asociación Amigos de la Tierra superan por muy poco el máximo de humedad. Hay que mencionar que el clima húmedo puede ser determinante en este dato.



Tabla 13: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para el parámetro de humedad.

	<b>Humedad</b>
<b>Parametros habituales compost (min-max)</b>	30,00 - 60,00
<b>Planta de compostaje Lapatx</b>	34
<b>Compostaje Comunitario: 5 contenedor</b>	68,1
<b>Compostaje Comunitario: PAP</b>	60,3
<b>Auto compostaje: Estudio Diputación</b>	60,7
<b>Auto compostaje: Compost premiados</b>	63,1
<b>Auto compostaje: Estudio Amigos de la tierra</b>	56,02

#### 5.3.4.6.- Conductividad eléctrica.

Es una medida de las sales solubles presentes en el compost. Valores superiores a 4.000 pueden producir un efecto de deshidratación en las plantas, sobre todo si se usa el compost como sustrato en proporciones elevadas en macetas, jardineras, etc. Menos crítico si se aplica como abono sobre el suelo, especialmente en zonas húmedas. El compost analizado está dentro de los parámetros habituales.

Tabla 14: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para el parámetro de Conductividad eléctrica.

	<b>Conductividad eléctrica</b>
<b>Parametros habituales compost (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>)</b>	500 - 4.000
<b>Planta de compostaje Lapatx</b>	580
<b>Compostaje Comunitario: 5 contenedor</b>	1.330
<b>Compostaje Comunitario: PAP</b>	1.350
<b>Auto compostaje: Estudio Diputación</b>	2.816
<b>Auto compostaje: Compost premiados</b>	2.350
<b>Auto compostaje: Estudio Amigos de la tierra</b>	

#### 5.3.4.7.- pH.

Es una medida de la acidez o basicidad del compost. A valores excesivamente elevados pueden producirse olores y pérdidas de amoníaco.

Aunque por poco todas las muestras analizadas están por encima de los parámetros habituales.

Tabla 15: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para el parámetro de pH.

	<b>pH</b>
<b>Parametros habituales compost</b>	7 - 7,5
<b>Planta de compostaje Lapatx</b>	8,4
<b>Compostaje Comunitario: 5 contenedor</b>	8,5
<b>Compostaje Comunitario: PAP</b>	8,2
<b>Auto compostaje: Estudio Diputación</b>	7,6
<b>Auto compostaje: Compost premiados</b>	8,3
Auto compostaje: Estudio Amigos de la tierra	7,81

#### 5.3.4.8.- Granulometría.

Siguiendo las directrices establecidas en el Real Decreto 506/2013 el compost de la Planta de compostaje de Lapatx cumple con la directriz de que el 90% de las partículas pasarán por la malla de 25 mm. La malla que usan en esta planta de compostaje es de 15mm.

Tabla 16: Comparación de los resultados obtenidos del compost de los distintos tratamientos para la gestión orgánica para el parámetro de granulometría.

	<b>Granulometría</b>
<b>Parametros habituales compost</b>	90% >25mm
<b>Planta de compostaje Lapatx</b>	15mm

En cuanto al compostaje comunitario y el auto compostaje, normalmente una vez de que el compost está madura se suele cribar.

### 5.3.4.9.- Metales pesados.

Según el Real Decreto 506/2013 los productos fertilizantes elaborados con materias primas de origen animal o vegetal no podrán superar el contenido de metales pesados indicado en el cuadro siguiente, según sea su clase A, B o C.

Tabla 17: Categorías de compost teniendo en cuenta la concentración de metales pesados según el Real Decreto 506/2013.

Metal pesado	Límites de concentración		
	Sólidos: mg/kg de materia seca		
	Líquidos: mg/kg		
	Clase A	Clase B	Clase C
Cadmio	0,7	2	3
Cobre	70	300	400
Níquel	25	90	100
Plomo	45	150	200
Zinc	200	500	1.000
Mercurio	0,4	1,5	2,5
Cromo (total)	70	250	300
Cromo (VI) *	No detectable según método oficial	No detectable según método oficial	No detectable según método oficial

La Categoría A correspondería a los valores de un compost apto para la agricultura ecológica que se podría obtenerse a partir de la FORM de recogida selectiva de alta calidad, la Categoría B correspondería a los valores de un compost que podría obtenerse a partir de FORM de recogida selectiva de calidad aceptable, y la categoría C podría corresponder los valores de un compost que se podría obtenerse a partir de FORM de recogida selectiva de calidad no aceptable o bien a partir de los RSU sometidos a un tratamiento muy intensivo de extracción de impropios.

En el siguiente cuadro hemos resumido el nivel de metales pesados encontrados en los análisis realizado a los distintos compostes.

Tabla 18: Comparación de los metales pesados concentrados en el compost logrado mediante distintos sistemas de tratamiento de los residuos orgánicos.

Metales pesados	(Clase A)	Planta de compostaje Lapatx	Comunitario 5 contenedor	Comunitario PAP	Auto compostaje
Cadmio	0,7	0,4	0,7	0,7	1,54
Cobre	70	44	33	12	54,79
Niquel	25	6,2	9,73	1,72	49,83
Plomo	45	22	13,18	2,6	55,08
Zinc	200	199,9	202	105	154,73
Mercurio	0,4				1,08
Cromo	70		33,1	2,5	108,92

Teniendo en cuenta que la planta de compostaje de Lapatx está construida para obtener un compost de alta calidad para garantizar su comercialización es obvio que el compost debe cumplir con los límites de metales pesados. Sin embargo podemos observar que el compost logrado mediante compostaje comunitario cumple con los límites en metales pesados (exceptuando por muy poco el zinc en el comunitario implantado en municipios de recogida selectiva con quinto contenedor).

En cuanto al auto compostaje en el siguiente cuadro podemos observar más detenidamente los niveles de cada municipio analizado. Como hemos mencionado anteriormente, puntualmente se observan niveles superiores a los exigidos, que se puede deber al uso de fertilizantes químicos en las parcelas de los participantes, o al uso de aguas de riego no controladas, aunque no se han realizado análisis específicos para comprobar las causas.

Tabla 19: Comparación de los metales pesados concentrados en el compost analizado en el estudio realizado por el Ministerio de Medio Ambiente y la Asociación Amigos de la Tierra.

Parámetros	(Clase A)	San Martín de la Vega	O Barco de Valdeorras	Galapagar	Pamplona	El Viso del Arzúa Alcor	Arzúa	Media
Cadmio (mg/Kg)	0,7	0,5	5	0,4	0,2	3	0,12	1,54
Cobre (mg/Kg)	70	27	77	81	75,42	25,3	43	54,79
Níquel (mg/Kg)	25	60	72	81	49,47	4,5	32	49,83
Plomo (mg/Kg)	45	23	17	19	25,49	10	236	55,08
Zinc (mg/Kg)	200	126	138	99	272,4	77	216	154,73
Mercurio (mg/Kg)	0,4	1,5	1,5	1,5	1		1	1,08
Cromo total (mg/Kg)	70	144	134	191	103,23	15,3	66	108,92

#### 5.3.4.10.- Impropios.

Como sucede en cualquier proceso industrial, la calidad final del producto queda supeditada a la calidad de la materia prima utilizada. Es por ello que se puede efectuar la siguiente relación entre la cantidad de impropios en el material inicial y la calidad del compost final:

- Cuando en el material inicial el porcentaje de impropios es <5%, el compost logrado suele ser de alta calidad.
- Cuando en el material inicial el porcentaje de impropios es <10% el compost podría tener una cierta calidad aceptable.
- Cuando en el material inicial el porcentaje de impropios es >15% la materia orgánica de origen no puede dar compost con un mínimo valor agronómico y por tanto no debería ser compostada.

En cuanto a los sistemas de compostaje implantados en Gipuzkoa y que hemos analizado cabe destacar que la cantidad de impropios en el material de origen utilizado en el auto compostaje y el compostaje comunitario es residual. Esto se debe principalmente a dos factores: la concienciación de las personas que compostan voluntariamente los residuos de sus hogares y la implantación

de sistemas de recogida selectiva que están cambiando los hábitos en cuanto a fraccionar en el mismo hogar los distintos residuos.

Hay que mencionar también que el material inicial que entra en la planta de compostaje de Lapatx no puede superar el 5% de impropios. Los municipios que están implantando la recogida selectiva de la fracción orgánica sea mediante puerta a puerta o contenedores (con sistema de identificación o no) saben de la necesidad de que la materia recogida debe de ser de calidad.

### **5.3.5.- Aspectos económicos.**

No siendo objetivo de este trabajo analizar los aspectos económicos de los distintos sistemas de tratamiento de FORM en Gipuzkoa. Es obligatorio hacer una mención a las diferencias sustanciales si el FORM es tratado mediante plantas de compostaje o mediante compostaje comunitario y auto compostaje en el mismo municipio donde se produce. Recogida y transporte aparte, en Gipuzkoa los municipios deben de pagar al Consorcio de Residuos de Gipuzkoa 140 €/tn por la gestión de fracción resto y 70 €/tn por la gestión de la fracción orgánica en la planta de compostaje. Como se puede observar la gestión de la recogida selectiva de la fracción orgánica en origen supone un ahorro considerable para los municipios. No cabe duda de que los municipios que gestionan en el propio municipio la materia orgánica generada en el mismo municipio mediante compostaje doméstico o compostaje comunitario se ahorran la recogida, el transporte y el tratamiento de esta materia. Un ahorro infinitamente mayor de lo que puede suponer la implantación del compostaje, donde en la mayoría de los casos son los propios usuarios los que se encargan de la gestión de las compostadoras sean domésticas o comunitarias. En los casos de las zonas de compost comunitario la administración local se suele encargar de la supervisión y de reponer la fracción seca.

Cabe destacar que muchos municipios están implantando la bonificación en la tasa de la basura para los usuarios que mediante compostaje comunitario o

auto compostaje gestionen sus propios residuos orgánicos. Habitualmente la bonificación suele ser de %25.

### **5.3.6.- Aspectos sociales.**

El cambio de hábito que supone la implantación de la recogida selectiva está obligando a los municipios a impulsar campañas de concienciación y participación ciudadana. La implantación de sistemas de recogida selectiva, sea puerta a puerta o mediante contenedores con identificación, donde se realice un seguimiento de la calidad de la materia recogida necesita de unos usuarios concienciados con la problemática de los residuos. Sobre todo concienciados de la importancia de que la fracción orgánica recogida en los municipios debe ser de alta calidad. Es importante que las instituciones apuesten por hacer partícipes a los ciudadanos en los cambios que se deben dar para que los sistemas de recogida selectiva lleguen a los objetivos marcados desde Europa, donde se debe de llegar a la recogida selectiva del %60 para 2016. Cabe destacar también que desde las instituciones Europeas se está apostando por la obligatoriedad de la recogida selectiva de todo el residuo orgánico generando en nuestros hogares.

## **6.- Conclusiones.**

1.- La mayoría de los municipios de Gipuzkoa están impulsando la recogida selectiva de la fracción orgánica en sus municipios. Para facilitar el tratamiento y lograr un compost de calidad es importante hacer un seguimiento en origen al residuo orgánico. Impulsar la participación ciudadana, apostar por la sensibilización ciudadana y la implantación de sistema de recogidas como el puerta a puerta o los contenedores con identificación favorece esta labor.

2.- El compost que se obtiene tanto en la planta de compostaje de Lapatz como en el compostaje comunitario y auto compostaje en los distintos municipios de Gipuzkoa es de alta calidad.

3.- El compost obtenido mediante el compostaje comunitario y el auto compostaje cumple con los parámetros para poder usarlo como enmienda orgánica en suelos y en la mayoría de los casos incluso cumpliría con los requisitos para poder utilizarlo como fertilizante en la agricultura ecológica.



## 7.- Bibliografía.

**ACR+ (2005).** Gestión de residuos domésticos biodegradables: ¿Qué perspectivas tienen las autoridades locales europeas?

**Aduriz J., Ansorena J., Merinio D., Mondragon I. (Diputación Foral de Gipuzkoa), Amorena A. (Mancomunidad la Comarca de Pamplona), Camps-Arbestain M. (NEIKER - Institutio Vasco de Investigación y Desarrollo) (2006).** Aplicación y destino del compost producido en Gipuzkoa.

**Aguirre A., Ansorena J., y Gundín, A. (2010).** La Red de Compostaje Doméstico de Gipuzkoa. Residuos No 119:10-18.

**Ansorena J. (2010).** Compostaje de residuos de cocina y legislación europea. Residuos No 120:14-25.

**Ansorena J., Batalla E. y Merino D. (2013).** Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos. Laboratorio Agroambiental Fraisoro.

**Argia Aldizkaria (2013).** <http://www.argia.eus/argia-astekaria/2388/herritarren-konposta>  
Consultado agosto 2015.

**Argia Aldizkaria (2015).**  
<http://www.argia.eus/blogak/zero-zabor/2015/01/22/auzo-eta-autokonposta-gipuzkoan-2013-2014-eta-2-herriz-herri-datuak/>  
Consultado agosto 2015.

**Argia Aldizkaria (2015).**  
<http://www.argia.eus/blogak/zero-zabor/2015/01/21/auzo-eta-autokonposta-gipuzkoan-herrien-rankinga/>  
Consultado agosto 2015.

**Barth, J. (2005).** Product and Application Differences of Compost and AD-Residues based on Different Raw Materials, Treatment Technologies and Collection Areas, Report ORG0023, Banbury, Oxon: WRAP.

**Composta en Red (2011).** Situación del compostaje doméstico y comunitario en el Estado Español.

[http://www.compostaenred.org/proyectos/Proyecto1/Documentos/SituaciondelCompostaje\\_Capitulo02\\_Legislacion.pdf](http://www.compostaenred.org/proyectos/Proyecto1/Documentos/SituaciondelCompostaje_Capitulo02_Legislacion.pdf)

**European Commission and Joint Research Centre (2014).** End-of-waste criteria for biodegradable waste subjected to biological treatment (compost & digestate): Technical proposals.

**Gipuzkoako Foru Aldundia (2011).** El Programa de Prevención de Gipuzkoa.

[http://www4.gipuzkoa.net/MedioAmbiente/gipuzkoaingurumena/adj/documentacion/05\\_ProgramaPrevencion.pdf](http://www4.gipuzkoa.net/MedioAmbiente/gipuzkoaingurumena/adj/documentacion/05_ProgramaPrevencion.pdf)

Consultado en agosto 2015.

**Gipuzkoako Foru Aldundia (2012).** ADGE 2008+4.

[http://www4.gipuzkoa.net/MedioAmbiente/gipuzkoaingurumena/eu/secciones/residuosurbanos/adgeplangintza\(adge2008+4\).asp](http://www4.gipuzkoa.net/MedioAmbiente/gipuzkoaingurumena/eu/secciones/residuosurbanos/adgeplangintza(adge2008+4).asp)

Consultado agosto 2015.

**Gipuzkoako Foru Aldundia (2012).** Modificación del Plan Sectorial de infraestructuras de residuos domésticos y comerciales de Gipuzkoa.

<http://www4.gipuzkoa.net/MedioAmbiente/gipuzkoaingurumena/adj/documentacion/Erreferentziako%20Agiria-Docemento%20de%20Referencia.pdf>

Consultado en agosto 2015.

**Gipuzkoako Foru Aldundia (2013).** Estrategia de desarrollo del documento de progreso 2008.

[http://www4.gipuzkoa.net/MedioAmbiente/gipuzkoaingurumena/adj/documentacion/ES\\_ADGE\\_5\\_prognosis.pdf](http://www4.gipuzkoa.net/MedioAmbiente/gipuzkoaingurumena/adj/documentacion/ES_ADGE_5_prognosis.pdf) Consultado agosto 2015.

**Gipuzkoako Foru Aldundia (2015). Programa Compostaje Doméstico 3. Fase.**

<http://www4.gipuzkoa.net/medioambiente/compostaje/uploads/documentos/10/NFORME%20COMPOST%20DOMESTICO%20Parte%203.pdf>

Consultado agosto 2015.

**Gipuzkoako Hondakinen Kontorzioa (2015)**

[http://www.ghk.eus/es/datos/gipuzkoa?set\\_language=es](http://www.ghk.eus/es/datos/gipuzkoa?set_language=es)

Consultado agosto 2015.

**Gipuzkoa Zero Zabor (2013).** <http://www.gipuzkoazz.com/zerozabor/compost-ciudadano-la-revolucion-del-residuo-organico-en-gipuzkoa-y-nafarroa/>

Consultado agosto 2015.

**Harrison, E.Z. (2004).** Hygienic Implications of Small-Scale Composting in New York State. The Cornell Waste Management Institute.

**López-López, N. and López-Fabal, A. (2013).** Evaluation of Urban Solid Waste and Sewage Sludge Composts as Components of Growing Media. Acta Hort. 1013:231- 238.

**ORBIT/ECN, (2008).** Compost production and use in the EU. Final report of ORBIT e.V./European Compost Network ECN to European Commission, Joint Research Centre.

**Perez Muñoz A. y Baro Lorenzo F. (2008).**

Evaluación de los resultados obtenidos en las experiencias piloto de compostaje doméstico realizadas por Amigos de la Tierra y el ministerio de medio ambiente.

[http://www.compostaenred.org/documentacion/7Evaluacion\\_proy\\_comp%28AdT%29.pdf](http://www.compostaenred.org/documentacion/7Evaluacion_proy_comp%28AdT%29.pdf)