

UNIVERSIDAD DE OVIEDO
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ORGÁNICA E INORGÁNICA
MÁSTER UNIVERSITARIO EN QUÍMICA Y DESARROLLO
SOSTENIBLE

**DETERMINACIÓN Y SEGUIMIENTO DE
METALES PESADOS EN COMPONENTES DE
ORIGEN DEL COMPOST**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Lorena Fernández Fernández

2018

Índice

Índice de tablas	
Índice de Figuras	
1 Introducción	5
Objetivos	9
2 Teoría compostaje	9
Etapas del proceso	12
Condiciones del proceso	13
Temperatura	13
pH	13
Aireación	14
Humedad	15
Relación C/N	15
Metodología	16
Salidas alternativas	20
Biometanización	20
Vertedero	21
3 Legislación	23
4 Labores realizadas	26
Control de flujos	26
Lodos EDAR	26
Producción compost	27
Composición pilas	28
Propuesta de producción	29
Control	31
Analíticas depuradoras	31
Analíticas pilas	34
Control temperaturas	41
5 Ventas	45
Usuario Final	47
6 Conclusiones	48
7 Referencias Bibliográficas	48

ANEXO A. Frecuencias horarias, diarias y semanales de entradas de lodos EDAR a COGERSA S.A.U

ANEXO B. Composición de partida de cada pila

ANEXO C. Propuesta producción Enero

Índice de tablas

Tabla 1. Características compost AERO COGERSA	19
Tabla 2. Límites de concentración de metales pesados (mg/kg)	24
Tabla 3. Valores límites para las cantidades anuales de metales pesados que se podrán introducir en los suelos basándose en una media de diez años.	25
Tabla 4. Entradas lodos EDAR, COGERSA 2017	27
Tabla 5. Lodos compostados. Pilas 161-184	27
Tabla 6. Pilas recuperadas y desechadas	28
Tabla 9. EDAR que forman cada pila	29
Tabla 10. Pilas propuesta producción.....	31
Tabla 11. Análisis metales pesados, EDAR 1	31
Tabla 12. Análisis metales pesados, EDAR 2	32
Tabla 13. Análisis metales pesados, EDAR 5	32
Tabla 14. Análisis metales pesados, EDAR 6	32
Tabla 15. Análisis metales pesados, EDAR 10	33
Tabla 16. Análisis metales pesados, EDAR 12	33
Tabla 17. Análisis metales pesados, EDAR 12 (repetición).....	33
Tabla 18. Análisis metales pesados, EDAR 13	34
Tabla 19. Análisis metales pesados, EDAR 17	34
Tabla 20. Análisis metales pesados, pila 162	35
Tabla 21. Análisis metales pesados, pila 163	35
Tabla 22. Análisis metales pesados, pila 164	35
Tabla 23. Análisis metales pesados, pila 165	36
Tabla 24. Análisis metales pesados, pila 166	36
Tabla 25. Análisis metales pesados, pila 167	36
Tabla 26. Análisis metales pesados, pila 168	37
Tabla 27. Análisis metales pesados, pila 169	37
Tabla 28. Análisis metales pesados, pila 170	37
Tabla 29. Análisis metales pesados, pila 171	38
Tabla 30. Análisis metales pesados, pila 172	38
Tabla 31. Análisis metales pesados, pila 173	38
Tabla 32. Análisis metales pesados, pila 174	39
Tabla 33. Análisis metales pesados, pila 175	39
Tabla 34. Análisis metales pesados, pila 176	39
Tabla 35. Análisis metales pesados, pila 177	40
Tabla 36. Análisis metales pesados, pila 178	40
Tabla 37. Análisis metales pesados, pila 179	40
Tabla 38. Análisis metales pesados, pila 182	41
Tabla 39. Salidas de compost de COGERSA durante 2017	45

Índice de Figuras

Figura 1. COGERSA S.A.U.	5
Figura 2. Evolución de la temperatura y pH (--) durante el compostaje. (4).....	13
Figura 3. Curva teórica de las necesidades de Oxígeno (Mustin 1987)	14
Figura 4. Diagrama proceso de producción compostaje.....	17
Figura 5. Zona de lodos	17
Figura 6. Madera triturada para utilizar como estructurante	17
Figura 7. Máquina encargada del cribado y afino del compost, tromel	19
Figura 8. Diagrama de biometanización.....	20
Figura 9. Vertedero de residuos no peligrosos	21
Figura 10. Capas de impermeabilización del vertedero de residuos no peligrosos	22
Figura 11. Análisis de temperaturas pila 1	41
Figura 12. Análisis de temperaturas pila 2	42
Figura 13. Análisis de temperaturas pila 3	43
Figura 14. Análisis de temperaturas pila 4	43
Figura 15. Análisis de temperaturas pila 5	44

1 Introducción

El presente trabajo fin de máster se sitúa dentro del área de conocimiento de Química Inorgánica de la Facultad de Química de la Universidad de Oviedo. Esta memoria se ha realizado en base al trabajo desarrollado en la empresa COGERSA S.A.U., un consorcio formado por los ayuntamientos de todos los concejos asturianos y el Gobierno del Principado de Asturias para la gestión de los residuos del mismo.



Figura 1. COGERSA S.A.U.

La empresa fue creada en 1982 por el Gobierno del Principado y ocho ayuntamientos y a la que posteriormente se unieron el resto de ayuntamientos de la comunidad autónoma. En 1985 se creó la sociedad anónima COGERSA, S.A.U. (Compañía para la Gestión de Residuos Sólidos en Asturias, Sociedad Anónima Unipersonal), siendo el Consorcio el único titular de su capital social. En un principio, su objetivo inicial era la eliminación de residuos urbanos en un vertedero central controlado, pero en el año 1992 comenzó también a gestionar residuos industriales. La gestión de estos residuos se lleva a cabo en el Centro de Tratamiento de Residuos de Asturias, situado en la confluencia de los concejos de Gijón, Carreño, Corvera de Asturias y Llanera. Además, en la actualidad buena parte de estos residuos son sometidos a procesos que les aportan un valor añadido (p.e. hacer compost).

A día de hoy COGERSA diferencia entre distintas clases de residuos y los gestiona, valoriza o acumula según las posibilidades.

Gestión de residuos peligrosos:

Según el tipo y la procedencia de los residuos peligrosos, se envían a una de las siguientes zonas para su gestión.

- **Depósito de seguridad (Vertedero de residuos peligrosos).** Diseñado para recibir residuos peligrosos de distintos tipos como son: abrasivos, carbonatos, sólidos inorgánicos, cenizas, escorias, cauchos, asbestos, amiantos, etc.; así como los residuos derivados del tratamiento físico-químico y de solidificación-estabilización realizados en las propias instalaciones de COGERSA S.A.U. Los residuos se depositan en capas dentro del vaso, el cual, tiene la superficie construida de láminas impermeables con el fin de proteger el subsuelo.
- **Físico-químico.** En esta planta se tratan los residuos citados en la Autorización Ambiental Integrada, que son tales como: ácidos de decapado, ácido crómico (cromo VI), baños fosfatados de desengrase o disoluciones alcalinas. El sistema de tratamiento se basa en el aprovechamiento de las propiedades físicas y químicas de los residuos, para disminuir su peligrosidad y facilitar su posterior depósito en el vertedero comentado con anterioridad. Entendiendo por tratamiento físico-químico, aquel que persigue la neutralización del pH del residuo, la precipitación de los metales pesados disueltos, la aplicación de las propiedades redox de las sustancias para obtener formas químicas menos tóxicas e insolubles, así como la eliminación de los sólidos mediante una operación de filtración entre otras operaciones.
- **Inmovilización (Solidificación - estabilización).** Determinados residuos peligrosos precisan de un tratamiento previo antes de poder depositarlos en el vertedero de seguridad. El proceso de solidificación/estabilización (S/E) se basa en la mezcla de los residuos con determinados reactivos con el objetivo de obtener una masa sólida de aceptable cohesión estructural y bajo nivel de lixiviación. El proceso de solidificación mejora las características físicas y químicas de los residuos posibilitando su depósito en vertedero y la estabilización disminuye su toxicidad.
- **Tratamiento de aceites.** En esta planta se reciben aceites con diferentes procedencias. En ella, se llevan a cabo operaciones de recepción, desclasificación (actuación administrativa mediante la que determinados aceites con muy bajos contenidos de contaminación pueden gestionarse por vías convencionales), tratamiento previo y almacenamiento de los aceites industriales y de automoción recibidos en COGERSA, así como el subproducto de aceite de la planta Marpol (véase punto siguiente) y los residuos de aceite generados en las propias instalaciones de la empresa.
- **Planta de Marpol.** Planta diseñada para el tratamiento de residuos oleosos procedentes de los buques englobados dentro del convenio internacional MARPOL (1). Actualmente se procesan residuos de naturaleza líquida oleosa procedentes de embarcaciones, así como otros residuos emulsionados de hidrocarburos de origen industrial. El proceso consiste básicamente en calentar

hasta unos 80°C de forma progresiva y posteriormente, dejar enfriar lentamente para asegurar la ruptura de la emulsión. En este proceso finalmente se obtienen cuatro productos: aceite que se dirige a la planta de tratamiento de aceites, una interfase aceite-agua que se recircula al proceso, agua que se dirige a la zona de tratamiento de lixiviados (residuos no peligrosos) y los lodos que se dirigen a la planta de inmovilización.

- **Hornos de tratamiento térmico.** En esta planta se reciben residuos sanitarios y residuos MER (materiales específicos de riesgo) así como harinas cárnicas, aceites usados o absorbentes contaminados. Se dispone de dos líneas de incineración independientes (horno estático y horno rotativo). En el horno estático se eliminan los residuos infecciosos de la red sanitaria asturiana y cadáveres de mascotas mientras que en el caso del horno rotativo se incineran el resto.

Gestión de residuos no peligrosos:

Dependiendo de su origen, los residuos no peligrosos son enviados a unos u otros centros para su gestión.

- **Planta de selección de papel y cartón.** En esta planta se clasifica el papel y el cartón procedente de las recogidas selectivas existentes en Asturias, contenedor azul, en comercios y grandes productores. El proceso consiste en la selección de las distintas fracciones de papel-cartón y su preparación para la exportación. Además, habrá una fracción de material rechazado, ya sea por tamaño o por las propiedades intrínsecas del propio material, que se enviará al vertedero de residuos no peligrosos.
- **Planta de selección de envases ligeros.** En esta planta se reciben envases ligeros y se lleva a cabo una selección de las fracciones y su preparación para la exportación a una planta de reciclaje posterior. Además, se gestiona el material rechazado, ya sea por tamaño o por las propiedades intrínsecas del propio material, y se prepara para su envío al vertedero o incluso al área de residuos peligrosos, si fuese necesario.
- **Planta de digestión anaerobia (biometanización).** Esta planta recibe tanto la materia orgánica procedente de la recogida separada de residuos municipales (FORM), como los lodos de depuradoras de aguas residuales urbanas con el objetivo de generar biogás y compost de calidad. La planta está dotada de una tecnología de tratamiento por vía húmeda, con sistema de compostaje final en trincheras (canales abiertos por la parte superior, con dispositivos que permiten la circulación por encima de ellos de una máquina volteadora que mueve la pila de compostaje y la va haciendo avanzar hasta la posición final).
- **Planta de selección de RCD (Residuos de construcción y demolición).** Esta planta recibe los residuos de escombros. En ella, se lleva a cabo la clasificación de residuos de construcción y demolición. Se produce una separación por

tamaños, se separan los productos férricos con ayuda de un electroimán y finalmente se obtienen, ya cribados, hasta tres granulometrías diferentes según la demanda del cliente.

- **Planta de selección de RAEE (Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos).** Esta planta recibe residuos de aparatos eléctricos y electrónicos y está destinada a labores de clasificación, desmontaje y preparación de lotes que, según la naturaleza del material, se transportan a un gestor apropiado.
- **Tratamiento de residuos animales (PROYGRASA).** Esta empresa, perteneciente a COGERSA S.A.U., lleva a cabo la recogida de animales muertos y de material procedente de mataderos y salas de despiece. Además, se encarga de su tratamiento (cocción y esterilización) y su posterior eliminación.
- **Vertedero de residuos no peligrosos.** Este vertedero recibe los residuos domiciliarios mezclados, los procedentes de la limpieza viaria, y otros residuos no peligrosos de origen industrial.
- **Vertedero de residuos inertes.** En él se depositan fundamentalmente los residuos de construcción y demolición (RCD) que no son susceptibles de recuperación en la planta correspondiente.
- **Tratamiento de lixiviados.** Los lixiviados producidos en los vertederos se recogen y almacenan en balsas hasta su tratamiento final. COGERSA S.A.U. cuenta con una depuradora de lixiviados basada en el proceso biomembrat, el cual combina un sistema de reactores biológicos con membranas, con la conexión a una nanofiltración donde se autoconcentran los compuestos que no fueron destruidos por el tratamiento biológico.(1)
- **Captación y aprovechamiento de biogás.** Los residuos orgánicos eliminados en un vertedero sufren una degradación biológica durante la cual se genera gas de vertedero. En 1989 COGERSA S.A.U. puso en marcha un sistema para la captación y aprovechamiento energético del biogás (gas de vertedero y aire) producido en el vertedero de residuos no peligrosos.
- **Planta de compostaje.** En esta instalación se elabora el compost a partir de tres tipos de residuos: Residuos vegetales de origen municipal y puntos limpios, residuos de origen ganadero caballar y residuos de mercados de compraventa de ganado, principalmente vacuno (estiércol).

Esta memoria, tratará de la producción del compost generado en esta última planta.

Objetivos

Los objetivos que se han planteado para la realización de este trabajo son:

- Estudio de lodos de entrada. Origen, caracterización, cuantificación y clasificación.
- Análisis de control de mezclas de lodos por orígenes.
- Análisis de control de proceso en relación a concentración de metales pesados.
- Análisis de control de producción respecto a concentración de metales pesados.
- Propuesta de producción: cantidades y mezclas más adecuadas de lodos para maximizar y garantizar la producción.

2 Teoría compostaje

Se denomina residuo a cualquier tipo de material generado por la actividad humana y que está destinado a ser desechado. (1)

Los residuos se pueden clasificar en distintas categorías, que no son excluyentes entre sí, según el criterio que se aplique(2):

- Según su naturaleza, los residuos pueden ser peligrosos o no peligrosos.
- De acuerdo con el ámbito de las competencias de gestión, se puede distinguir entre residuos municipales o no municipales.
- Considerando su origen, los residuos se pueden clasificar en domésticos, industriales, comerciales o agrícolas.

La preocupación por la necesidad de una gestión racional de los residuos urbanos de origen domiciliario se plasma en la abundante legislación nacional y comunitaria aplicable a los mismos. Por otra parte, se han aprobado planes como el Plan Nacional Integral de Residuos (PNIR). (3)

La generación y gestión de los residuos constituye un problema ambiental grave de las sociedades modernas. El abandono o la gestión inadecuada de los residuos producen impactos notables en los medios receptores, y pueden provocar contaminación en el agua, en el suelo, en el aire, contribuir al cambio climático y afectar a los ecosistemas y a la salud humana. Sin embargo cuando los residuos se gestionan de forma adecuada se convierten en recursos que contribuyen al ahorro de materias primas, a la conservación de los recursos naturales, del clima y al desarrollo sostenible.(4)

Los lodos de depuradoras de aguas residuales urbanas se producen en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR), como consecuencia del tratamiento de estas

aguas. Estos lodos tienen consideración de residuo y por tanto se les debe aplicar la Ley 10/1998 de Residuos y las disposiciones de desarrollo de la misma, además de la normativa específica (RD 1310/1990) que regula la aplicación de los lodos a los suelos agrícolas y que incorpora la Directiva 86/278 relativa a la protección del medio ambiente y, en particular de los suelos, en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura. La aplicación del principio de jerarquía de residuos a la gestión de los lodos de EDAR supone, en primer lugar, priorizar la aplicación al suelo, en segundo lugar emplear otras formas de valorización incluyendo la energética y, como última opción, la eliminación en vertedero.(5)

La práctica más habitual es el empleo de los lodos en agricultura. El marco legal que regula la aplicación de los lodos de depuradoras a los suelos agrícolas determina valores límite de metales pesados que no deben sobrepasarse y obliga a tratar los mismos por vía biológica, química o térmica, mediante almacenamiento a largo plazo o por cualquier otro procedimiento apropiado, de manera que reduzcan, de manera significativa, su poder de fermentación y los inconvenientes sanitarios de su utilización, para que puedan ser aplicados en el terreno. Así mismo, obliga a considerar las necesidades nutritivas de las plantas para fijar las dosis de aplicación de forma que no vea afectada la calidad de las aguas ni la del suelo.

Por tanto, un factor a tener en cuenta y que puede limitar el uso del compost, desde el punto de vista agrícola, es su contenido en metales pesados. El grado de peligrosidad de los metales pesados va ligado a dos propiedades fundamentales que son su toxicidad y su persistencia. Además, hay que añadir la capacidad que posee la planta para absorber cualquiera de estos elementos. Tampoco se deben de obviar los efectos sinérgicos y antagonicos que un elemento puede presentar frente a otros.(7)

El suelo agrícola es un recurso inestimable y limitado, cuyo potencial agronómico actual se debe a la labor desarrollada por el hombre durante siglos. La degradación irreversible de este recurso supone no sólo destruir el bien más preciado de los agricultores, sino hipotecar las oportunidades agrícolas de generaciones futuras. Por este motivo, la protección del suelo constituye un objetivo prioritario en un buen abonado, para garantizar su fertilidad y su valor agronómico, presente y futuro.

La aparición de nuevos productos que contienen nutrientes para las plantas y capacidad fertilizante no debe ser óbice para que se olviden sus posibles repercusiones en la salud y seguridad de las personas y del medio ambiente, por lo que procede regular la utilización de nuevos ingredientes en la elaboración de productos fertilizantes, de modo que eviten sus posibles efectos nocivos en el agua, el suelo, la flora, la fauna y el ser humano.(7)

Compostar, por tanto, significa someter la materia orgánica a un proceso de transformación natural, a partir de la acción controlada de microbios en los residuos orgánicos biodegradables, tales como hojas, frutas y piel de vegetales, residuos orgánicos de casa, estiércol, residuos urbanos sólidos, aguas residuales y residuos

agroindustriales, obteniendo en las últimas fases un humus que evolucionará hasta el producto final, el compost, siendo de gran calidad como abono orgánico, ya que además de su función como fertilizante, mejora la estructura del suelo aportando materiales húmicos que pueden compensar las pérdidas debidas a actividades antropogénicas.(2) Los principales factores que afectan al proceso de compostaje son:

- Naturaleza de los residuos orgánicos
- Condiciones de desarrollo de la población microbiana.

Dado que en este caso la naturaleza de los residuos orgánicos está definida puesto que todos van a proceder de lodos EDAR, más adelante se analizará el segundo factor como condiciones de desarrollo del proceso y por tanto de la población microbiana.

Como producto aplicado, el compost genera una gran cantidad de beneficios para el terreno (2)(13):

- ✓ Mejora la estructura del suelo y contiene todos los nutrientes necesarios para un crecimiento saludable de las plantas.
- ✓ Aumenta la capacidad de retención de agua, en suelos en los que sea baja, así como la permeabilidad hídrica y gaseosa en suelos duros y arcillosos.
- ✓ Reduce las oscilaciones térmicas del suelo.
- ✓ Los nutrientes se liberan lentamente, de lo que resulta una aportación continua de éstos.
- ✓ Aumenta la capacidad de cambio catiónico (mejorando la absorción de los abonos químicos)
- ✓ El compost substituye en parte al fertilizante o abono artificial, reduciendo así el consumo de estos productos y los efectos contaminantes asociados a su producción y uso. Las plantas cultivadas con compost son más sanas y padecen menos enfermedades y plagas. (9)
- ✓ Una correcta aplicación evita el crecimiento de malas hierbas y por lo tanto mejora las condiciones para su utilización.
- ✓ Mantiene las reservas de nitrógeno
- ✓ Favorece la respiración de las raíces.
- ✓ Regula la actividad microbiana.

En origen, la producción de compost, representa la manera más importante de reducir el volumen de residuos, con la consecuente reducción de las necesidades de recogida y tratamiento y las emisiones asociadas.

Etapas del proceso

En el proceso de compostaje se puede diferenciar entre cuatro fases. (12)

Etapa mesofílica (15-35°C) En esta etapa abundan las bacterias y hongos mesófilos. El número de actinomicetos (bacterias filamentosas con capacidad para formar filamentos delgados ramificados) permanece relativamente bajo.

- La temperatura aumenta hasta estar cerca de los 40°C debido a la actividad metabólica de estos microorganismos.
- El pH disminuye debido a la descomposición de lípidos y glúcidos en ácidos pirúvicos y de proteínas en aminoácidos, lo que favorece la aparición de hongos mesófilos más tolerantes a las variaciones del pH y humedad.

Etapa termofílica ($T^{as} > 45^\circ\text{C}$) En esta fase las poblaciones de bacterias y hongos mesófilos mueren o permanecen en estado latente mientras que las bacterias termófilas, actinomicetos y hongos termófilos encuentran su óptimo, generando incluso más calor que los mesófilos.

- La temperatura sigue ascendiendo en esta fase hasta valores de 75°C, lo que ocasiona la muerte o el estado latente de los organismos mesófilos.
- La degradación de los ácidos obtenidos en la etapa anterior mediante la transformación del nitrógeno en amoníaco, provoca el incremento del pH hasta 7.5 donde permanecerá casi constante hasta el final del proceso.

Es en esta etapa cuando comienza la esterilización del residuo debido a las altas temperaturas, la mayoría de las semillas y patógenos como E.Coli mueren al estar sometidos durante días a temperaturas superiores a 55°C.

Etapa de enfriamiento. Una vez que los nutrientes y energía comienzan a escasear, la actividad de los microorganismos termófilos disminuye, consecuentemente la temperatura en la pila desciende desde los 75°C hasta la temperatura ambiente, provocando la muerte de los anteriores y dando lugar a la reaparición de microorganismos mesófilos al pasar por los 40-45°C, estos dominarán el proceso hasta que toda la energía sea utilizada.

- Debido a esto, el pH del medio desciende un poco

Etapa de maduración. Periodo durante el cual se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización del humus. Los hongos asimilan los compuestos carbonatados que no fueron degradados durante el compostaje y estabilizan más los nutrientes. (9)

- La temperatura y pH se estabilizan.

Condiciones del proceso

Dentro de las principales variables que afectan al desarrollo de la población microbiana se encuentran la temperatura, el pH, la humedad y la aireación y por tanto la disponibilidad de oxígeno y la relación C/N.

Temperatura

Al disponerse el material que se va a compostar en pilas, si las condiciones son las adecuadas, comienza la actividad microbiana. Inicialmente todo el material se encuentra a la misma temperatura, pero según van creciendo los microorganismos se va generando calor y por tanto va aumentando la temperatura. El síntoma más claro de la actividad microbiana es el incremento de la temperatura de la masa que está compostando. (Véase Figura 2)

La eficiencia y el grado de estabilización al que ha llegado el proceso se puede juzgar por la evolución de la temperatura, ya que existe una relación directa entre la temperatura y la magnitud de la degradación de la materia orgánica. De la misma forma, existe una relación directa entre la degradación y el tiempo durante el cual la temperatura ha sido alta. (13)

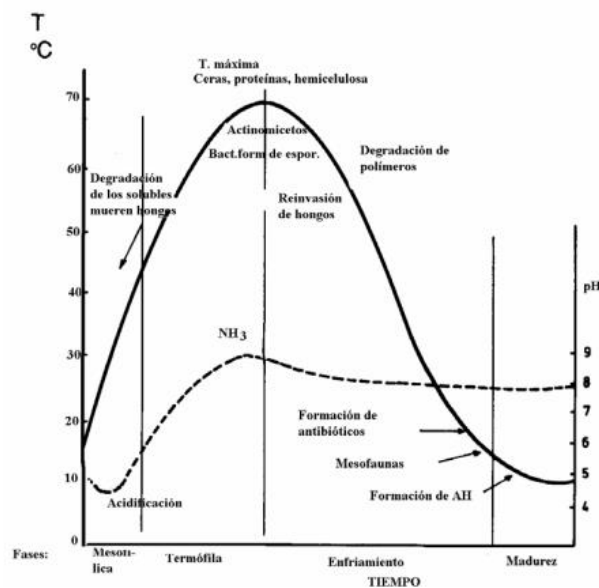


Figura 2. Evolución de la temperatura y pH (--) durante el compostaje. (4)

pH

El pH tiene una influencia directa en el compostaje debido a su acción sobre la dinámica de los procesos microbianos. Según algunos autores, la evolución del pH en el compostaje presenta tres fases. (Véase Figura 2)

Durante la fase mesofílica se observa una disminución del pH debido a la acción de los microorganismos sobre la materia orgánica más lábil, produciendo una transformación de complejos carbonados en ácidos orgánicos. Eventualmente, esta bajada inicial del pH puede ser muy pronunciada si existen condiciones anaeróbicas, pues se formarán aún más cantidad de ácidos orgánicos.

En una segunda fase se produce una progresiva alcalinización del medio, debido a la pérdida de los ácidos orgánicos y la generación de amoníaco procedente de la descomposición de las proteínas.

Finalmente, en la tercera fase el pH tiende a la neutralidad debido a la formación de compuestos húmicos que tienen propiedades tampón. Se concluye que un compostaje con la aireación adecuada conduce a productos finales con un pH entre 7 y 8; valores más bajos del pH son indicativos de fenómenos anaeróbicos y de que el material aún no está maduro. (13)

Aireación

La aireación tiene un doble objetivo, por una parte, aportar el oxígeno suficiente a los microorganismos y por otra permitir al máximo la evacuación del CO₂ producido. La aireación debe de mantenerse en unos niveles adecuados teniendo en cuenta además que las necesidades de oxígeno varían durante el proceso de compostaje.(14) (Véase Figura 3)

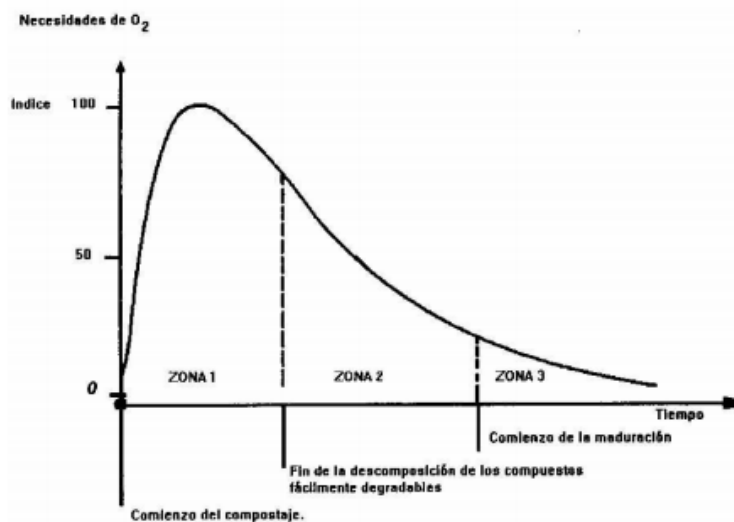


Figura 3. Curva teórica de las necesidades de Oxígeno (Mustin 1987)

Zona 1: Actividad de máxima degradación aerobia. Necesidad elevada de oxígeno.

Zona 2: Actividad media de degradación aerobia. Necesidad media de oxígeno.

Zona 3: Actividad baja de degradación aerobia. Necesidad baja de oxígeno.

Es necesario asegurar la presencia de oxígeno para un correcto desarrollo del compostaje ya que los microorganismos que intervienen son aerobios. Las pilas de compostaje presentan porcentajes variables de oxígeno en el aire de sus espacios libres: la parte más externa contiene casi tanto oxígeno como el aire (18-20%) mientras que hacia el interior el contenido de oxígeno va disminuyendo y el de dióxido de carbono aumentando.

Una aireación insuficiente provoca una sustitución de los microorganismos aerobios por anaerobios, con el consiguiente retardo en la descomposición, la aparición de sulfuro de hidrógeno y la producción de malos olores mientras que un exceso de ventilación podría provocar el enfriamiento de la masa y una alta desecación con la consiguiente reducción de la actividad metabólica de los microorganismos. Por ello, la aireación es una variable de operación muy importante. (13)

Humedad

Siendo el compostaje un proceso biológico de descomposición de la materia orgánica, la presencia de agua es imprescindible para las necesidades fisiológicas de los microorganismos, ya que es el medio de transporte de las sustancias solubles que sirven de alimento a las células y de los productos de desecho de las reacciones que tienen lugar durante dicho proceso.

Mediante diferentes estudios se ha concluido que pequeñas variaciones de humedad provocan grandes cambios en la temperatura.(13)La humedad de la masa de compostaje debe ser tal que el agua no llegue a ocupar totalmente los poros de dicha masa, para que permita la circulación tanto del oxígeno (ya que el proceso debe desarrollarse en condiciones aerobias), como la de otros gases producidos en la reacción, pero tampoco debe disminuir demasiado ya que sino el producto será biológicamente inestable. (14)

Relación C/N

Para un correcto compostaje en el que se aproveche y retenga la mayor parte del C y del N, la relación C/N del material de partida debe ser la adecuada. Generalmente, los microorganismos utilizan 30 partes de C por cada una de N; por esta razón, se considera el intervalo C/N de 25-35 como teóricamente óptimo para el compostaje de un producto.

La relación C/N influye en la velocidad del proceso y en la pérdida de amoníaco durante el compostaje.

- Si la relación C/N es mayor que 40 la actividad biológica disminuye y los microorganismos deben oxidar el exceso de carbono con la consiguiente ralentización del proceso, debido a la deficiente disponibilidad de N para la síntesis proteica de los microorganismos. Para eliminar el exceso de carbono (en

forma de anhídrido carbónico) es necesaria la aparición sucesiva de diversas especies microbianas. Al morir estos microorganismos el nitrógeno contenido en su biomasa se recicla y la relación C/N tiende a disminuir. Si el residuo tiene una alta relación C/N, pero la materia orgánica es poco biodegradable, la relación C/N disponible realmente para los microorganismos es menor y el proceso evolucionará rápidamente, pero afectará sólo a una proporción de la masa total.

- Si la relación C/N es muy baja (inferior a 18-19) el compostaje es más rápido pero el exceso de nitrógeno se desprende en forma amoniacal, produciéndose una autorregulación de la relación C/N del proceso. Estas pérdidas, si bien no afectan negativamente al compostaje, suponen un derroche, porque el N es el nutriente fundamental para los cultivos, así como un problema medioambiental ya que el amoníaco es un gas con un considerable efecto invernadero.

Al tener la relación C/N una gran dependencia de la riqueza inicial de N, un valor concreto de C/N no refleja el estado de madurez de un compost, por lo que es más indicado seguir la evolución de C/N del proceso o calcular la diferencia entre los valores iniciales y finales.

La relación C/N ideal para un compost totalmente maduro es cercana a 10, similar a la del humus aunque, en la práctica, se suele considerar que un compost es suficientemente estable o maduro cuando $C/N < 20$, condición necesaria pero no suficiente.

Por otra parte, el fósforo es el nutriente más importante, tras el C y el N, por lo que también debe estar presente en unas cantidades mínimas para que el proceso se lleve a cabo correctamente. Una buena relación entre los principales nutrientes provoca una adecuada capacidad para la proliferación microbiana, al tener todos los nutrientes principales en unas cantidades óptimas y en la forma más disponible para la síntesis microbiana. Singh y Amberger (1990) encontraron que cuando compostaban paja de trigo en presencia de roca fosfática, la descomposición de la paja aumentaba al hacerlo la cantidad de fósforo añadido. La relación C/P para el compostaje es óptima entre 75 y 150, mientras que la relación N/P debe estar entre 5 y 20.(13)

Metodología

En este trabajo se han analizado pilas de compost generadas a partir de una mezcla de:

- Lodos de EDAR compostables.
- Material vegetal triturado utilizado como estructurante.

A continuación, se va a explicar la metodología que se lleva a cabo en COGERSA S.A.U. para la producción de compost.

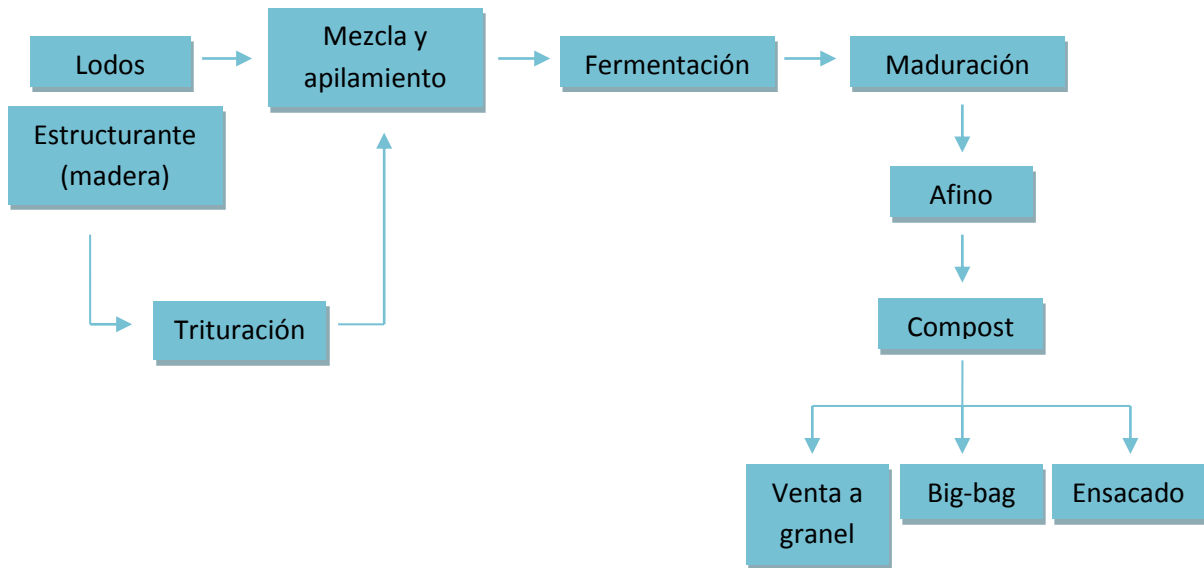


Figura 4. Diagrama proceso de producción compostaje

Inicialmente, antes de comenzar el proceso, los residuos se descargan en dos zonas diferenciadas según su procedencia:

- Zona para el estructurante (madera triturada).
- Zona de lodos. En esta zona se debe disponer, debido a la elevada humedad de los mismos, de una red de drenajes para conducir los posibles escurridos y lixiviados generados a una balsa.



Figura 5. Zona de lodos

Antes de proceder a la mezcla de los dos tipos de residuos, es necesaria una preparación previa de las maderas a utilizar como estructurante, la cual consiste en un triturado mecánico, que se realiza con una trituradora.



Figura 6. Madera triturada para utilizar como estructurante

A continuación, se lleva a cabo la mezcla exhaustiva de los residuos en las cantidades adecuadas (aproximadamente 2/3 de estructurante por 1/3 de lodos, medido en volumen) donde se obtienen finalmente las pilas para la fase de fermentación primaria.

Para que se lleve a cabo la fase de fermentación se disponen las pilas sobre dos tubos de PEAD (Polietileno de alta densidad) multiperforados conectados en su extremo a una soplante que provoca que el aire pase a través de la mezcla produciéndose así una correcta fermentación aeróbica. Una vez formadas las pilas sobre los tubos de aireación se tapan con una lona semipermeable que evita que la mezcla se moje con el agua de lluvia, en caso de que estén al aire libre, permitiendo a la vez que salgan los gases producidos en el proceso y evitando la emisión de olores. En caso de que la pila se encuentre dentro de la nave, no será necesaria la colocación de esta lona.

Para obtener datos de la temperatura se realizan mediciones con una sonda que se clava en la pila, ya sea en los orificios existentes en la lona de cubrición de la pila si está al aire libre o directamente en la pila si está en el interior de la nave. A través de dichas lecturas se comprueba que el proceso se está desarrollando correctamente. El material deberá estar como mínimo 60 minutos continuados a más de 70°C, si la temperatura no se alcanza, se abrirá la pila para proceder a su remezclado. La elevada temperatura que adquiere la pila de compost es muy importante, ya que es una manera de eliminar muchos tipos de microorganismos que pueden perjudicar a las plantas que cultivemos y que se encontraban presentes en el material original. Además, para que el proceso se desarrolle con normalidad es imprescindible que haya humedad y oxígeno suficientes, ya que los microorganismos encargados de realizar la descomposición de los materiales orgánicos necesitan de estos elementos para vivir. (5)

La humedad se controla cualitativamente y sin sonda. Igual que el parámetro anterior, la humedad es un factor muy importante para los microorganismos, si el operario observa sequedad en las pilas del material que se está compostando, debe proceder a regarlas antes de cubrirlas con la lona. Los lixiviados y escurridos generados en este proceso son recogidos y conducidos mediante una red de drenaje a una balsa, los cuales se aprovecharán en el futuro para el riego de las pilas.

Una vez finalizada la fase de fermentación, los materiales se trasladan a una nave cerrada. Esta nave dispone de un sistema de extracción mediante conductos de ventilación que terminan en un biofiltro constituido por capas de fracción vegetal triturada y compost maduro. En este momento se lleva a cabo la fase de maduración, se crean pilas de tamaño similar a las iniciales y, si fuera necesario, se airean mediante ventilación forzada. Durante la maduración los controles analíticos se realizan de la misma forma que en la de fermentación.

Por último, se lleva a cabo el cribado, afino y control analítico del compost para su comercialización. El compost, una vez preparado, se almacena en una zona diferenciada de la nave cerrada. En este proceso no se producen rechazos, ya que la fracción de

tamaño superior a 10 mm sobrante del tromel, máquina encargada del cribado y afino, no es otra cosa que material estructurante que se vuelve a reutilizar en la fase de mezcla.



Figura 7. Máquina encargada del cribado y afino del compost, tromel

A continuación se presentan las características del compost que se obtiene mediante el proceso anteriormente comentado.

Características compost AERO COGERSA		
Nitrógeno (total)	>	1 %
Nitrógeno (Orgánico)	>	1 %
Carbono (Orgánico)	<	20 %
Relación C/N	<	20
Materia Orgánica	≥	35 %
Humedad	≤	40 %
Ácidos Húmicos	>	4,5 %
Fosforo total (P2O5)	>	1 %
pH	≈	7
Conductividad	<	7 dS/m
Granulometría	<	25 mm
Cobre (Cu)	<	400 mg/kg
Zinc (Zn)	<	1000 mg/kg
Óxido de Calcio (CaO)	>	2 %
Contenidos en metales inferior a los límites autorizados para la clasificación tipo "C" según el Anexo V del RD 506/2013		

Tabla 1. Características compost AERO COGERSA

El compost de COGERSA AERO tiene el aspecto de una “tierra” muy suelta de tacto esponjoso y ligerísimamente húmedo, color pardo-negrusco y de olor neutro, con una temperatura estable. Cabe destacar la ausencia de impurezas (vidrio, plásticos), patógenos y semillas de malas hierbas. Con este compost se mejora la textura y estructura de los suelos, la actividad microbiana y el crecimiento de las plantas.

COGERSA también realiza pilas de compost de origen diferente al comentado con anterioridad, en este caso partiendo de residuos vegetales procedentes de poda y restos de siega junto con estiércoles. Con ellos se lleva a cabo un proceso similar para la

realización del compost, diferenciándose en que en su proceso va a ser necesario el volteo semanal para airear las pilas.

Salidas alternativas

Los camiones que no son seleccionados para descargar en la planta de compostaje, en COGERSA S.A.U se redirigen a la planta de biometanización o al vertedero.

Biometanización

Esta planta está diseñada para poder procesar de manera alternativa la fracción orgánica de residuos municipales (domésticos y comerciales) que se clasifique en origen y los lodos de depuradoras de aguas residuales urbanas.(12)

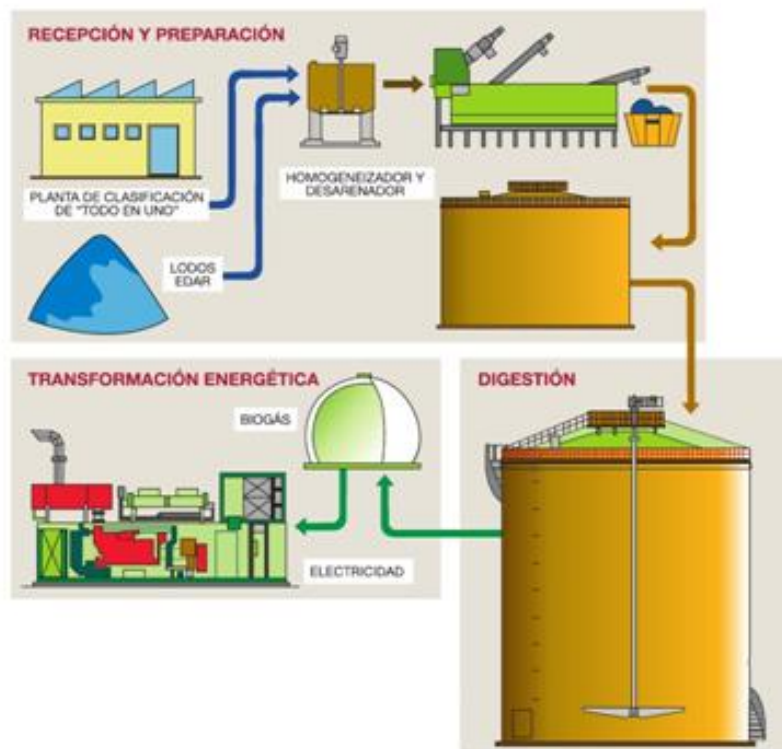


Figura 8. Diagrama de biometanización

Parte de los lodos que no se llevan a la planta de compostaje, van destinados a biometanización, donde se tratan para la obtención de biogás mediante una digestión anaerobia y además, se genera compost. La biometanización o digestión anaerobia es un proceso biológico que, en ausencia de oxígeno y a lo largo de varias etapas en las que intervienen una población heterogénea de microorganismos, permite la obtención del biogás, una mezcla de gases formada principalmente por metano y dióxido de carbono y por otros gases en menor proporción (vapor de agua, CO, N₂, H₂, H₂S,...).

El biogás es un gas combustible de elevada capacidad calorífica (5.750 Kcal/m³), lo que le confiere características combustibles ideales para su aprovechamiento energético en

motores de cogeneración, calderas y turbinas (generando electricidad, calor o biocarburante).(14)

En una fase final del proceso, los lodos resultantes del proceso (FORM y lodos EDAR) se juntan con madera y se acumulan en trincheras donde se va a generar el compost.

Vertedero

Los camiones con lodos que han sido descartados tanto para la planta de compostaje como para la de biometanización se dirigen al vertedero de residuos no peligrosos de COGERSA S.A.U. donde se juntan con residuos domiciliarios mezclados, los procedentes de la limpieza viaria, y otros residuos no peligrosos de origen industrial, incluidos los residuos comerciales, asimilables a los residuos urbanos y clasificados como no peligrosos.



Figura 9. Vertedero de residuos no peligrosos

El vertedero genera aguas contaminadas (lixiviados) y gases (malolientes), por lo que, por un lado hay que impermeabilizar el suelo para evitar que los lixiviados pasen a capas más profundas y, por otro, hay que recogerlos en una balsa donde eventualmente son tratados. Finalmente, se capta el biogás generado que se puede quemar para aprovechar su valor energético.

Impermeabilización: las características geológicas del vertedero de 1985, que determinaron su ubicación y extensión, cumplían de forma natural con las condiciones de permeabilidad y espesor exigidas por la Directiva 99/31/CE, sin embargo, en la ampliación del año 2003 y en cumplimiento del Real Decreto 1481/2001 de eliminación de residuos mediante depósito en vertedero, se procedió a configurar la impermeabilización del nuevo vaso mediante la superposición de capas de distintos materiales sobre las que se apoyan los residuos. Estas capas en orden descendente son:

- Geotextil de 200 g/cm² para garantizar el paso de los líquidos.
- Capa de material drenante (grava) de 0,50 m de espesor
- Geotextil de 400 g/cm², para la protección de la lámina de polietileno respecto al material drenante
- Una lámina de polietileno de alta densidad de 2 mm de espesor, soldada in situ
- Geotextil de 400 g/cm², bajo la lámina de polietileno, con objeto de protegerla respecto a la capa de arcillas inmediatamente inferior
- Capa de arcillas limosas, compacta y de espesor 0,7 m, con un coeficiente de permeabilidad de $K < 10^{-9}$ m/s, procedentes tanto de la zona de ampliación como traída de otros lugares.

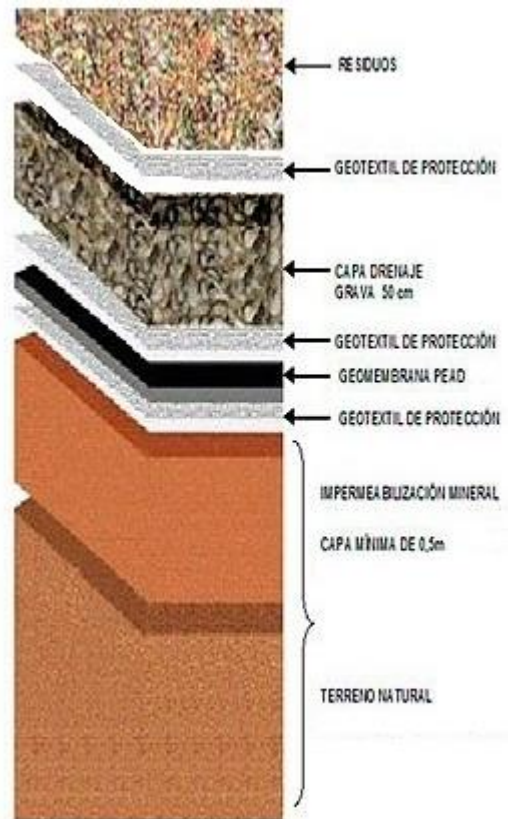


Figura 10. Capas de impermeabilización del vertedero de residuos no peligrosos

Captación de lixiviados. Los lixiviados (o aguas contaminadas) generados en el vertedero se recogen mediante una red de captación en el fondo del vaso, compuesta por una espina de pez longitudinal al vaso y una zona de gravas alrededor de una arqueta. Una serie de tuberías de polietileno trasladan estos lixiviados a la balsa de homogeneización ubicada en el área de tratamiento de lixiviados. Para minimizar la producción de lixiviados, un sistema de cunetas perimetrales evita la entrada de las aguas de escorrentía en el vertedero y conducen estas aguas pluviales hacia los arroyos sin que entren en contacto con los residuos.

Emisiones de biogás/olores: para minimizar la producción de olores y captar adecuadamente el biogás, los residuos se depositan y compactan en capas de 2 a 4 metros de altura que se cubren diariamente con tierra. Además, el vertedero cuenta con una red de captación y aprovechamiento del biogás, que funciona en depresión con el fin de controlar todas las emisiones a la atmósfera.

3 Legislación

Desde el punto de vista legal, existe un plan sobre la gestión de residuos que mediante un acuerdo del Consejo de Ministros del 6 de noviembre de 2015 aprobó el PEMAR (Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos) 2016-2022. Este Plan es el instrumento para ordenar la política de residuos en España en los próximos años, de forma que impulse las medidas necesarias para mejorar las deficiencias detectadas y promueva las actuaciones que proporcionan un mejor resultado ambiental y que aseguren que España cumple con los objetivos legales de la Unión Europea (10).

Con este nuevo Plan, se cumple con:

- La obligación comunitaria de disponer de planes de gestión de residuos, ante la finalización en 2015, del Plan Nacional vigente (Plan Nacional Integrado de Residuos 2008-2015 (PNIR)).
- El cumplimiento de una de las condiciones ex ante (prevista con antelación) del sector residuos para el acceso a fondos comunitarios destinados a este sector en el próximo período 2014-2020.
- La adaptación a los contenidos que la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados establece para el Plan Estatal Marco.

El objetivo de este Plan es sustituir una economía lineal basada en producir, consumir y tirar, por una economía circular en la que se reincorporen al proceso productivo una y otra vez los materiales que contienen los residuos para la producción de nuevos productos o materias primas.

En cuanto a la legislación vigente para el compostaje, se encuentra en el Boletín del Estado donde, en el Anexo V del Documento BOE-A-2013-7540, se expone:

1. Porcentaje de nitrógeno orgánico

En los abonos orgánicos, el contenido en nitrógeno orgánico, deberá ser al menos un 85 por ciento del nitrógeno total, salvo que en los requisitos específicos del tipo se dispongan otros valores.

2. Humedad

En los abonos granulados o peletizados, el contenido máximo en humedad permitido, expresado en porcentaje en masa, será del 14 por ciento, salvo que en la especificación del tipo se fije una cifra diferente.

3. Granulometría

Con carácter general, en los abonos orgánicos y las enmiendas orgánicas, el 90 por ciento del producto fertilizante, deberá pasar por una malla de 10 mm, salvo que en la

especificación del tipo se fije una cifra diferente. Este requisito no obliga a los productos que están industrialmente granulados o peletizados.

4. Límite máximo de microorganismos

La materia prima transformada, lista para ser usada como ingrediente de abonos orgánicos de origen animal, debe ser sometida a un proceso de higienización que garantice que su carga microbiana no supera los valores máximos establecidos en el Reglamento (CE) N. ° 1069/2009

En los productos fertilizantes de origen orgánico, se acreditará que no superan los siguientes niveles máximos de microorganismos:

Salmonella: Ausente en 25 g de producto elaborado.

Escherichiacoli: < 1000 número más probable (NMP) por gramo de producto elaborado.

5. Límite máximo de metales pesados

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 (A mayor calidad, C menor calidad):

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

Tabla 2. Límites de concentración de metales pesados (mg/kg)

En COGERSA S.A.U. se analiza la composición de pilas y lodos de llegada por un organismo de control debidamente acreditado para realizar los análisis de acuerdo a las especificaciones del producto y la normativa española vigente.

Para la toma de muestras se sigue el método reflejado en el anexo IV del Reglamento (CE) 2003/2003, quedando reflejado su cumplimiento en el FITPG17-02/10 Acta de toma de muestras en planta de compostaje.

Los laboratorios externos encargados de la realización de los análisis vienen reflejados en la lista proporcionada por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio

Ambiente(18), en la cual se encuentra la empresa seleccionada para la realización de los análisis de las muestras estudiadas:

AGROLAB ANALITICA, S.L. Situada en el Polígono Multiva Baja, calle S nº8 E-31192, Multiva Baja (Navarra).

Si como consecuencia de este control de calidad, se detectasen desviaciones, el Responsable Técnico registra una incidencia en la que define las acciones correctoras que va a acometer (reprocesado, prolongación del proceso...).

Teniendo en cuenta que el destinatario final se encuentra mayoritariamente en la comunidad de Castilla y León se ha consultado la normativa específica de esta zona donde se expone(12):

Sólo podrán ser utilizados en la actividad agraria los lodos tratados y amparados por la documentación mínima que se establece en el artículo 4º del mismo Decreto. Por tanto está totalmente prohibida la utilización de lodos residuales de forma directa sin un tratamiento previo.

Los suelos sobre los que podrán aplicarse los lodos deberán presentar una concentración de metales pesados inferior a la establecida, además no podrán excederse en cuanto al contenido en metales pesados legislado.

En cuanto a las cantidades máximas de lodos que podrán aportarse al suelo por hectárea y año serán las que de acuerdo con el contenido en metales pesados de los suelos y los lodos a aplicar, no rebasen los valores límite de incorporación de los metales pesados.

Metales Pesados	kh/Ha/año
Cadmio	0,15
Cobre	12,00
Níquel	3,00
Plomo	15,00
Zinc	30,00
Mercurio	0,10
Cromo	3,00

Tabla 3. Valores límites para las cantidades anuales de metales pesados que se podrán introducir en los suelos basándose en una media de diez años.

En todo caso, quedan totalmente prohibidos:

- Aplicación de lodos tratados en praderas, pastizales y demás aprovechamientos a utilizar en pastoreo directo por el ganado con una antelación menor de tres semanas respecto a la fecha de comienzo del citado aprovechamiento.
- Aplicación de lodos tratados en cultivos hortícolas y frutícolas durante su ciclo vegetativo, con la excepción de los cultivos de árboles frutales, o en un plazo menor de diez meses antes de la recolección y durante la recolección misma.

4 Labores realizadas

Durante mi periodo en COGERSA S.A.U. he llevado a cabo las siguientes tareas:

- Control de flujos
 - Control de lodos EDAR
 - Producción de compost
 - Composición de las pilas
- Proposición de producción
- Control
 - Analíticas (Depuradoras y Pilas)
 - Temperaturas

Control de flujos

Lodos EDAR

Inicialmente, se han analizado todas las entradas a COGERSA S.A.U. durante el año 2017 correspondientes a los lodos EDAR y se ha analizado la distribución de la masa por franjas horarias, días de la semana y semanas del mes. Los resultados obtenidos se encuentran en el ANEXO A.

Finalmente, se ha determinado la masa total de lodos que aporta cada depuradora durante el año 2017.

Depuradora	Entrada total (T)
ACUAES (SAN CLAUDIO)	3969,9
ACUAES (VILLAPEREZ)	25097,6
CADASA (BAIÑA)	5008,4
CADASA (FRIERES)	5575,0
CADASA (MAQUA)	4929,5
CADASA (RICAÑO)	2078,9
CADASA (RIOSECO-ETAP)	1694,2
EMA (LA REGUERONA)	12224,8
SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	757,9
AGUAS DE AVILES, S.L.	46,3
AQUALIA (TEVERGA SAN MARTIN DE TEVERGA)	10,4
ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	660,3
ASTURAGUA (POLA ALLANDE)	48,8
ASTURAGUA (TINEO)	358,2

CADASA (ARENAS DE CABRALES)	29,0
CADASA (BAJO NALON)	1189,8
CADASA (CUDILLERO)	114,9
CADASA (LLANES)	611,5
CADASA (GRADO)	679,3
CADASA (LA FRANCA)	97,9
CADASA (LAS CALDAS)	698,7
CADASA (LUARCA)	308,2
CADASA (OLLONIEGO)	161,0
CADASA (RIO ESQUEIRO)	49,4
CADASA (TRUBIA)	176,0
CADASA (VALLE SAN JORGE)	70,3
CADASA (ABLANEDA)	15,0
RIBADESELLA	431,6
EMA (SOMONTE)	6,6
EMA (MUSEL)	89,3
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS DE GIJON, S.A	850,0
EMULSA LIMPIEZA CANAL DEL MOLÍN	3,1
FCC AQUALIA VALDES-MUÑAS	2,3
SOCAMEX COLUNGA	319,9
SOCAMEX, S.A.	4,6
TRAINASA (CABORNIO)	332,8
U.T.E. ARBON	4,3
UTE REF. LLANES (OBRA LLANES)	3,4
UTE SANEAMIENTO VILLAVICIOSA	7,8
VALORIZA - GRANDAS DE SALIME	3,8
Entradas Lodos EDAR durante 2017	68720,4

Tabla 4. Entradas lodos EDAR, COGERSA 2017

De la tabla anterior se puede obtener entonces el dato de la cantidad total de lodos que entraron en COGERSA S.A.U. durante el año 2017, siendo este valor el de 68720,4 T.

Producción compost

En la tabla siguiente se muestra la cantidad de lodos EDAR compostados que se han analizado en la memoria. En la primera fila se indica el total de lodos recogidos en las pilas 162-184. En la segunda fila se desglosan los datos en función de su concentración en metales pesados.

Lodo compostado. Pilas 162-184			
HÚMEDO			
15140		T	
Válidas		No válidas (exceso metales)	
9143	T	5997	T

Tabla 5. Lodos compostados. Pilas 161-184

Como se observa en las tablas, se han tratado 15140 T de lodos con las 23 pilas analizadas, sin embargo casi un 40% del producto, 5997 T, superaba las cantidades permitidas de metales pesados. Estos números se han podido mejorar añadiendo a algunas pilas compostaje de poda. De esta forma, se han recuperado algunas pilas que presentaban concentraciones no permitidas de metales pesados.

Pilas recuperadas con compostaje de poda		Pilas desechadas	
163,164,166,167,173,174		169,170,171,172	
HÚMEDO		HÚMEDO	
3307	T	2691	T

Tabla 6. Pilas recuperadas y desechadas

De un primer descarte de nueve pilas, finalmente solo cuatro han tenido que ser desechadas, suponiendo un 17% del producto generado.

Si se tienen en cuenta la cantidad de lodos EDAR que entran en la planta, como se puede observar en la Tabla 4, se ha compostado un 22% de todas las entradas, por lo que es totalmente viable la ampliación y crecimiento que va a llevar a cabo la empresa por la que se van a compostar 40000 T/año en una nueva planta a la que se va a trasladar el proceso. Esta nueva producción supondría, considerando que los datos no varíen mucho, casi un 60% de las entradas, por lo que se daría una salida alternativa a gran parte del material evitando su final como residuo en el vertedero.

Composición pilas

En el ANEXO B se detalla la aportación de cada depuradora a cada una de las pilas analizadas. En la Tabla 7 se recoge un resumen de los datos del ANEXO B indicando únicamente la procedencia de los lodos de cada pila.

	EDAR de procedencia																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
162	x	x	x		x	x		x		x		x	x					
163		x	x	x	x	x		x			x		x	x	x			
164	x	x	x	x	x							x	x	x				
165	x	x	x	x	x	x						x	x					
166	x	x	x	x	x				x			x	x					
167	x	x	x	x			x	x				x	x	x			x	
168	x	x	x		x	x				x		x	x	x				
169	x	x		x	x	x			x			x			x	x		
170	x	x	x		x	x						x	x					
171	x	x		x	x	x		x		x	x		x	x			x	
172	x	x		x	x	x		x					x	x			x	
173	x	x	x	x	x	x		x					x	x		x	x	

		EDAR de procedencia																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	174	x	x	x	x	x	x			x	x			x	x	x			x
	175	x	x	x	x	x	x			x	x			x	x	x			x
	176	x	x	x	x	x	x		x		x	x		x	x			x	x
	177	x	x	x	x	x	x			x				x	x	x			x
	178	x	x	x	x	x	x	x						x			x		x
Pila	179	x	x	x	x	x	x		x					x			x		x
	180	x	x	x	x		x	x	x	x	x			x	x		x	x	x
	181	x	x	x		x	x			x				x	x				x
	182	x	x	x	x	x				x				x		x			x
	183	x	x		x	x								x	x				
	184	x	x	x	x	x	x		x		x			x	x				x

Tabla 7. EDAR que forman cada pila

Analizando el contenido de la Tabla 7 se puede observar como la mayoría de las pilas tienen lodos de las primeras seis EDAR. Por otro lado, se debe señalar que a partir de la pila 171 ya no se incluyen lodos de la EDAR de Villaperez (Columna 12) ya que el contenido en cadmio era muy elevado. Así mismo, los contenidos en cadmio de SOCAMEX Rodiles –Villaviciosa (Columna 17) y EMA La Reguerona (Columna 18) son elevados por lo que en muchas ocasiones han debido ser rechazados y en otras se han podido aceptar gracias al bajo contenido de los demás lodos implicados en la pila que permiten obtener valores finales de cadmio aceptables.

Propuesta de producción

A continuación se plantean dos propuestas diferentes para el aumento de la producción:

- Aumentar la relación lodo/estructurante

En este momento la relación lodo/estructurante que se está utilizando es 1:2 en volumen, por lo que si se aumenta un poco, se podría tratar una mayor cantidad de lodos.

Si se plantea una relación 1,3:2 la relación pasaría a ser de 40-60 lo que aumentaría la cantidad de lodos en un 7% más en cada pila. Suponiendo una media de 700 T de pila por la relación anterior, con esta nueva condición se estarían utilizando 50 T más de lodos EDAR/pila. De los datos de 2017 se obtiene que se han realizado 21 pilas por lo que con esta nueva relación se podrían haber utilizado 1050 T más de lodos. A pesar de este aumento de la relación se observa que aunque la cantidad de residuos tratados aumenta no lo hace en una gran cantidad.

Además, habría que comprobar de forma práctica uno de los mayores inconvenientes que podría tener este método que sería la relación C/N ya que debe estar entre un 25-

35% en el producto de partida, y aunque se sigue agregando estructurante en una mayor proporción hay que considerar que la gran parte de esta madera tarda mucho en biodegradarse, lo que daría lugar por tanto a una relación C/N menor y podría ocasionar problemas en el proceso. Una posible solución sería cambiar el tipo de madera, pero también se traduciría en desajustes del sistema ya que al ser más biodegradable una mayor parte de esta pasaría a formar parte del proceso y por tanto se alargaría el proceso durante más semanas.

Por tanto, a pesar de poder tratar una mayor cantidad de lodos, el aumento no es demasiado significativo y se desestabilizaría el delicado equilibrio en el que, como se puede observar, se encuentra este proceso.

b) Realizar un mayor número de pilas al mes

Este planteamiento tiene el objetivo de aumentar la producción hasta 40000 T/año. Se deben considerar algunas cuestiones de partida para esta propuesta:

- ✓ Se han utilizado únicamente las 19 depuradoras de las cuales se dispone de la analítica correspondiente.
 - Se ha comprobado que hay suficiente cantidad de lodos para cada mes. En particular, al cabo de un año se dispone un total de 68720 T.
 - Para lograr esta cantidad de lodos es necesario incluir dentro de los lodos EDAR para este proceso los procedentes de la depuradora de Villaperez (actualmente descartados por sus valores altos en Cadmio).
- ✓ Se plantean pilas de 700 T de lodos de partida y con un límite máximo de Cadmio de 2,8 mg/kg sms (sobre materia seca) para considerar un posible error en cuanto a la variación de alguna de las EDAR.
- ✓ Teniendo en cuenta que se han fijado pilas de unas 700 T, serán necesarias 58 pilas/año y por tanto 5 pilas al mes. De esta forma, se tratarían 42000 T/año.

$$700 \frac{\text{toneladas}}{\text{pila}} \cdot 5 \frac{\text{pilas}}{\text{mes}} \cdot 12 \frac{\text{meses}}{\text{año}} = 42000 \frac{\text{toneladas}}{\text{año}}$$

- ✓ La producción se va a calcular con los datos de 2017 considerando que son datos que no variarán en grandes cantidades. La viabilidad del proceso se ha simulado mediante las herramientas informáticas de las hojas Excel. En el ANEXO C se recogen los resultados obtenidos.

Como puede observarse en la Tabla 8, la Pila 1 no alcanza las 700 T propuestas ya que la combinación de lodos no permite emplear mayor volumen sin sobrepasar la cantidad límite de cadmio.

	Masa (T)
Pila 1	595
Pila 2	700
Pila 3	700
Pila 4	700
Pila 5	700
TOTAL (Enero)	3395

Tabla 8. Pilas propuesta producción

Estos cálculos permiten asegurar que la propuesta es viable o se aproxima mucho al objetivo deseado.

Control

Analíticas de depuradoras

A continuación, se muestran las analíticas de algunas de las depuradoras de las que se reciben los lodos en COGERSA. Los resultados son sobre materia seca (sms). Señalar que la empresa también recoge lodos procedentes del norte de la comunidad de Castilla y León, Tabla 11.

En las analíticas se observa como el metal que ocasiona problemas siempre es el cadmio, ya que por lo general, el resto de metales siempre se encuentran en menor cantidad de los límites establecidos. Se han puesto en color rojo los valores de las concentraciones de los metales que superan el límite establecido.

Cabe destacar que se presentan dos analíticas de la EDAR Villaperez ya que el contenido en cadmio que se obtuvo en la primera era muy alto y no cuadraba con los datos anteriores. Sin embargo, al repetir la analítica, y como se puede observar en la Tabla 15, el valor obtenido sigue siendo muy superior al permitido.

Estos datos han sido suministrados por la empresa externa que realiza los análisis en COGERSA S.A.U.

1 - Baiña (20/03/17)				
Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	0,47	0,7	2	3
Cobre (Cu)	233,17	70	300	400
Níquel (Ni)	20,64	25	90	100
Plomo (Pb)	19,16	45	150	200
Cinc (Zn)	205,99	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,26	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	48	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0	0	0	0

Tabla 9. Análisis metales pesados, EDAR 1

2 - Frieres(20/03/17)

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	0,76	0,7	2	3
Cobre (Cu)	117,69	70	300	400
Níquel (Ni)	28,36	25	90	100
Plomo (Pb)	40,54	45	150	200
Cinc (Zn)	389,72	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,35	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	67,90	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Tabla 10. Análisis metales pesados, EDAR 2

5 - Rio Seco de Tapia (20/03/17)

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	0,12	0,7	2	3
Cobre (Cu)	23,47	70	300	400
Níquel (Ni)	11,19	25	90	100
Plomo (Pb)	0,38	45	150	200
Cinc (Zn)	46,92	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,15	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	0,00	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Tabla 11. Análisis metales pesados, EDAR 5

6 - Olloniego (20/03/17)

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	0,99	0,7	2	3
Cobre (Cu)	279,87	70	300	400
Níquel (Ni)	24,05	25	90	100
Plomo (Pb)	44,82	45	150	200
Cinc (Zn)	519,16	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,30	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	62,90	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Tabla 12. Análisis metales pesados, EDAR 6

10 - Grado (20/03/17)

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	0,89	0,7	2	3
Cobre (Cu)	141,67	70	300	400
Níquel (Ni)	22,62	25	90	100
Plomo (Pb)	54,71	45	150	200
Cinc (Zn)	394,77	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,28	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	50,80	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Tabla 13. Análisis metales pesados, EDAR 10

12 - Villaperez (20/03/17)

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	24,03	0,7	2	3
Cobre (Cu)	140,86	70	300	400
Níquel (Ni)	28,32	25	90	100
Plomo (Pb)	52,91	45	150	200
Cinc (Zn)	523,83	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,34	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	58,32	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Tabla 14. Análisis metales pesados, EDAR 12

12 - Villaperez (26/04/17)

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	14,05	0,7	2	3
Cobre (Cu)	115,12	70	300	400
Níquel (Ni)	17,29	25	90	100
Plomo (Pb)	35,81	45	150	200
Cinc (Zn)	273,00	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,22	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	41,80	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Tabla 15. Análisis metales pesados, EDAR 12 (repetición)

13 - San Claudio (20/03/17)

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	0,41	0,7	2	3
Cobre (Cu)	186,84	70	300	400
Níquel (Ni)	12,15	25	90	100
Plomo (Pb)	35,70	45	150	200
Cinc (Zn)	411,10	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,16	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	59,00	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Tabla 16. Análisis metales pesados, EDAR 13

17 - Rodiles Villaviciosa (10/05/17)

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	0,77	0,7	2	3
Cobre (Cu)	203,92	70	300	400
Níquel (Ni)	20,46	25	90	100
Plomo (Pb)	52,02	45	150	200
Cinc (Zn)	697,20	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,25	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	33,80	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Tabla 17. Análisis metales pesados, EDAR 17

Analíticas de pilas

Una vez que ha terminado el proceso de compostaje en las pilas hay que analizar el contenido en metales pesados, procediendo así a catalogarlas en función de los mismos o incluso a su descarte si se sobrepasan los máximos permitidos.

Al igual que en el caso anterior, y como era de esperar, el metal que genera problemas es el cadmio. El cuál va a ser el responsable de tener que descartar o tomar medidas con algunas de las pilas de compost para poder proceder a su venta. De la misma forma, se han puesto en rojo los valores de las concentraciones de metales que superan el límite establecido.

Como se puede observar, en el caso de las pilas 163 (Tabla 19) y 164 (Tabla 20) se han realizado dos analíticas ya que coincidió con el periodo de aumento de cadmio en la EDAR Villaperez y, dado que los resultados obtenidos en este metal eran muy superiores y no cuadraban con los datos anteriores, se repitió la analítica.

162				
Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	2,94	0,7	2	3
Cobre (Cu)	186,31	70	300	400
Níquel (Ni)	31,73	25	90	100
Plomo (Pb)	91,63	45	150	200
Cinc (Zn)	467,85	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,38	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	67,91	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Clase C

Tabla 18. Análisis metales pesados, pila 162

163					
Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)		Valores permitidos (mg/kg sms)		
			A	B	C
Cadmio (Cd)	8,58	8,68	0,7	2	3
Cobre (Cu)	220,32	230,47	70	300	400
Níquel (Ni)	36,21	32,02	25	90	100
Plomo (Pb)	103,39	112,00	45	150	200
Cinc (Zn)	463,80	452,43	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,44	0,39	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	74,38	78,00	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0,00	0	0	0

No válida, exceso de Cadmio

Tabla 19. Análisis metales pesados, pila 163

164					
Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)		Valores permitidos (mg/kg sms)		
			A	B	C
Cadmio (Cd)	6,57	7,17	0,7	2	3
Cobre (Cu)	256,44	170,61	70	300	400
Níquel (Ni)	24,81	23,29	25	90	100
Plomo (Pb)	93,69	46,26	45	150	200
Cinc (Zn)	497,45	487,55	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,30	0,29	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	46,35	55,00	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0,00	0	0	0

No válida, exceso de Cadmio

Tabla 20. Análisis metales pesados, pila 164

165				
Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	1,47	0,7	2	3
Cobre (Cu)	61,56	70	300	400
Níquel (Ni)	34,45	25	90	100
Plomo (Pb)	74,75	45	150	200
Cinc (Zn)	515,14	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,42	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	81,90	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Clase C

Tabla 21. Análisis metales pesados, pila 165

166				
Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	6,19	0,7	2	3
Cobre (Cu)	155,37	70	300	400
Níquel (Ni)	37,87	25	90	100
Plomo (Pb)	144,58	45	150	200
Cinc (Zn)	412,01	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,46	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	74,80	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

No válida, exceso de Cadmio

Tabla 22. Análisis metales pesados, pila 166

167				
Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	3,54	0,7	2	3
Cobre (Cu)	113,20	70	300	400
Níquel (Ni)	36,85	25	90	100
Plomo (Pb)	68,42	45	150	200
Cinc (Zn)	367,35	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,44	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	86,33	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

No válida, exceso de Cadmio

Tabla 23. Análisis metales pesados, pila 167

168				
Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	2,92	0,7	2	3
Cobre (Cu)	114,49	70	300	400
Níquel (Ni)	26,00	25	90	100
Plomo (Pb)	72,25	45	150	200
Cinc (Zn)	379,06	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,32	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	51,40	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Clase C

Tabla 24. Análisis metales pesados, pila 168

169				
Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	5,27	0,7	2	3
Cobre (Cu)	113,08	70	300	400
Níquel (Ni)	17,00	25	90	100
Plomo (Pb)	69,76	45	150	200
Cinc (Zn)	389,06	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,21	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	31,90	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

No válida, exceso de Cadmio

Tabla 25. Análisis metales pesados, pila 169

170				
Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	6,95	0,7	2	3
Cobre (Cu)	164,57	70	300	400
Níquel (Ni)	26,71	25	90	100
Plomo (Pb)	67,05	45	150	200
Cinc (Zn)	340,30	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,33	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	41,50	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

No válida, exceso de Cadmio

Tabla 26. Análisis metales pesados, pila 170

171

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	3,80	0,7	2	3
Cobre (Cu)	240,00	70	300	400
Níquel (Ni)	26,60	25	90	100
Plomo (Pb)	127,00	45	150	200
Cinc (Zn)	424,00	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,80	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	48,30	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

No válida, exceso de Cadmio

Tabla 27. Análisis metales pesados, pila 171

172

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	9,40	0,7	2	3
Cobre (Cu)	173,00	70	300	400
Níquel (Ni)	22,80	25	90	100
Plomo (Pb)	135,00	45	150	200
Cinc (Zn)	396,00	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,50	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	30,90	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

No válida, exceso de Cadmio

Tabla 28. Análisis metales pesados, pila 172

173

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	3,00	0,7	2	3
Cobre (Cu)	161,00	70	300	400
Níquel (Ni)	17,10	25	90	100
Plomo (Pb)	83,00	45	150	200
Cinc (Zn)	434,00	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,70	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	29,20	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Clase C

Tabla 29. Análisis metales pesados, pila 173

174

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	3,60	0,7	2	3
Cobre (Cu)	122,25	70	300	400
Níquel (Ni)	34,46	25	90	100
Plomo (Pb)	49,76	45	150	200
Cinc (Zn)	354,04	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,42	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	54,55	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

No válida, exceso de Cadmio

Tabla 30. Análisis metales pesados, pila 174

175

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	1,19	0,7	2	3
Cobre (Cu)	52,21	70	300	400
Níquel (Ni)	30,39	25	90	100
Plomo (Pb)	63,25	45	150	200
Cinc (Zn)	251,21	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,37	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	65,42	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Clase B

Tabla 31. Análisis metales pesados, pila 175

176

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	2,61	0,7	2	3
Cobre (Cu)	151,47	70	300	400
Níquel (Ni)	39,69	25	90	100
Plomo (Pb)	70,87	45	150	200
Cinc (Zn)	419,94	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,48	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	97,48	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Clase C

Tabla 32. Análisis metales pesados, pila 176

177

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	2,05	0,7	2	3
Cobre (Cu)	214,30	70	300	400
Níquel (Ni)	31,79	25	90	100
Plomo (Pb)	75,29	45	150	200
Cinc (Zn)	447,23	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,38	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	52,68	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Clase C

Tabla 33. Análisis metales pesados, pila 177

178

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	< 0,6	0,7	2	3
Cobre (Cu)	186,00	70	300	400
Níquel (Ni)	15,90	25	90	100
Plomo (Pb)	44,50	45	150	200
Cinc (Zn)	324,00	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,60	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	31,60	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Clase B

Tabla 34. Análisis metales pesados, pila 178

179-180-181

Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	2,49	0,7	2	3
Cobre (Cu)	342,65	70	300	400
Níquel (Ni)	44,53	25	90	100
Plomo (Pb)	121,93	45	150	200
Cinc (Zn)	603,66	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,53	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	49,55	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Clase C

Tabla 35. Análisis metales pesados, pila 179

182				
Metal	Resultados analítica (mg/kg sms)	Valores permitidos (mg/kg sms)		
		A	B	C
Cadmio (Cd)	1,3	0,7	2	3
Cobre (Cu)	107	70	300	400
Níquel (Ni)	17,7	25	90	100
Plomo (Pb)	145	45	150	200
Cinc (Zn)	381	200	500	1000
Mercurio (Hg)	0,4	0,4	1,5	2,5
Cromo (Cr)	42,9	70	250	300
Cromo hexav (Cr VI)	0,00	0	0	0

Clase B

Tabla 36. Análisis metales pesados, pila 182

No se disponen de los análisis de las pilas 183 ni 184 ya que al ser muy recientes todavía no se han recibido los resultados de la empresa encargada del análisis.

Control de temperaturas

A continuación se muestran los resultados obtenidos en la medición de temperaturas. Se han medido cinco pilas en estados diferentes del proceso de compostaje donde se puede comprobar que, según la etapa, las temperaturas varían en unos rangos u otros.

Las medidas se han realizado con unas sondas facilitadas por la empresa con las que una vez al día se tomaba la temperatura de las pilas. Debido al gran tamaño de las pilas y el tiempo de medida, los resultados son puramente orientativos y se realizaron para comprobar la curva del proceso ya que para que pudieran ser más reales habría que tomar un mayor número de medidas.

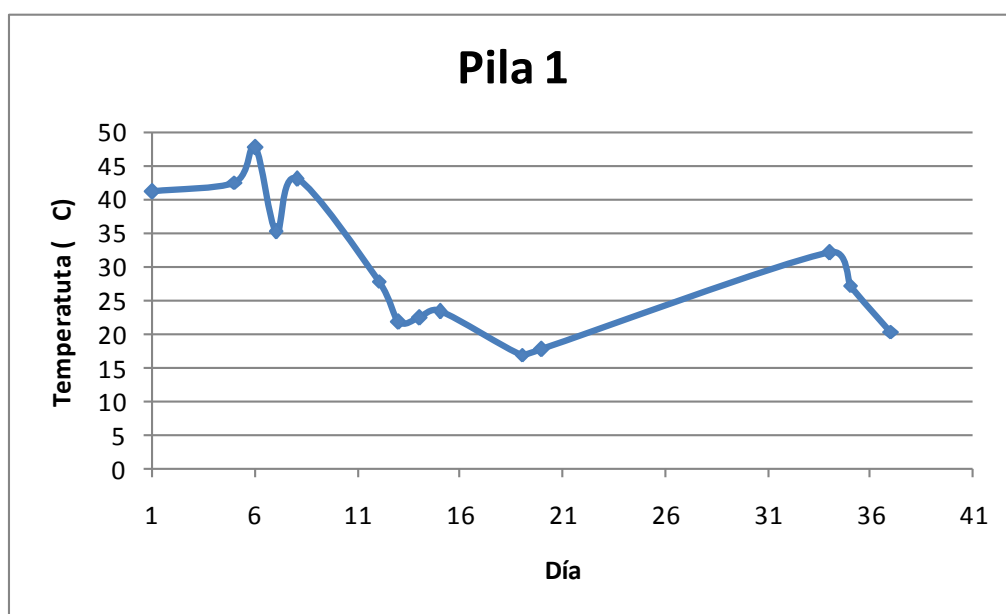


Figura 11. Análisis de temperaturas pila 1

Cuando se comenzó a controlar la temperatura de la Pila 1 se encontraba al final de la etapa termofílica por tanto se pueden observar altas temperaturas pero ya se habría superado el pico mayor. Después, la evolución de la misma se da hacia temperaturas decrecientes aunque se observa un máximo relativo hacia los últimos días de medida. Teniendo en cuenta que no se tienen referencias de temperatura de los días anteriores, los datos podrían haberse visto influenciados únicamente por las condiciones de medida, ya sea por variaciones meteorológicas grandes o por factores humanos.

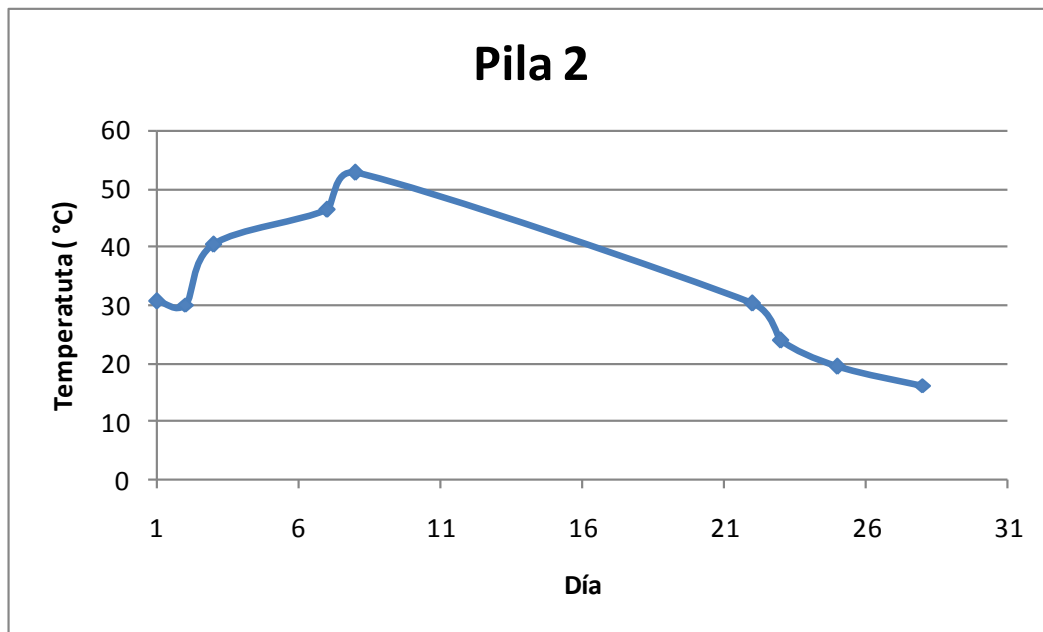


Figura 12. Análisis de temperaturas pila 2

La Pila 2 se comienza a medir al principio de su montaje por lo que se observan temperaturas que van ascendiendo con el paso de los días, sin embargo cabe destacar que no se registra una temperatura tan elevada como las comentadas teóricamente probablemente debido a las condiciones de medida.

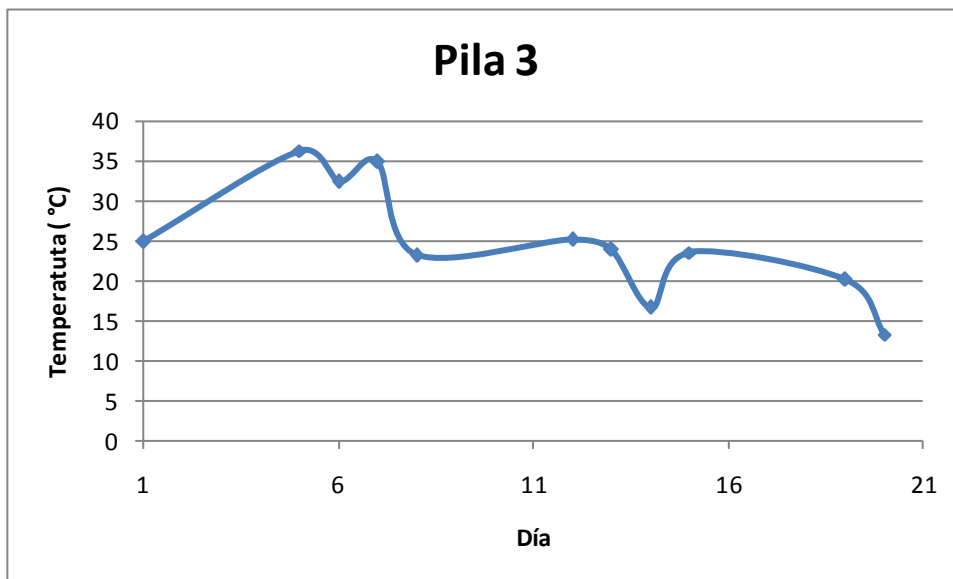


Figura 13. Análisis de temperaturas pila 3

La Pila 3 comenzó a medirse cuando debería estar en la fase de maduración. Sin embargo, dado que era una pila que se encontraba a la intemperie y a ciertos infortunios meteorológicos la pila estaba muy mojada por lo que cuando tocaba que fuese cribada no pudo serlo. Para ver como evolucionaba, se controló la temperatura de la misma y se obtuvieron los resultados mostrados en la gráfica anterior, donde se observan ciertas fluctuaciones de las temperaturas pero los valores son por lo general bajos, característicos de las últimas fases del proceso. Se puede destacar un pico decreciente en el día 14 de medida el cuál probablemente se deba a haber pinchado con la sonda en una bolsa de aire ya que en los días siguientes las temperaturas se mantienen parecidas a las de los días anteriores al comentado.

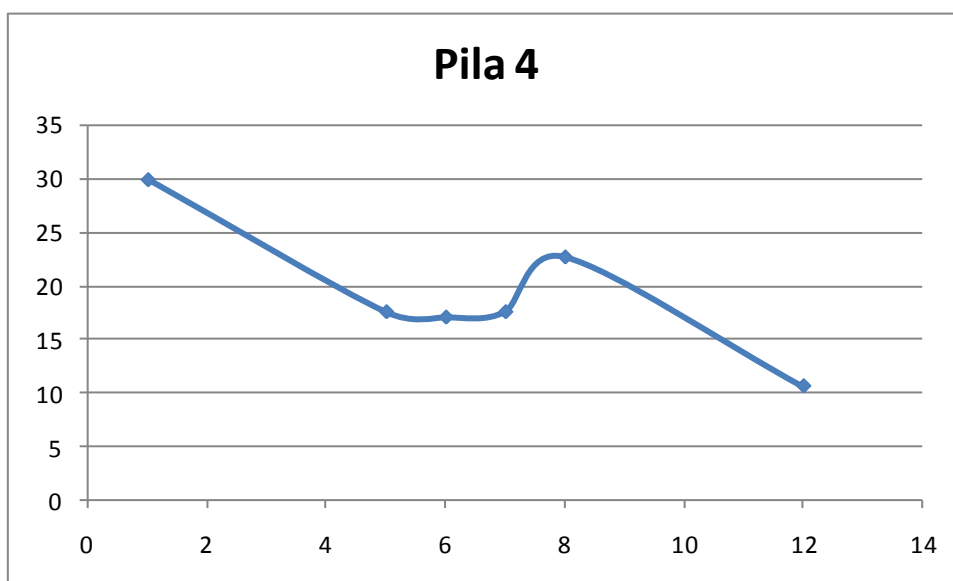


Figura 14. Análisis de temperaturas pila 4

Cuando se comenzaron a tomar medidas de la temperatura de la Pila 4 esta se encontraba ya en el último tramo del proceso por lo que, como se puede observar, las temperaturas decrecen en la mayoría del tramo, obteniendo al final una temperatura similar a la temperatura ambiente, en este punto se procedió a su cribado.

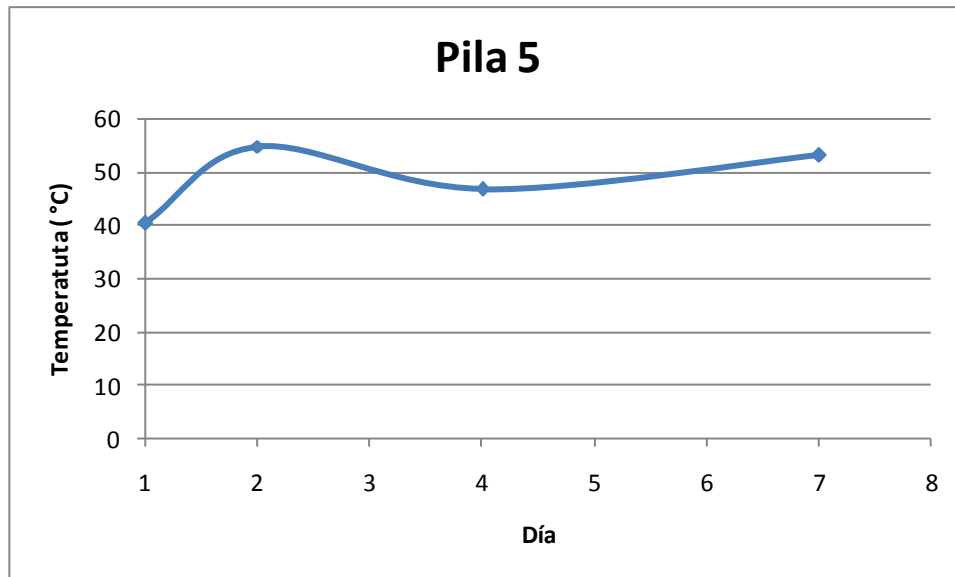


Figura 15. Análisis de temperaturas pila 5

La Pila 5 se comenzó a medir pocos días después de su montaje por lo que se encuentra entre la etapa mesofílica y dando paso a la termofílica puesto que ya se observan temperaturas de valores superiores a los 45 – 50°C

5 Ventas

El compost de COGERSA S.A.U se comercializa de tres formas diferentes, a granel, en big-bag (sacas de 1 m³) o ensacado (saco de 50 l).

En la tabla siguiente se muestran las ganancias de la empresa correspondientes a la venta de compost durante el 2017.

Mes	Agencia de transporte	Descripción del artículo	Peso neto (Kg)	Cantidad (T)	Precio (€/T)	IVA (€)	Total (€)
Enero			204060	204,1		1,02	11,22
Febrero			340060	340,1		1,70	18,70
Marzo			596000	596,0		2,98	32,78
Abril	ING. Y		208000	208,0		1,04	11,44
Mayo	TMTOS.	SALIDA-	671940	671,9		3,36	36,96
Junio	DE	COMPOST	654280	654,3	0,05	3,27	35,99
Julio	VALORIZ.	COGERSA	482620	482,6		2,41	26,54
Agosto	S.L.	AERO	680860	680,9		3,40	37,45
Septiembre	(TRADEBE)	GRANEL	317480	317,5		1,59	17,46
Octubre			493160	493,2		2,47	27,12
Noviembre			694100	694,1		3,47	38,18
Diciembre			446500	446,5		2,23	24,56
TOTALES			5789060	5789,1			318,40

Tabla 37. Salidas de compost de COGERSA durante 2017

Como se puede observar el resultado de las ventas es muy bajo lo que se debe al bajo precio de la tonelada. Únicamente con estos datos, el balance económico es negativo pero el equilibrio se encuentra en la entrada de estos lodos a la empresa. De cualquier forma, aunque no se generen grandes beneficios, el proceso está totalmente justificado ya que de esta manera se evita llevar al vertedero grandes cantidades de lodos.

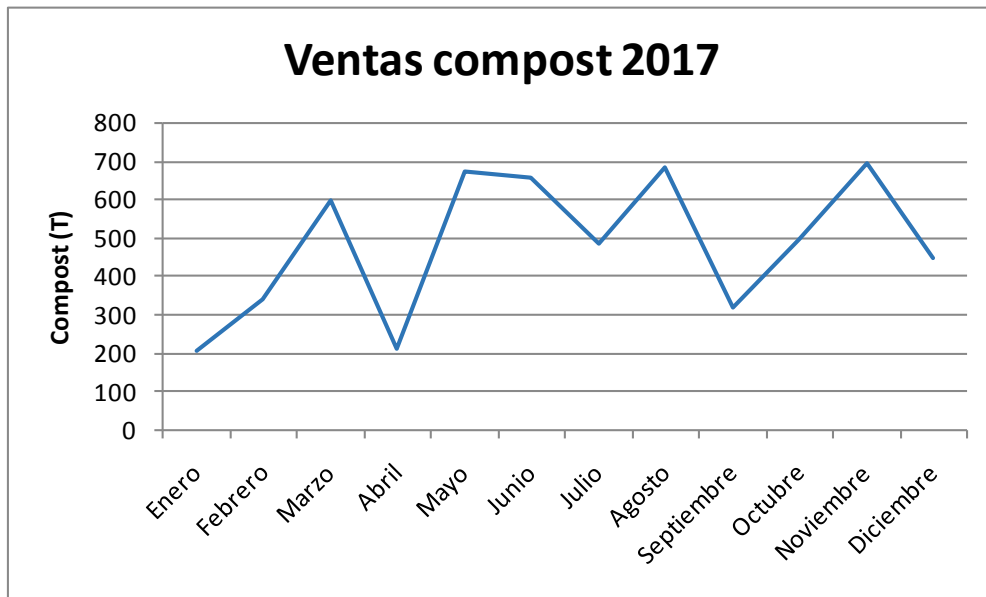


Gráfico 1. Datos ventas compost COGERSA S.A.U 2017

Las ventas de compost de la empresa son mensualmente heterogéneas, a continuación se presenta una gráfica con las miles de toneladas de compost que se consumen en Asturias y Castilla y León.

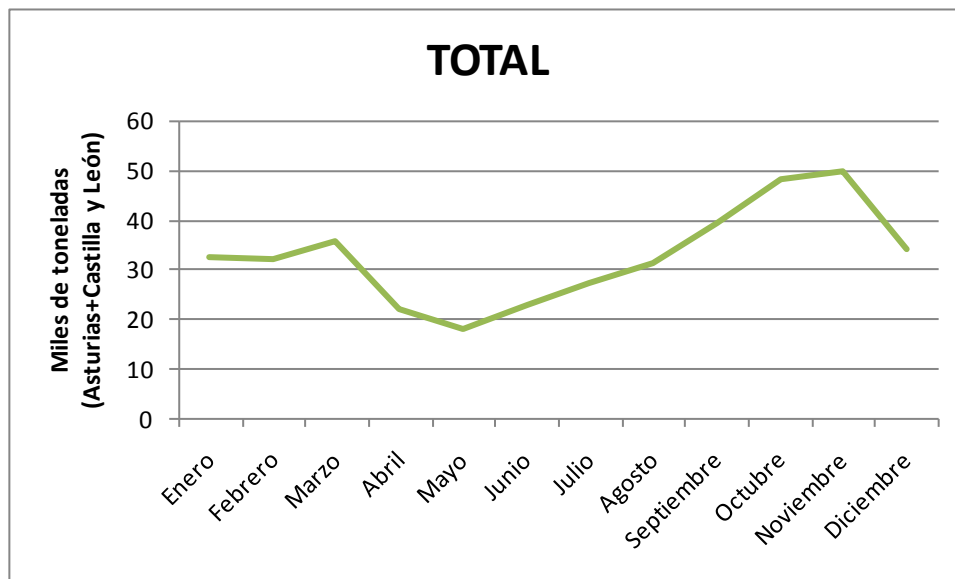


Gráfico 2. Datos miles de toneladas de fertilizante consumidas en Asturias y Castilla y León. (20)

Se comprueba que los meses en los que menos fertilizante se consume son abril y mayo, lo que se corresponde con la menor venta de compost de COGERSA S.A.U durante el mes de abril, aunque en el mes de mayo, previendo el aumento del consumo en los meses siguientes la venta vuelve a aumentar.

En el mes de septiembre la empresa registró una venta mucho menor a los meses cercanos, sin embargo en la gráfica de compost consumido no se registra ninguna bajada, es más, se puede observar como el consumo sigue aumentando. Para tratar de

explicar esta caída se muestra el siguiente gráfico con los fertilizantes diferenciados según el tipo.

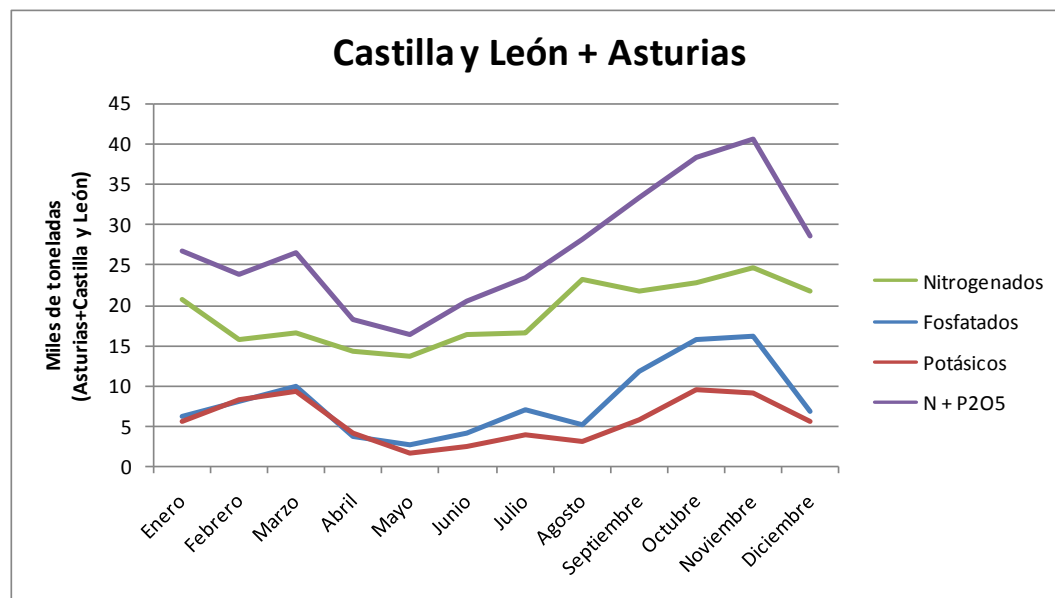


Gráfico 3. Datos de miles de toneladas de fertilizante consumidas en Asturias y Castilla y León. Fragmentadas en tipos de fertilizantes. (20)

En este gráfico se comprueba que en el mes de septiembre los fertilizantes que descienden son los nitrogenados, lo cual se correspondería con que el compost de COGERSA S.A.U sería utilizado en su mayoría como fertilizante de este tipo. En noviembre se observa el pico máximo del año que se corresponde en todas las gráficas, precediendo al descenso, también general, del mes de diciembre.

Usuario Final

En cuanto al consumidor final, COGERSA vende el compost a la empresa adjudicada mediante concurso para su distribución que, con fecha de resolución del 31 de marzo de 2014, se resolvió a favor de Ingeniería y Tratamientos de Valorización S.L.(15)

Esta empresa se encarga de transportar el compost hasta el consumidor, que normalmente se encuentra en las zonas del norte de la comunidad de Castilla y León, pudiendo destacar mayoritariamente las provincias de León, Valladolid y Salamanca. Siendo los principales cultivos a los que se aplica de maíz y remolacha. Sin embargo, no se ha podido realizar un análisis de las zonas o tipos de cultivos más explícito debido a una protección de intereses comerciales de socios estratégicos.

El equilibrio del sistema que se comenta es muy lábil por lo que la ventaja competitiva de la comercializadora del compost, se podría poner en riesgo si otros distribuidores acceden a la información del detalle de la distribución. Por ello, y por la protección de intereses de terceras partes (los propios agricultores) no se ha podido obtener esta información para su análisis.

6 Conclusiones

- ✓ Actualmente se está tratando, por la planta de compostaje, un 22% de la cantidad de lodos EDAR que entran a COGERSA S.A.U.
- ✓ Las EDAR que superan las restricciones legislativas, en cuanto a metales pesados, han dejado de utilizarse en este proceso, por ocasionar problemas en el producto final.
- ✓ Con el nuevo planteamiento de aumento de la cantidad de lodos tratados mediante el proceso de compostaje, la cantidad ascendería a un 60% de los lodos que entran a la empresa. Para que fuera posible habría que considerar depuradoras que actualmente no se utilizan para este proceso.
- ✓ Se plantean dos propuestas de producción. La primera supone alterar el proceso de forma significativa por lo que habría que comprobar experimentalmente su viabilidad. La segunda, dado que no se altera el equilibrio del proceso, parece más viable.
- ✓ El proceso no genera grandes beneficios económicos pero sí presenta muchas ventajas ecológicas.

7 Referencias Bibliográficas

1. **Ministerio de la Presidencia, y para las administraciones territoriales.** BOE-A-2009-11931. [En línea] <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2009-11931>.
2. **WEHRLE, Umwelt GmbH.** WEHRLE. *Proceso BIOMEMBRAT*. [En línea] <http://www.wehrle-umwelt.com/dynasite.cfm?dsmid=7727&dspaid=0>.
3. *Ciencias de la Tierra y del medio ambiente*. Tema 13. Residuos.
4. **Consejería, de medio ambiente y ordenación del territorio.** Residuos y Recursos Materiales. [En línea]
5. Amigos de la Tierra. Manual de Compostaje. [En línea] Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental>.
6. **(BOE), Boletín Oficial del Estado.** Plan nacional integrado de residuos. 2009. 49.
7. **Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.** Caracterización de los lodos de depuradoras generados en España. [En línea]

8. **Ministerio de la, Presidencia.** Documento BOE-A-2013-7540. 10 de julio de 2013, pág. 51119 a 51207.
9. Info Agro. [En línea] <http://www.infoagro.com/documentos>.
10. **Josemgranados.** Energy Consulting. *Guía del compostaje*. [En línea] 29 de 4 de 2009.
11. COGERSA S.A.U. [En línea]
12. **Fernández Viña, Javier y Varias Rodríguez, Elisabet.** Recíclame. 2018.
13. Grupo de Gestión de Residuos. [En línea] <https://proyectogestionderesiduos.wordpress.com>.
14. **CSIC.** Factores que afectan al proceso de compostaje. [En línea] <http://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>.
15. —. Producción y gestión del compostaje. [En línea] <http://digital.csic.es/bitstream/10261/16792/1/2000%20Compost%20CIEMAT.pdf>.
16. **González, Juan Alonso.** COMPOST. [En línea] Servicio de educación ambiental. <http://www.ecocomunidad.org.uy/ecosur/txt/compost.htm>.
17. Sistemas de tratamiento. Valorización y reciclaje material. [En línea] Ministerio de agricultura y pesca, alimentación y medio ambiente. <http://www.mapama.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/>.
18. **España, Gobierno de.** Ministerio de agricultura y pesca. Alimentación y medio ambiente. *Calidad y evolución ambiental*. [En línea]
19. **Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.** [En línea] <http://www.magrama.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/productos-fertilizantes/laboratorios/>.
20. **Boletín Oficial del Estado. BOE.** Real Decreto 1310/1990. Utilización de los lodos de depuración en el sector agrario. 29 octubre 1990. 262.
21. **Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.** Estadística mensual de consumo de fertilizantes en la agricultura. [En línea] <http://www.mapama.gob.es/es/estadistica/temas/estadisticas-agrarias/agricultura/estadisticas-medios-produccion/fertilizantes.aspx>.
22. Contratos adjudicados de COGERSA S.A.U. [En línea] <http://www.cogersa.es/metaspaces/portal/14498/21394-contratos-adjudicados-de-cogersa-sau>.
23. Bote Para Compostaje Mexico. . [En línea] <https://sites.google.com/site/boteparacompostajemexico/teoria>.
24. **Consejería de medio ambiente, y ordenación del territorio.** Residuos y Recursos Materiales. [En línea]

**ANEXO A. Frecuencias horarias, diarias y semanales de entradas de lodos EDAR
a COGERSA S.A.U**

Depuradora\Mes	Frecuencia horaria			
	7:00-10:00	10:00-13:00	13:00-16:00	>16:00
ACUAES (SAN CLAUDIO)	34,5%	34,9%	26,5%	4,0%
ACUAES (VILLAPEREZ)	32,7%	33,6%	19,4%	14,3%
CADASA (BAIÑA)	17,3%	43,9%	23,3%	15,6%
CADASA (FRIERES)	88,1%	9,1%	1,6%	0,8%
CADASA (MAQUA)	38,8%	30,3%	12,9%	18,0%
CADASA (RICAÑO)	9,2%	71,1%	6,9%	12,7%
CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	13,4%	44,0%	17,2%	25,4%
EMA (LA REGUERONA)	41,9%	34,2%	15,8%	8,1%
SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	5,6%	42,4%	27,2%	24,8%
AGUAS DE AVILES, S.L.	0,0%	33,3%	55,6%	11,1%
AQUALIA (TEVERGA SAN MARTIN DE TEVERGA)	0,0%	66,7%	33,3%	0,0%
ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	0,0%	41,5%	56,1%	2,4%
ASTURAGUA (POLA ALLANDE)	16,7%	41,7%	33,3%	8,3%
ASTURAGUA (TINEO)	0,0%	72,2%	27,8%	0,0%
CADASA (ARENAS DE CABRALES)	12,5%	0,0%	50,0%	37,5%
CADASA (BAJO NALÓN)	15,4%	44,2%	38,5%	1,9%
CADASA (CUDILLERO)	0,0%	10,0%	50,0%	40,0%
CADASA (LLANES)	1,9%	84,6%	3,8%	9,6%
CADASA (GRADO)	28,6%	35,7%	35,7%	0,0%
CADASA (LA FRANCA)	0,0%	80,0%	10,0%	10,0%
CADASA (LAS CALDAS)	40,6%	43,8%	12,5%	3,1%
CADASA (LUARCA)	15,8%	63,2%	21,1%	0,0%
CADASA (OLLONIEGO)	64,6%	22,9%	12,5%	0,0%
CADASA (RIO ESQUEIRO)	7,1%	28,6%	42,9%	21,4%
CADASA (TRUBIA)	52,4%	21,4%	16,7%	9,5%
CADASA (VALLE SAN JORGE)	0,0%	83,3%	0,0%	16,7%
CADASA (ABLANEDA)	0,0%	66,7%	33,3%	0,0%
RIBADESELLA	8,7%	34,8%	43,5%	13,0%
EMA (SOMONTE)	0,0%	16,7%	33,3%	50,0%
EMA (MUSEL)	0,0%	42,9%	14,3%	42,9%
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS DE GIJÓN, S.A	6,1%	51,5%	33,3%	9,1%
EMULSA LIMPIEZA CANAL DEL MOLÍN	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%
FCC AQUALIA VALDES-MUÑAS	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%
SOCAMEX COLUNGA	3,3%	50,0%	20,0%	26,7%
SOCAMEX, S.A.	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
TRAINASA (CABORNIO)	15,4%	20,5%	25,6%	38,5%
U.T.E. ARBÓN	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%
UTE REF. LLANES (OBRA LLANES)	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
UTE SANEAMIENTO VILLAVICIOSA	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%
VALORIZA - GRANDAS DE SALIME	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Depuradora\Mes	Frecuencia por días					
	lunes	martes	miércoles	jueves	viernes	Sábado
ACUAES (SAN CLAUDIO)	24,9%	18,1%	15,3%	14,1%	19,3%	8,4%
ACUAES (VILLAPEREZ)	28,2%	19,3%	15,0%	13,8%	22,2%	1,5%
CADASA (BAIÑA)	20,9%	17,3%	13,6%	15,3%	15,0%	17,9%
CADASA (FRIERES)	21,4%	16,5%	13,6%	17,7%	15,2%	15,6%
CADASA (MAQUA)	20,2%	18,9%	16,4%	17,7%	16,7%	10,1%
CADASA (RICAÑO)	22,5%	20,8%	21,4%	13,9%	21,4%	0,0%
CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	27,6%	20,1%	14,2%	18,7%	18,7%	0,7%
EMA (LA REGUERONA)	29,3%	17,9%	12,6%	14,4%	17,9%	7,8%
SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	24,8%	18,4%	18,4%	16,8%	21,6%	0,0%
AGUAS DE AVILES, S.L.	44,4%	22,2%	11,1%	0,0%	22,2%	0,0%
AQUALIA (TEVERGA SAN MARTIN DE TEVERGA)	0,0%	33,3%	0,0%	33,3%	33,3%	0,0%
ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	19,5%	19,5%	14,6%	24,4%	22,0%	0,0%
ASTURAGUA (POLA ALLANDE)	25,0%	8,3%	16,7%	33,3%	16,7%	0,0%
ASTURAGUA (TINEO)	22,2%	22,2%	5,6%	11,1%	38,9%	0,0%
CADASA (ARENAS DE CABRALES)	25,0%	25,0%	25,0%	25,0%	0,0%	0,0%
CADASA (BAJO NALON)	30,8%	15,4%	13,5%	17,3%	23,1%	0,0%
CADASA (CUDILLERO)	0,0%	40,0%	20,0%	40,0%	0,0%	0,0%
CADASA (LLANES)	15,4%	19,2%	34,6%	9,6%	21,2%	0,0%
CADASA (GRADO)	14,3%	28,6%	21,4%	17,9%	17,9%	0,0%
CADASA (LA FRANCA)	30,0%	10,0%	10,0%	30,0%	20,0%	0,0%
CADASA (LAS CALDAS)	18,8%	15,6%	25,0%	25,0%	15,6%	0,0%
CADASA (LUARCA)	15,8%	21,1%	26,3%	15,8%	21,1%	0,0%
CADASA (OLLONIEGO)	16,7%	35,4%	18,8%	20,8%	8,3%	0,0%
CADASA (RIO ESQUEIRO)	0,0%	28,6%	21,4%	28,6%	21,4%	0,0%
CADASA (TRUBIA)	7,1%	4,8%	21,4%	54,8%	11,9%	0,0%
CADASA (VALLE SAN JORGE)	0,0%	33,3%	50,0%	16,7%	0,0%	0,0%
CADASA (ABLANEDA)	33,3%	0,0%	66,7%	0,0%	0,0%	0,0%
RIBADESELLA	4,3%	47,8%	17,4%	8,7%	21,7%	0,0%
EMA (SOMONTE)	16,7%	66,7%	0,0%	0,0%	0,0%	16,7%
EMA (MUSEL)	0,0%	28,6%	0,0%	57,1%	14,3%	0,0%
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS DE GIJON, S.A	12,1%	30,3%	15,2%	30,3%	12,1%	0,0%
EMULSA LIMPIEZA CANAL DEL MOLÍN	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
FCC AQUALIA VALDES-MUÑAS	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
SOCAMEX COLUNGA	26,7%	10,0%	23,3%	26,7%	13,3%	0,0%
SOCAMEX, S.A.	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
TRAINASA (CABORNIO)	28,2%	10,3%	20,5%	17,9%	23,1%	0,0%
U.T.E. ARBON	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Determinación y seguimiento de metales pesados en componentes de origen del compost

Facultad de Química

Universidad de Oviedo

UTE REF. LLANES (OBRA LLANES)	0,0%	0,0%	100,0 %	0,0%	0,0%	0,0%
UTE SANEAMIENTO VILLAVICIOSA	0,0%	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%	0,0%
VALORIZA - GRANDAS DE SALIME	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%

Depuradora\Mes	Frecuencia por semanas			
	1-8	9-16	17-24	25-31
ACUAES (SAN CLAUDIO)	26,5%	27,7%	24,5%	21,3%
ACUAES (VILLAPEREZ)	25,7%	26,4%	25,8%	22,1%
CADASA (BAIÑA)	24,9%	27,9%	26,2%	20,9%
CADASA (FRIERES)	25,1%	28,0%	26,3%	20,6%
CADASA (MAQUA)	21,5%	23,3%	30,6%	24,6%
CADASA (RICAÑO)	24,3%	26,0%	28,9%	20,8%
CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	23,9%	29,1%	24,6%	22,4%
EMA (LA REGUERONA)	26,1%	27,1%	26,7%	20,1%
SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	24,0%	26,4%	27,2%	22,4%
AGUAS DE AVILES, S.L.	55,6%	0,0%	33,3%	11,1%
AQUALIA (TEVERGA SAN MARTIN DE TEVERGA)	0,0%	33,3%	66,7%	0,0%
ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	22,0%	26,8%	24,4%	26,8%
ASTURAGUA (POLA ALLANDE)	25,0%	25,0%	33,3%	16,7%
ASTURAGUA (TINEO)	16,7%	27,8%	27,8%	27,8%
CADASA (ARENAS DE CABRALES)	0,0%	37,5%	25,0%	37,5%
CADASA (BAJO NALÓN)	26,9%	21,2%	26,9%	25,0%
CADASA (CUDILLERO)	10,0%	10,0%	50,0%	30,0%
CADASA (LLANES)	25,0%	25,0%	26,9%	23,1%
CADASA (GRADO)	21,4%	25,0%	25,0%	28,6%
CADASA (LA FRANCA)	40,0%	10,0%	50,0%	0,0%
CADASA (LAS CALDAS)	12,5%	28,1%	28,1%	31,3%
CADASA (LUARCA)	15,8%	21,1%	36,8%	26,3%
CADASA (OLLONIEGO)	18,8%	25,0%	25,0%	31,3%
CADASA (RIO ESQUEIRO)	28,6%	28,6%	35,7%	7,1%
CADASA (TRUBIA)	23,8%	33,3%	23,8%	19,0%
CADASA (VALLE SAN JORGE)	16,7%	16,7%	16,7%	50,0%
CADASA (ABLANEDA)	66,7%	0,0%	0,0%	33,3%
RIBADESELLA	26,1%	13,0%	39,1%	21,7%
EMA (SOMONTE)	0,0%	50,0%	50,0%	0,0%
EMA (MUSEL)	71,4%	0,0%	28,6%	0,0%
EMPRESA MUNICIPAL DE AGUAS DE GIJÓN, S.A	15,2%	33,3%	27,3%	24,2%
EMULSA LIMPIEZA CANAL DEL MOLÍN	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
FCC AQUALIA VALDES-MUÑAS	50,0%	0,0%	50,0%	0,0%
SOCAMEX COLUNGA	23,3%	20,0%	33,3%	23,3%

Determinación y seguimiento de metales pesados en componentes de origen del compost

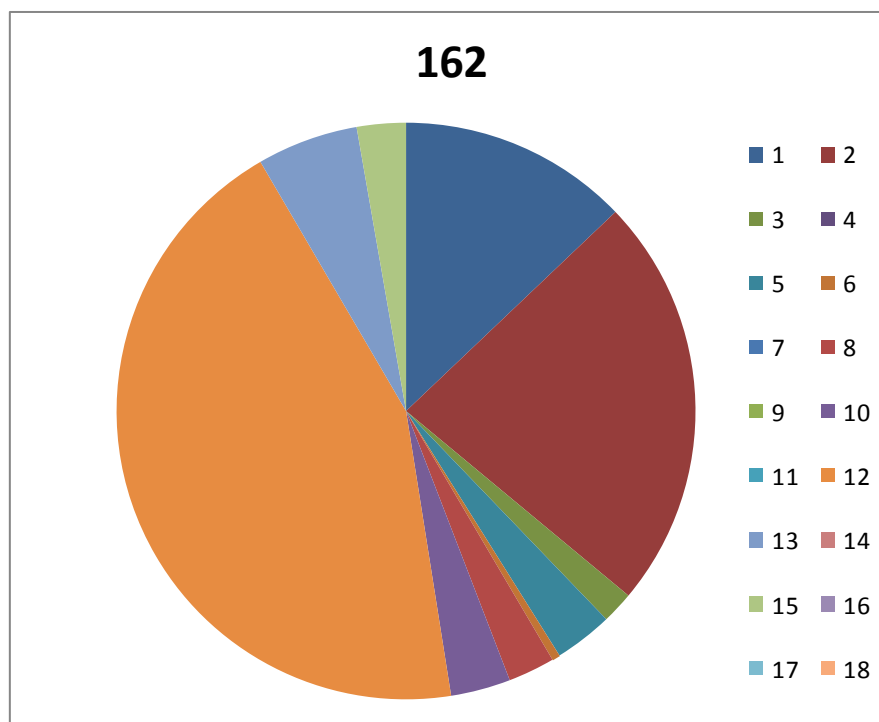
Facultad de Química

Universidad de Oviedo

SOCAMEX, S.A.	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
TRAINASA (CABORNIO)	10,3%	17,9%	17,9%	53,8%
U.T.E. ARBON	0,0%	100,0%	0,0%	0,0%
UTE REF. LLANES (OBRA LLANES)	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
UTE SANEAMIENTO VILLAVICIOSA	100,0%	0,0%	0,0%	0,0%
VALORIZA - GRANDAS DE SALIME	0,0%	0,0%	100,0%	0,0%

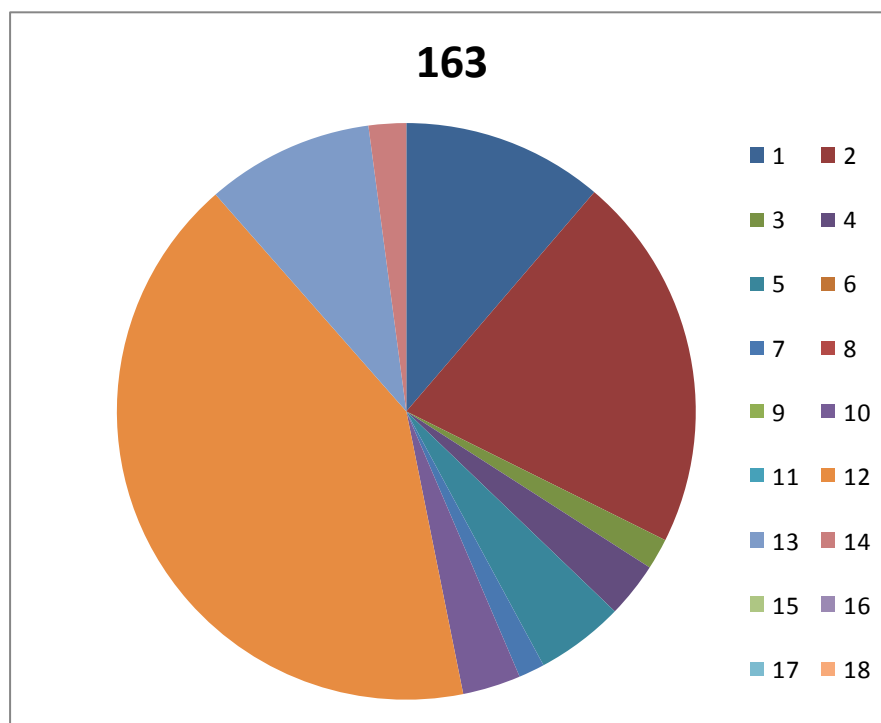
ANEXO B. Composición de partida de cada pila

Pila 162 (Nov-Dic 2016)



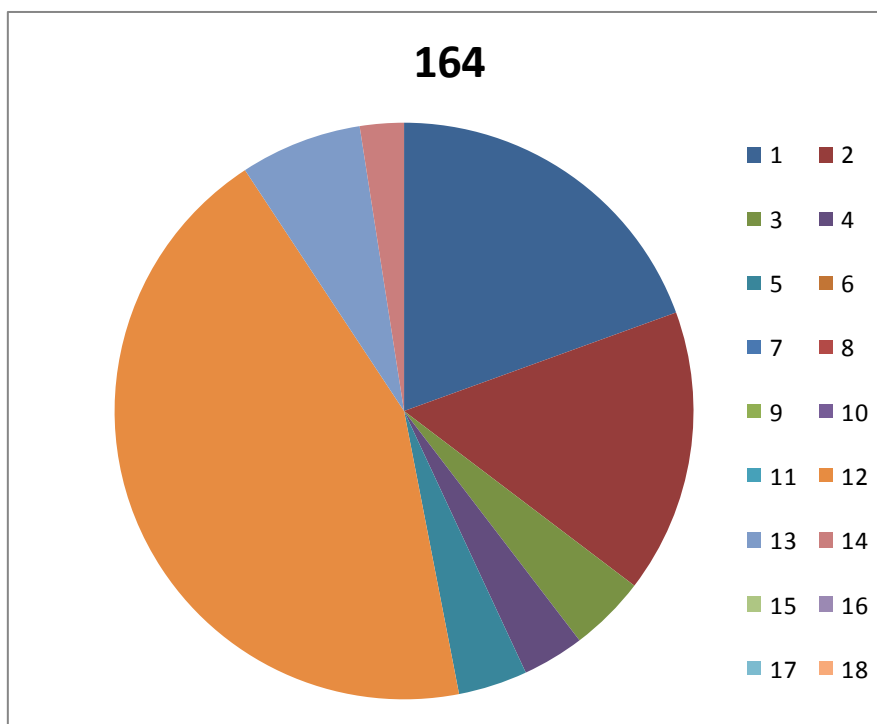
162			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	101340	12,90
2	CADASA (FRIERES)	181740	23,13
3	CADASA (RICAÑO)	14040	1,79
4	CADASA (BAJO NALÓN)		
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	25680	3,27
6	CADASA (OLLONIEGO)	3540	0,45
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)	20560	2,62
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)	26320	3,35
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)	346380	44,08
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	44540	5,67
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)		
15	ASTURAGUA (TINEO)	21580	2,75
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)		
		785720	100,00

Pila 163 (Dic 2016)



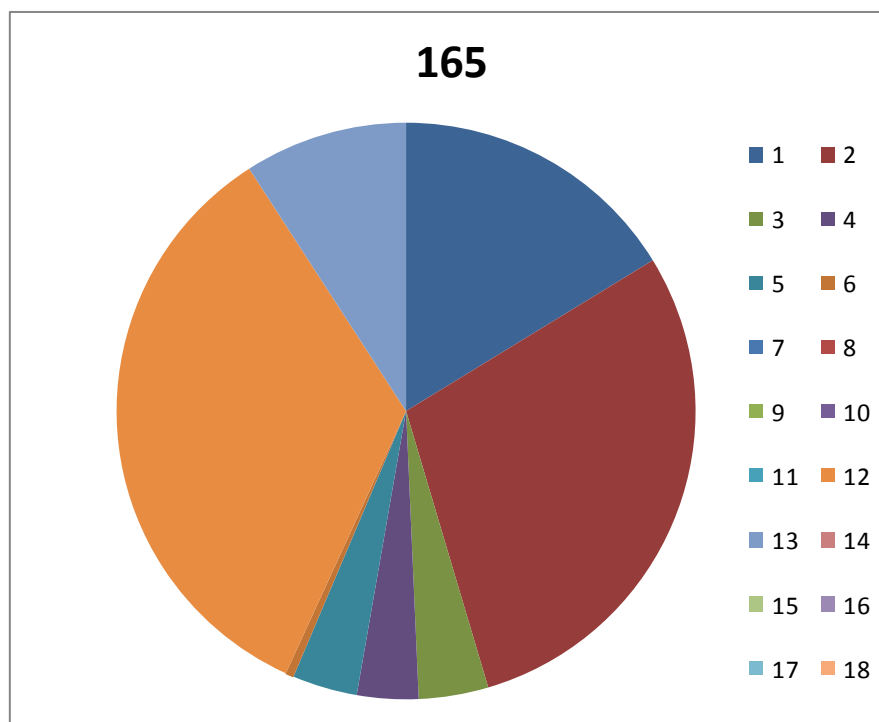
163			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	84120	11,28
2	CADASA (FRIERES)	157160	21,07
3	CADASA (RICAÑO)	12920	1,73
4	CADASA (BAJO NALÓN)	23060	3,09
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	36880	4,94
6	CADASA (OLLONIEGO)		
7	CADASA (LA FRANCA)	10880	1,46
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)	24320	3,26
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)	310900	41,68
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	69940	9,38
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	15680	2,10
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)		
		745860	100

Pila 164 (Ene 2017)



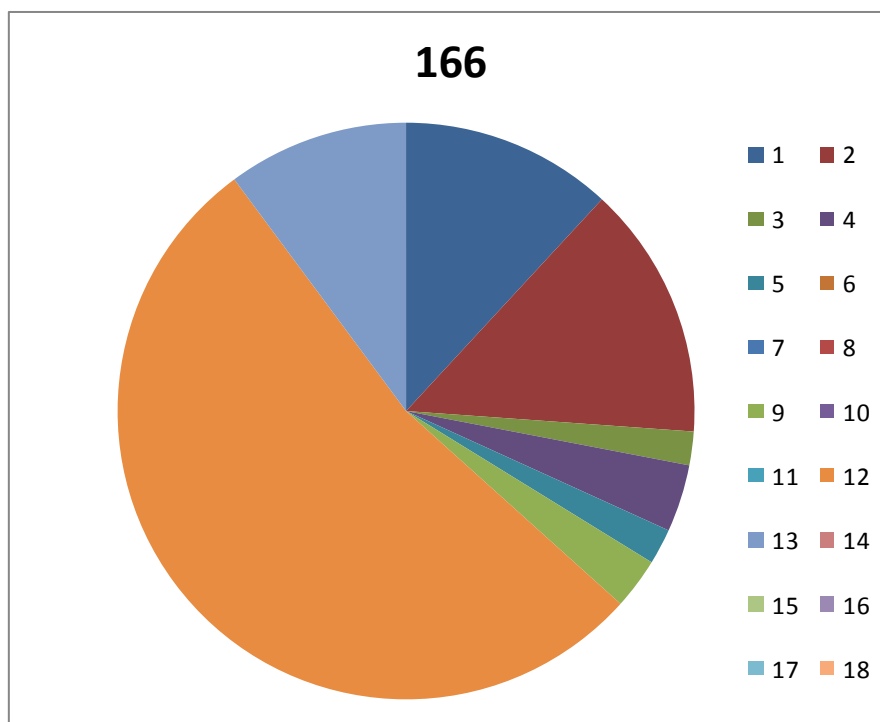
164			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	125620	19,47
2	CADASA (FRIERES)	102360	15,86
3	CADASA (RICAÑO)	27640	4,28
4	CADASA (BAJO NALÓN)	22320	3,46
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	25000	3,87
6	CADASA (OLLONIEGO)		
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)	282460	43,77
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	44020	6,82
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	15900	2,46
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)		
		645320	100

Pila 165 (Ene 2017)



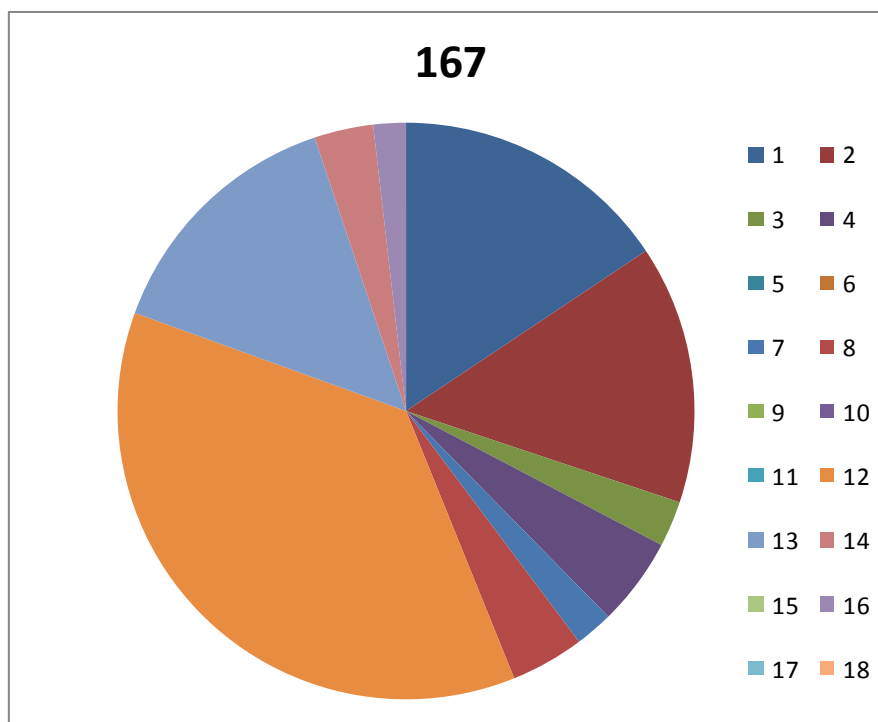
165			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	108640	16,27
2	CADASA (FRIERES)	194560	29,13
3	CADASA (RICAÑO)	26040	3,90
4	CADASA (BAJO NALÓN)	22960	3,44
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	24300	3,64
6	CADASA (OLLONIEGO)	3080	0,46
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)	227200	34,02
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	61040	9,14
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)		
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)		
		667820	100,00

Pila 166 (Feb 2017)



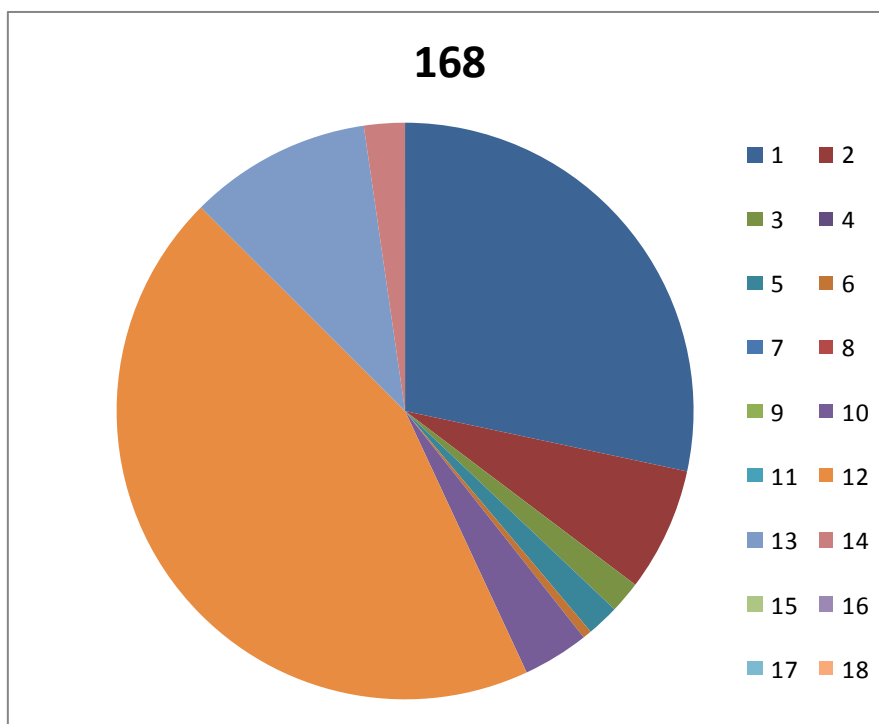
166			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	74460	11,88
2	CADASA (FRIERES)	89360	14,26
3	CADASA (RICAÑO)	11820	1,89
4	CADASA (BAJO NALÓN)	23660	3,77
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	12520	2,00
6	CADASA (OLLONIEGO)		
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)	17960	2,87
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)	333400	53,19
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	63640	10,15
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)		
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)		
		626820	100,00

Pila 167 (Feb 2017)



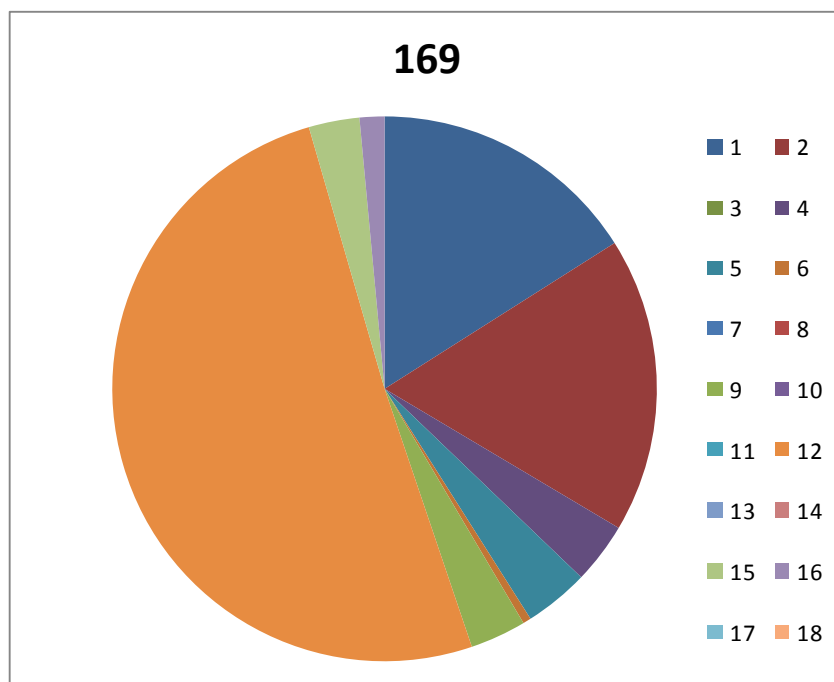
167			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	76580	15,63
2	CADASA (FRIERES)	71060	14,50
3	CADASA (RICAÑO)	12560	2,56
4	CADASA (BAJO NALÓN)	24220	4,94
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)		
6	CADASA (OLLONIEGO)		
7	CADASA (LA FRANCA)	10440	2,13
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)	20160	4,11
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPEREZ)	179580	36,65
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	70280	14,34
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	16200	3,31
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA	8940	1,82
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)		
		490020	100,00

Pila 168 (Mar 2017)



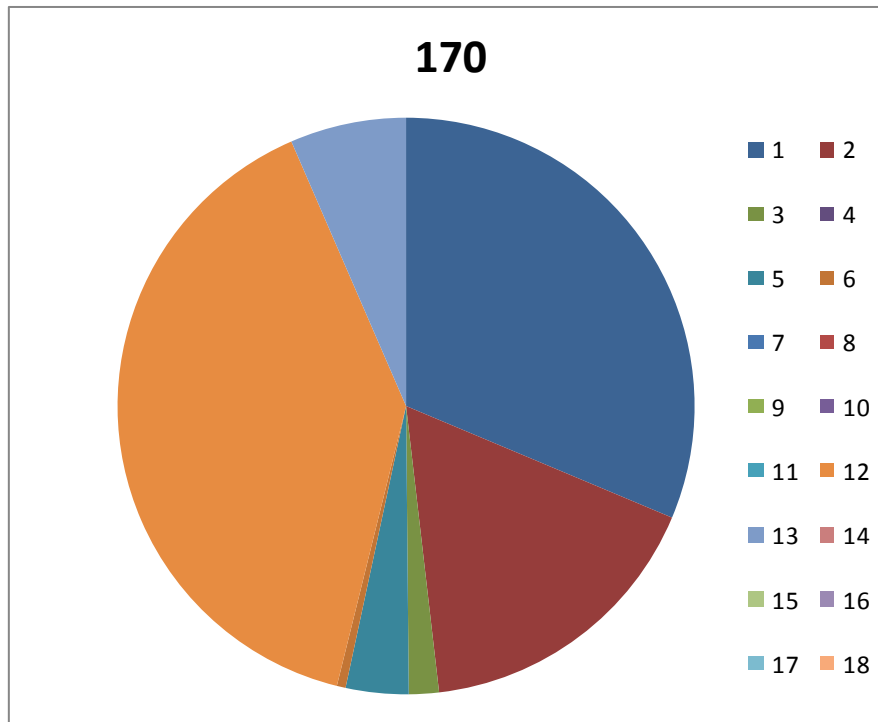
168			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	196160	28,36
2	CADASA (FRIERES)	47960	6,93
3	CADASA (RICAÑO)	12300	1,78
4	CADASA (BAJO NALÓN)		
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	12460	1,80
6	CADASA (OLLONIEGO)	3440	0,50
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)	25620	3,70
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)	307160	44,41
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	70760	10,23
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	15840	2,29
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)		
		691700	100,00

Pila 169 (Mar 2017)



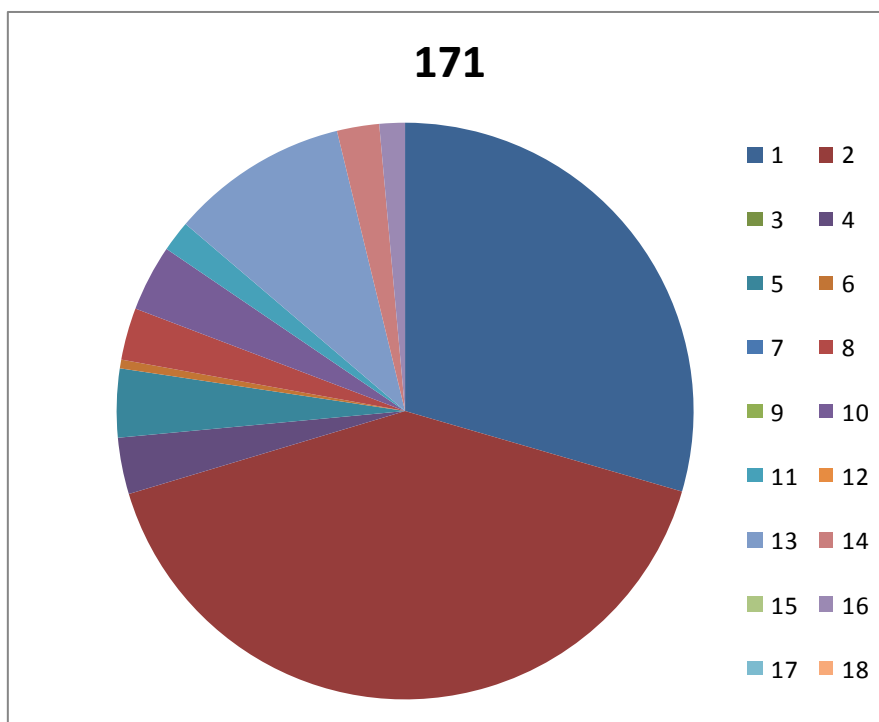
169			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	106040	16,01
2	CADASA (FRIERES)	116020	17,52
3	CADASA (RICAÑO)		
4	CADASA (BAJO NALÓN)	24020	3,63
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	25420	3,84
6	CADASA (OLLONIEGO)	3180	0,48
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)	22040	3,33
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)	335800	50,71
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)		
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)		
15	ASTURAGUA (TINEO)	19960	3,01
16	SOCAMEX COLUNGA	9760	1,47
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)		
		662240	100,00

Pila 170 (Mar-Abr 2017)



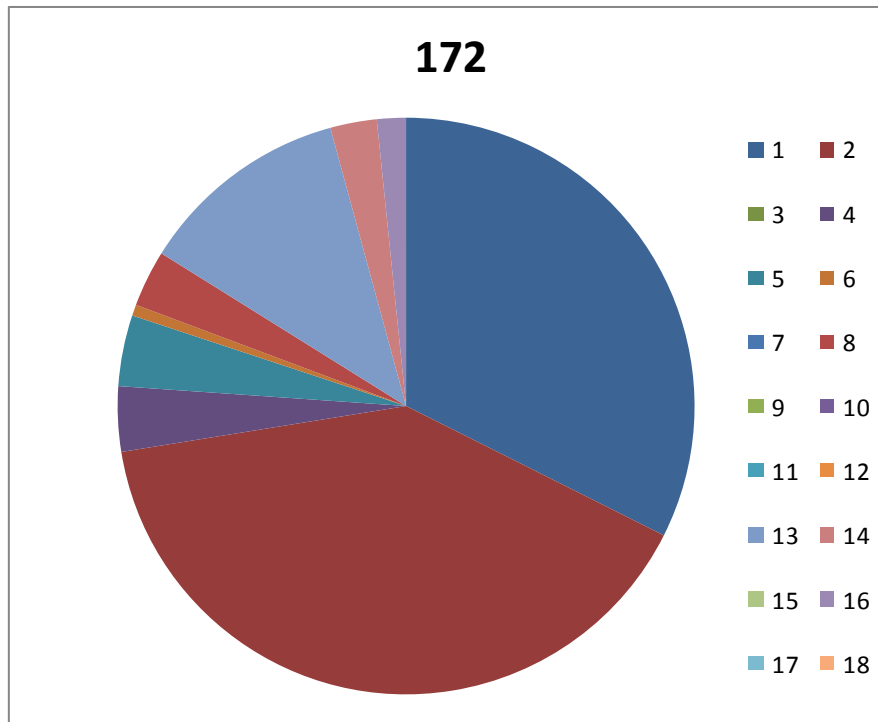
170			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	223320	31,33
2	CADASA (FRIERES)	120080	16,84
3	CADASA (RICAÑO)	11980	1,68
4	CADASA (BAJO NALÓN)		
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	25060	3,52
6	CADASA (OLLONIEGO)	3500	0,49
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)	282540	39,63
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	46400	6,51
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)		
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)		
		712880	100,00

Pila 171 (Abr 2017)



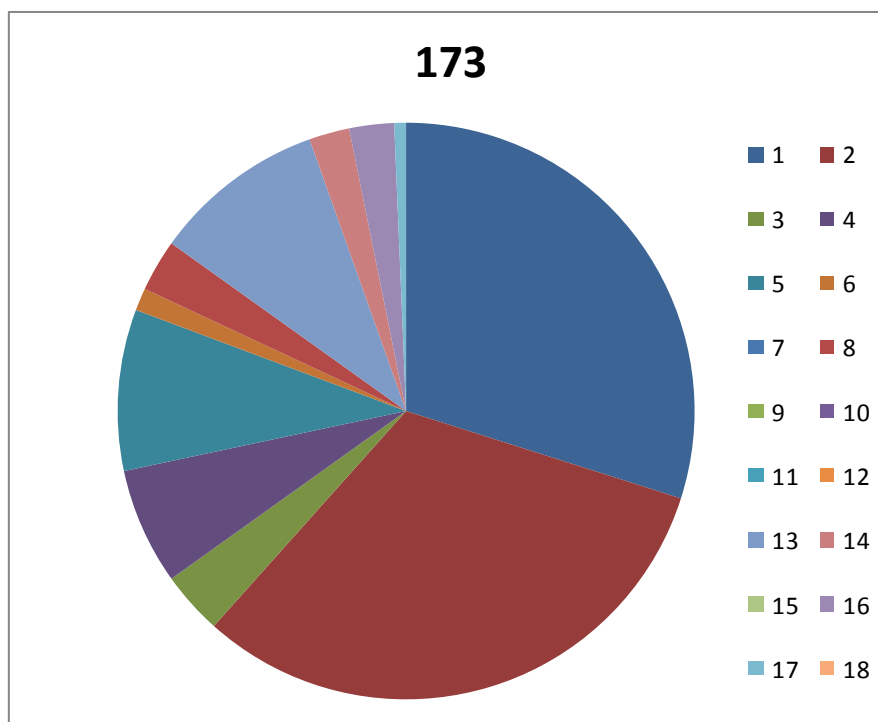
171			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	203020	29,51
2	CADASA (FRIERES)	281040	40,85
3	CADASA (RICAÑO)		
4	CADASA (BAJO NALÓN)	21800	3,17
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	26460	3,85
6	CADASA (OLLONIEGO)	3360	0,49
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)	20120	2,92
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)	25600	3,72
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)	11940	1,74
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	68580	9,97
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	16280	2,37
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA	9840	1,43
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)		
		688040	100,00

Pila 172 (Abr-May 2017)



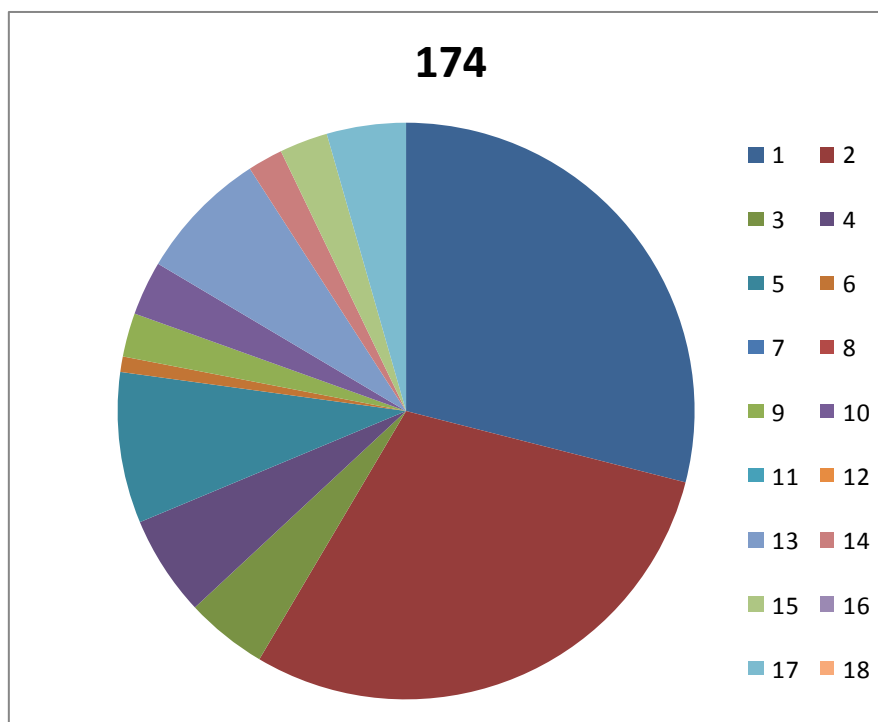
172			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	203340	32,41
2	CADASA (FRIERES)	251280	40,05
3	CADASA (RICAÑO)		
4	CADASA (BAJO NALÓN)	22900	3,65
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	25000	3,98
6	CADASA (OLLONIEGO)	3900	0,62
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)	19920	3,17
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	74600	11,89
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	16360	2,61
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA	10180	1,62
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)		
		627480	100,00

Pila 173(May 2017)



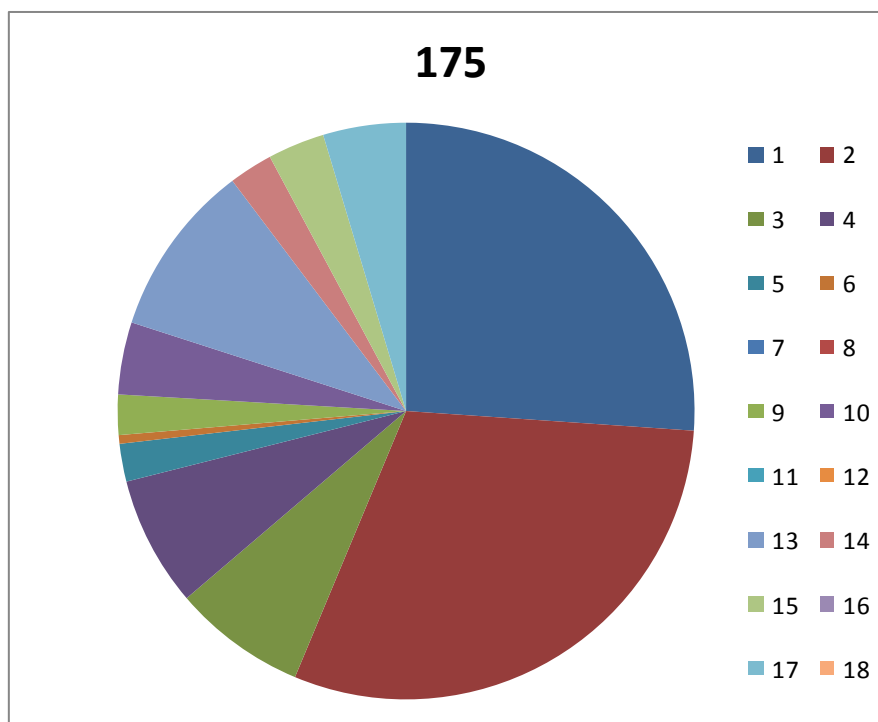
173			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	210860	29,90
2	CADASA (FRIERES)	223540	31,70
3	CADASA (RICAÑO)	24780	3,51
4	CADASA (BAJO NALÓN)	46100	6,54
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	63760	9,04
6	CADASA (OLLONIEGO)	8900	1,26
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)	20580	2,92
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	68340	9,69
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	15960	2,26
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA	17680	2,51
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	4640	0,66
18	EMA (LA REGUERONA)		
		705140	100,00

Pila 174 (Jun 2017)



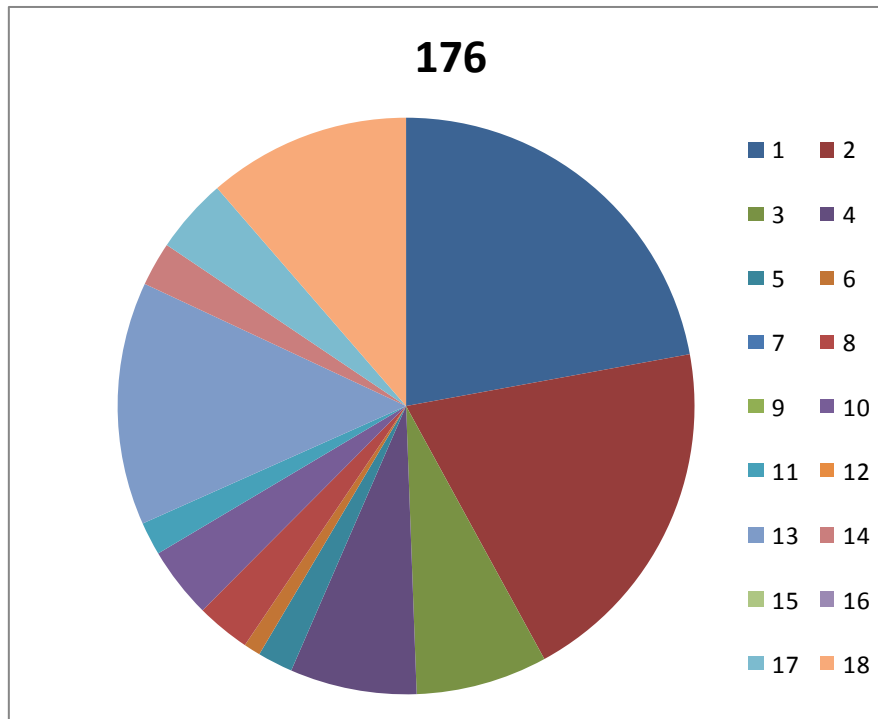
174			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	231440	28,98
2	CADASA (FRIERES)	235660	29,51
3	CADASA (RICAÑO)	36560	4,58
4	CADASA (BAJO NALÓN)	44980	5,63
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	67580	8,46
6	CADASA (OLLONIEGO)	6920	0,87
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)	19600	2,45
10	CADASA (GRADO)	24300	3,04
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	58760	7,36
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	15720	1,97
15	ASTURAGUA (TINEO)	21620	2,71
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	35420	4,44
18	EMA (LA REGUERONA)		
		798560	100,00

Pila 175 (Jun-Jul 2017)



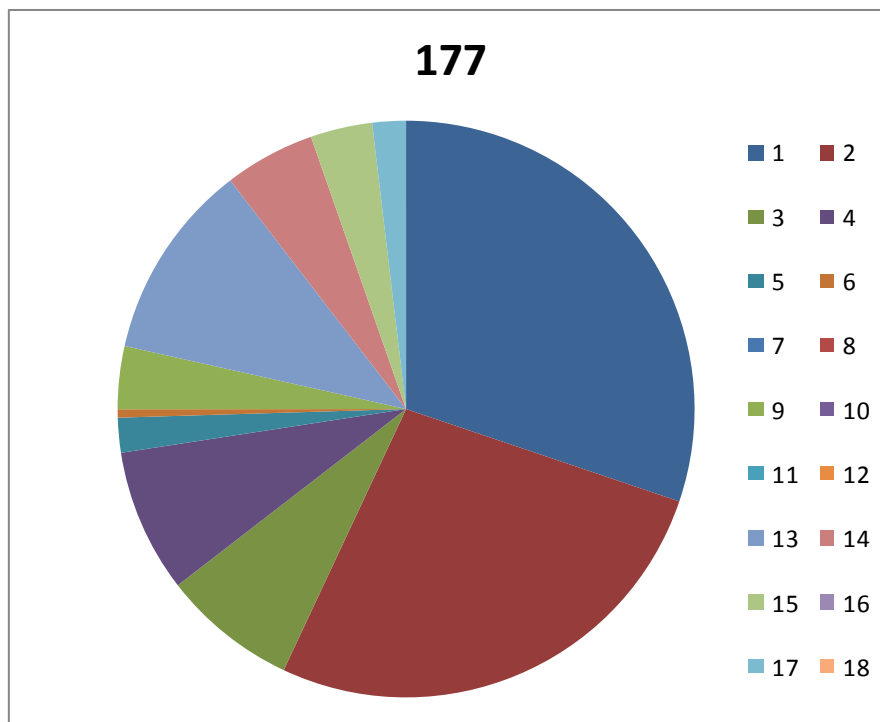
175			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	169200	26,09
2	CADASA (FRIERES)	195880	30,20
3	CADASA (RICAÑO)	48420	7,47
4	CADASA (BAJO NALÓN)	47380	7,31
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	13760	2,12
6	CADASA (OLLONIEGO)	3140	0,48
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)	14600	2,25
10	CADASA (GRADO)	26280	4,05
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	63200	9,74
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	15940	2,46
15	ASTURAGUA (TINEO)	20660	3,19
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	30100	4,64
18	EMA (LA REGUERONA)		
		648560	100,00

Pila 176 (Jul 2017)



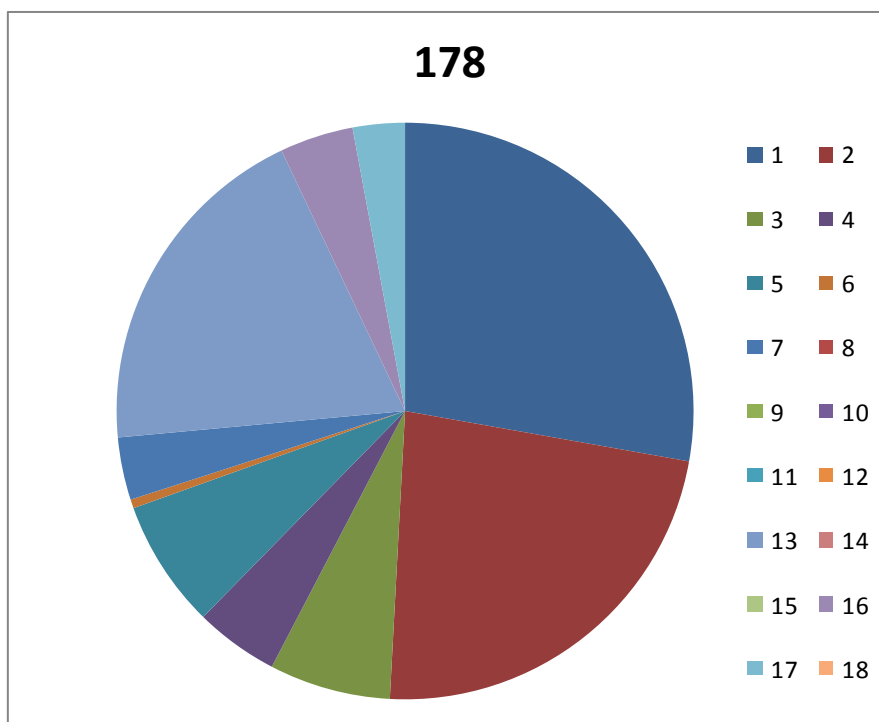
176			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	142620	22,12
2	CADASA (FRIERES)	128420	19,92
3	CADASA (RICAÑO)	47540	7,37
4	CADASA (BAJO NALÓN)	45780	7,10
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	12760	1,98
6	CADASA (OLLONIEGO)	6080	0,94
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)	19520	3,03
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)	25740	3,99
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)	12000	1,86
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	87940	13,64
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	15920	2,47
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	27120	4,21
18	EMA (LA REGUERONA)	73260	11,36
		644700	100,00

Pila 177 (Jul-Ago 2017)



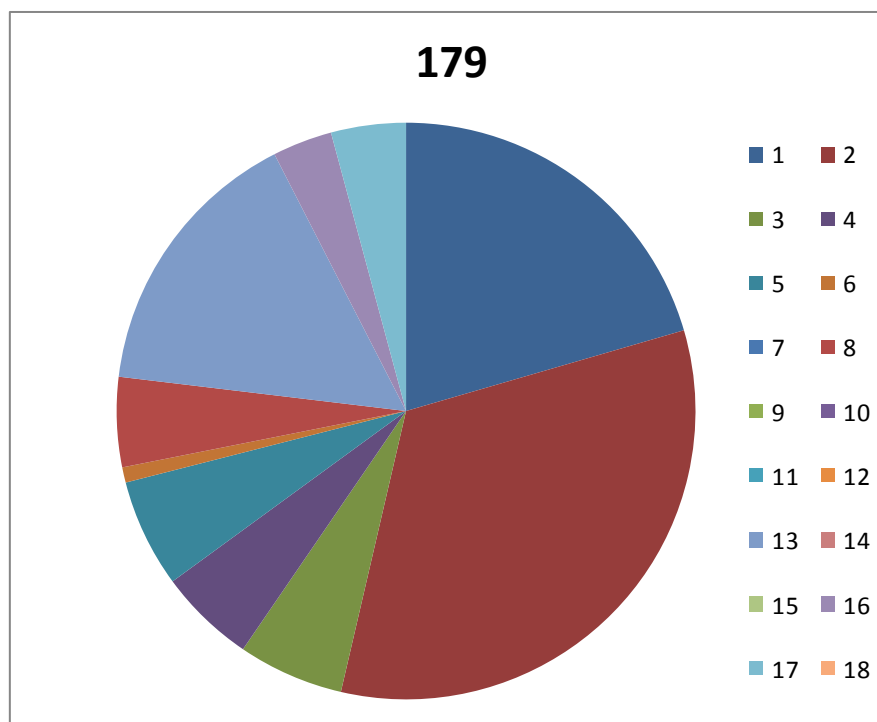
177			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	182420	30,19
2	CADASA (FRIERES)	161800	26,78
3	CADASA (RICAÑO)	45660	7,56
4	CADASA (BAJO NALÓN)	48580	8,04
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	11780	1,95
6	CADASA (OLLONIEGO)	2800	0,46
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)	21300	3,53
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	66820	11,06
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	30720	5,08
15	ASTURAGUA (TINEO)	20940	3,47
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	11360	1,88
18	EMA (LA REGUERONA)		
		604180	100,00

Pila 178 (Ago 2017)



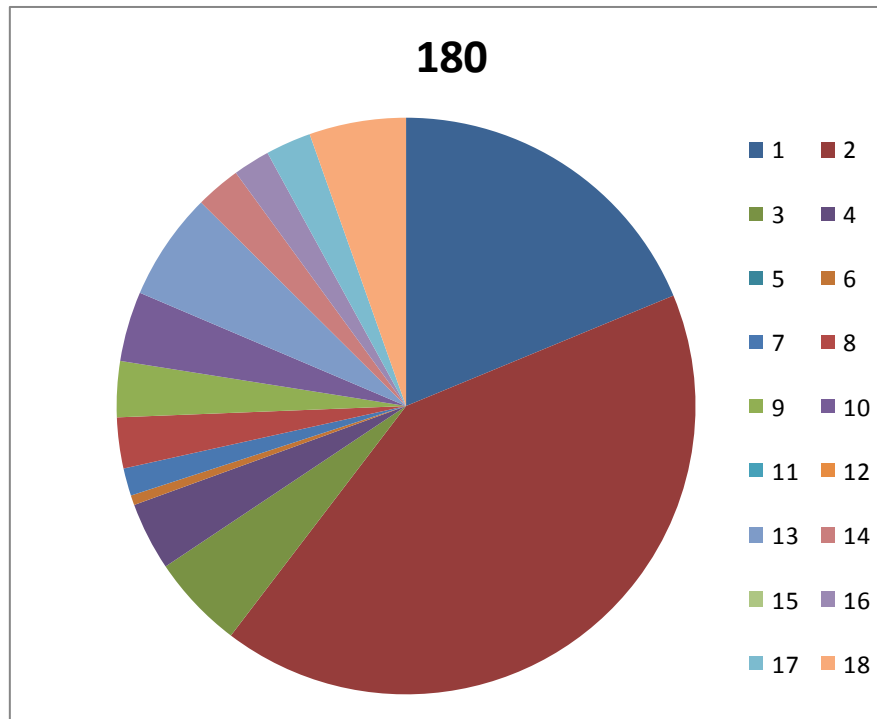
178			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	149140	27,80
2	CADASA (FRIERES)	123640	23,04
3	CADASA (RICAÑO)	36500	6,80
4	CADASA (BAJO NALÓN)	25180	4,69
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	38600	7,19
6	CADASA (OLLONIEGO)	2660	0,50
7	CADASA (LA FRANCA)	18820	3,51
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	104180	19,42
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)		
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA	22160	4,13
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	15660	2,92
18	EMA (LA REGUERONA)		
		536540	100,00

Pila 179 (Ago-Sep 2017)



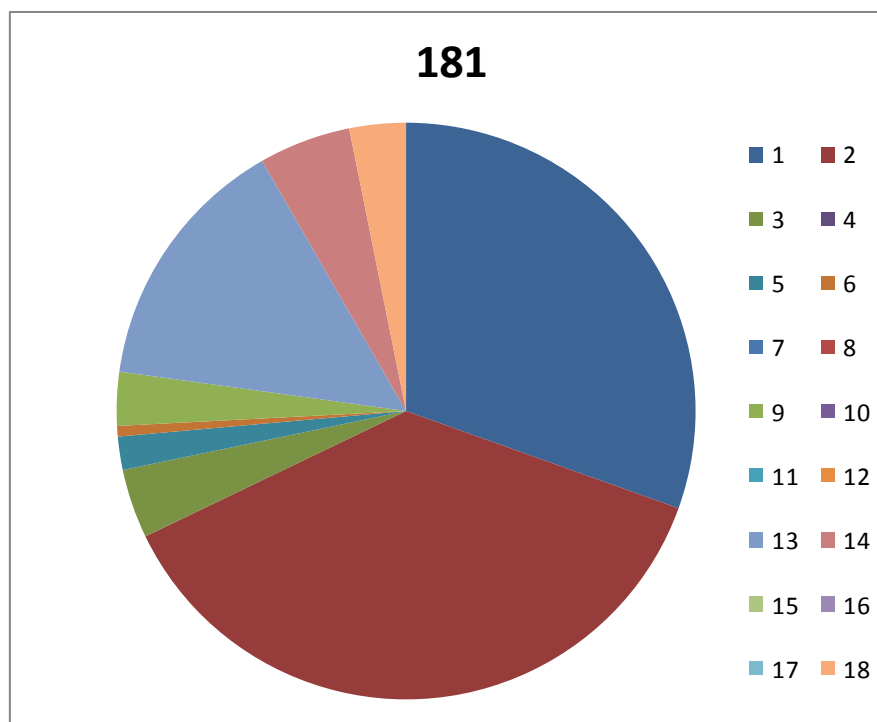
179			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	84380	20,50
2	CADASA (FRIERES)	136400	33,13
3	CADASA (RICAÑO)	24380	5,92
4	CADASA (BAJO NALÓN)	22280	5,41
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	24940	6,06
6	CADASA (OLLONIEGO)	3520	0,86
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)	20660	5,02
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	64100	15,57
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)		
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA	13760	3,34
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	17260	4,19
18	EMA (LA REGUERONA)		
		411680	100,00

Pila 180 (Sep-2017)



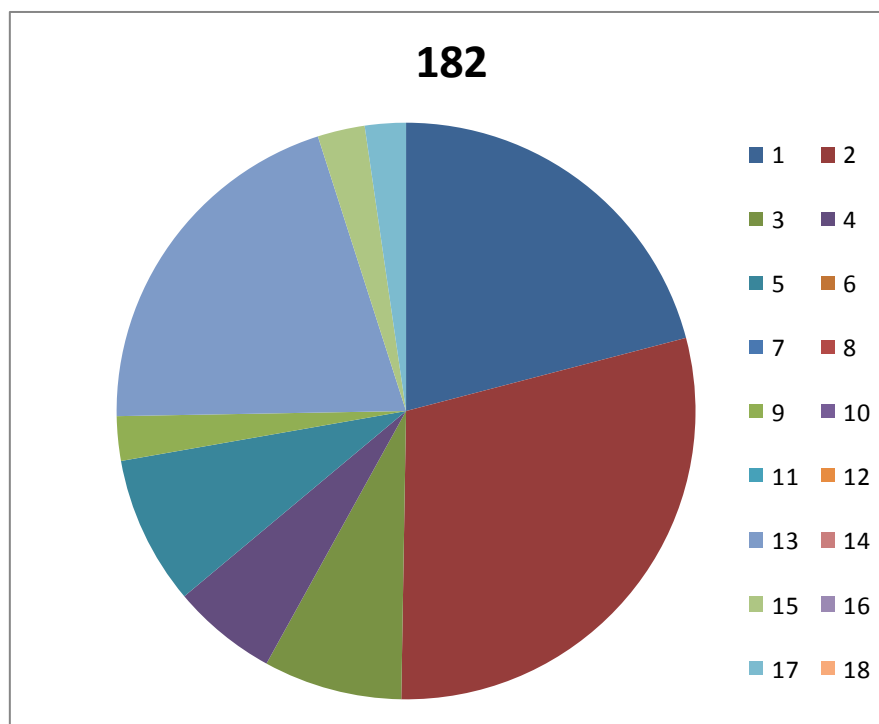
180			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	119860	18,77
2	CADASA (FRIERES)	265760	41,61
3	CADASA (RICAÑO)	33600	5,26
4	CADASA (BAJO NALÓN)	24340	3,81
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)		
6	CADASA (OLLONIEGO)	3500	0,55
7	CADASA (LA FRANCA)	9840	1,54
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)	18160	2,84
9	CADASA (LUARCA)	19920	3,12
10	CADASA (GRADO)	24980	3,91
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	38600	6,04
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	16100	2,52
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA	13180	2,06
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	16260	2,55
18	EMA (LA REGUERONA)	34640	5,42
		638740	100,00

Pila 181 (Sep-Oct 2017)



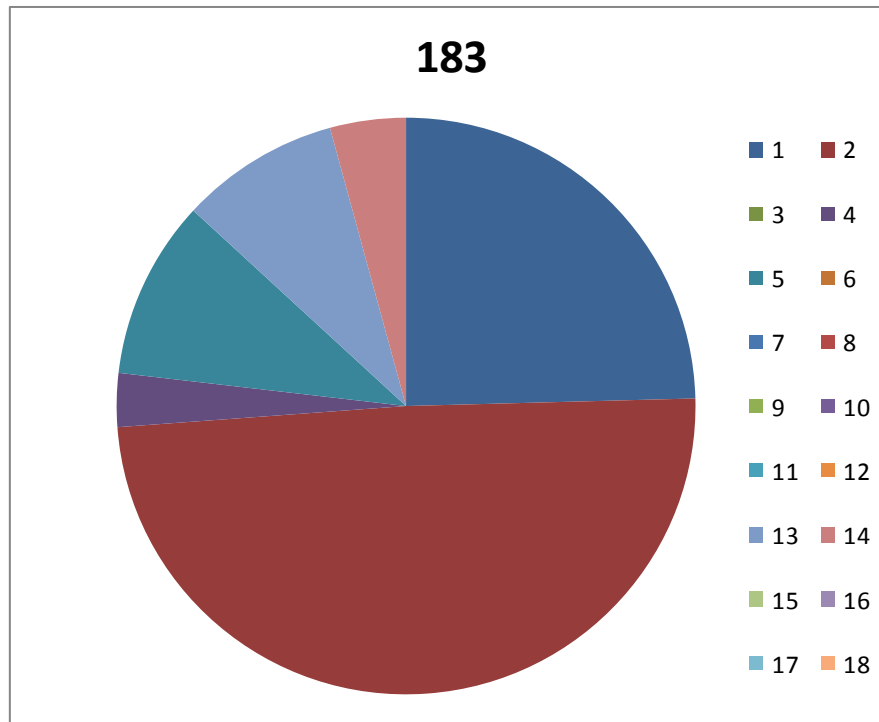
181			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	190060	30,46
2	CADASA (FRIERES)	233400	37,40
3	CADASA (RICAÑO)	24120	3,87
4	CADASA (BAJO NALÓN)		
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	11620	1,86
6	CADASA (OLLONIEGO)	3660	0,59
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)	18720	3,00
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	90580	14,52
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	32100	5,14
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)	19740	3,16
		624000	100,00

Pila 182 (Oct-Nov 2017)



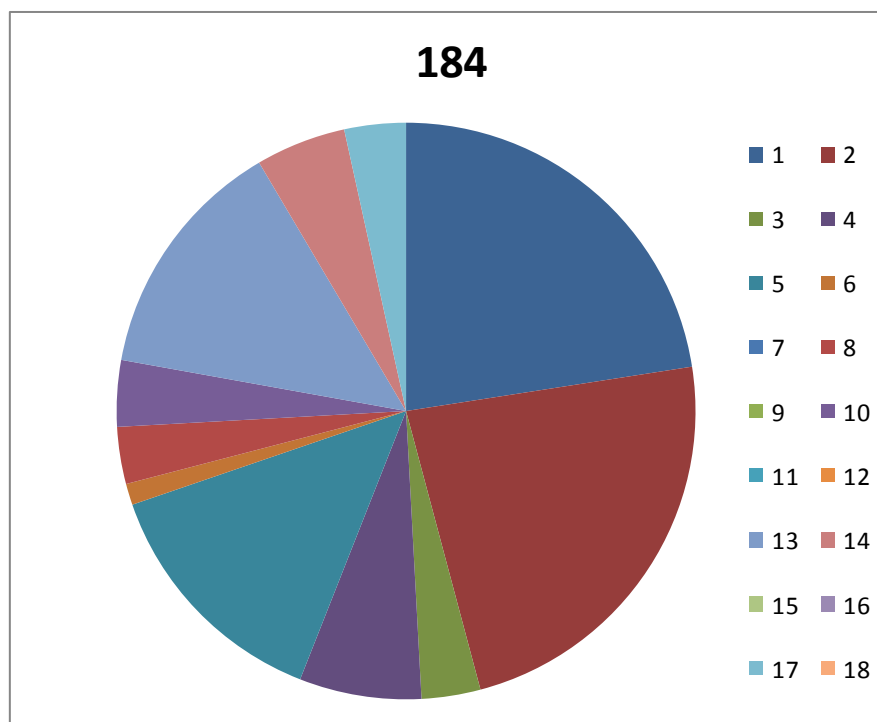
182			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	159560	20,93
2	CADASA (FRIERES)	223620	29,33
3	CADASA (RICAÑO)	59220	7,77
4	CADASA (BAJO NALÓN)	44860	5,88
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	63420	8,32
6	CADASA (OLLONIEGO)		
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)	18900	2,48
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	155060	20,34
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)		
15	ASTURAGUA (TINEO)	20180	2,65
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	17500	2,30
18	EMA (LA REGUERONA)		
		762320	100,00

Pila 183(Nov 2017)



183			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	190360	24,58
2	CADASA (FRIERES)	381360	49,25
3	CADASA (RICAÑO)		
4	CADASA (BAJO NALÓN)	23200	3,00
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	77440	10,00
6	CADASA (OLLONIEGO)		
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)		
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)		
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	69080	8,92
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	32900	4,25
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA		
18	EMA (LA REGUERONA)		
		774340	100,00

Pila 184(Dic 2017)



184			
	Procedencia	NETO (kg)	%
1	CADASA (BAIÑA)	146080	22,55
2	CADASA (FRIERES)	150920	23,30
3	CADASA (RICAÑO)	21380	3,30
4	CADASA (BAJO NALÓN)	44280	6,84
5	CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	89200	13,77
6	CADASA (OLLONIEGO)	7700	1,19
7	CADASA (LA FRANCA)		
8	CADASA (EDAR RIBADESELLA)	20640	3,19
9	CADASA (LUARCA)		
10	CADASA (GRADO)	24000	3,70
11	CADASA (VALLE SAN JORGE)		
12	ACUAES (VILLAPÉREZ)		
13	ACUAES (SAN CLAUDIO)	88560	13,67
14	ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	32740	5,05
15	ASTURAGUA (TINEO)		
16	SOCAMEX COLUNGA		
17	SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	22320	3,45
18	EMA (LA REGUERONA)		
		647820	100,00

ANEXO C. Propuesta producción Enero

En la tabla siguiente se muestran las cantidades de lodos que entran en COGERSA durante el mes de enero separadas por semanas.

Depuradoras	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
	(1-8)	(9-16)	(17-24)	(25-31)
	Media h	Media h	Media h	Media h
	(kg/mes)	(kg/mes)	(kg/mes)	(kg/mes)
ACUAES (SAN CLAUDIO)	105000	122200	77440	63880
ACUAES (VILLAPEREZ)	450680	700100	483860	511700
CADASA (BAIÑA)	106900	160620	176740	109560
CADASA (FRIERES)	126400	130040	110720	127060
CADASA (MAQUA)	0	0	0	0
CADASA (RICAQ)	27340	55240	63960	25580
CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	26160	49060	49240	49060
EMA (LA REGUERONA)	51060	143720	591760	405860
SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	0	0	0	0
ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	16100	15900	16180	17100
CADASA (BAJO NALON)	22320	22320	22960	0
CADASA (LLANES)	0	12880	13000	10920
CADASA (GRADO)	26580	0	26940	0
CADASA (LAS CALDAS)	0	0	21980	0
CADASA (LUARCA)	0	0	20680	0
CADASA (OLLONIEGO)	0	3660	3100	3080
CADASA (TRUBIA)	4260	4160	4080	0
RIBADESELLA	20920	0	0	20500
TRAINASA (CABORNIO)	0	7160	0	6840
kg entran Enero	983720	1427060	1682640	1351140

A continuación se muestra la contribución de las EDAR a cada una de las pilas.

Pila 1				
	kg masa húmeda	kg masa seca	mg Cadmio	mg Cd/kg seco
ACUAES (SAN CLAUDIO)	105000,00	24990,0	5872,7	0,043
ACUAES (VILLAPEREZ)	78102,53	16362,5	321931,8	2,342
CADASA (BAIÑA)	106900,00	30520,0	16023,0	0,117
CADASA (FRIERES)	126400,00	28313,6	17979,1	0,131
CADASA (MAQUA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (RICAQ)	27340,00	6014,8	60,1	0,000
CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	26160,00	5349,7	321,0	0,002
EMA (LA REGUERONA)	51060,00	12254,4	12009,3	0,087
SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	0,00	0,0	0,0	0,000
ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	0,00	0,0	0,0	0,000

Determinación y seguimiento de metales pesados en componentes de origen del compost

Facultad de Química

Universidad de Oviedo

CADASA (BAJO NALON)	22320,00	3794,4	4135,9	0,030
CADASA (LLANES)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (GRADO)	26580,00	4718,0	2689,2	0,020
CADASA (LAS CALDAS)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (LUARCA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (OLLONIEGO)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (TRUBIA)	4260,00	979,8	1665,7	0,012
RIBADESELLA	20920,00	4184,0	2259,4	0,016
TRAINASA (CABORNIO)	0,00	0,0	0,0	0,000
TOTAL	595042,53	137481,1	384947,2	2,800

Pila 2

	kg masa húmeda	kg masa seca	mg Cadmio	mg Cd/kg seco
ACUAES (SAN CLAUDIO)	122200,00	29083,6	6834,6	0,041
ACUAES (VILLAPEREZ)	97629,65	20453,4	402420,9	2,391
CADASA (BAIÑA)	160620,00	45857,0	24074,9	0,143
CADASA (FRIERES)	130040,00	29129,0	18496,9	0,110
CADASA (MAQUA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (RICAÑO)	55240,00	12152,8	121,5	0,001
CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	49060,00	10032,8	602,0	0,004
EMA (LA REGUERONA)	65170,35	15640,9	15328,1	0,091
SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	0,00	0,0	0,0	0,000
ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (BAJO NALON)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (LLANES)	12880,00	4379,2	3372,0	0,020
CADASA (GRADO)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (LAS CALDAS)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (LUARCA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (OLLONIEGO)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (TRUBIA)	0,00	0,0	0,0	0,000
RIBADESELLA	0,00	0,0	0,0	0,000
TRAINASA (CABORNIO)	7160,00	1575,2	0,0	0,000
TOTAL	700000,00	168303,8	471250,9	2,800

Pila 3				
	kg masa húmeda	kg masa seca	mg Cadmio	mg Cd/kg seco
ACUAES (SAN CLAUDIO)	77440,00	18430,7	4331,2	0,026
ACUAES (VILLAPEREZ)	96490,85	20214,8	397726,8	2,359
CADASA (BAIÑA)	176740,00	50459,3	26491,1	0,157
CADASA (FRIERES)	110720,00	24801,3	15748,8	0,093
CADASA (MAQUA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (RICAÑO)	63960,00	14071,2	140,7	0,001
CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	49240,00	10069,6	604,2	0,004
EMA (LA REGUERONA)	91729,15	22015,0	21574,7	0,128
SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	0,00	0,0	0,0	0,000
ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (BAJO NALÓN)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (LLANES)	13000,00	4420,0	3403,4	0,020
CADASA (GRADO)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (LAS CALDAS)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (LUARCA)	20680,00	4136,0	2109,4	0,013
CADASA (OLLONIEGO)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (TRUBIA)	0,00	0,0	0,0	0,000
RIBADESELLA	0,00	0,0	0,0	0,000
TRAINASA (CABORNIO)	0,00	0,0	0,0	0,000
TOTAL	700000,00	168617,9	472130,3	2,800

Pila 4				
	kg masa húmeda	kg masa seca	mg Cadmio	mg Cd/kg seco
ACUAES (SAN CLAUDIO)	63880,00	15203,4	3572,8	0,022
ACUAES (VILLAPEREZ)	90926,56	19049,1	374791,3	2,259
CADASA (BAIÑA)	109560,00	31279,4	16421,7	0,099
CADASA (FRIERES)	127060,00	28461,4	18073,0	0,109
CADASA (MAQUA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (RICAÑO)	25580,00	5627,6	56,3	0,000
CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	49060,00	10032,8	602,0	0,004
EMA (LA REGUERONA)	195673,44	46961,6	46022,4	0,277
SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	0,00	0,0	0,0	0,000
ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (BAJO NALÓN)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (LLANES)	10920,00	3712,8	2858,9	0,017
CADASA (GRADO)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (LAS CALDAS)	0,00	0,0	0,0	0,000

Determinación y seguimiento de metales pesados en componentes de origen del compost

Facultad de Química

Universidad de Oviedo

CADASA (LUARCA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (OLLONIEGO)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (TRUBIA)	0,00	0,0	0,0	0,000
RIBADESELLA	20500,00	4100,0	2214,0	0,013
TRAINASA (CABORNIO)	6840,00	1504,8	0,0	0,000
TOTAL	700000,00	165933,0	464612,3	2,800

Pila 5

	kg masa húmeda	kg masa seca	mg Cadmio	mg Cd/kg seco
ACUAES (SAN CLAUDIO)	0,00	0,0	0,0	0,000
ACUAES (VILLAPEREZ)	76976,66	16126,6	317291,1	1,915
CADASA (BAIÑA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (FRIERES)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (MAQUA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (RICAÑO)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (RIOSECO DE TAPIA)	0,00	0,0	0,0	0,000
EMA (LA REGUERONA)	623023,34	149525,6	146535,1	0,885
SOCAMEX RODILES-VILLAVICIOSA	0,00	0,0	0,0	0,000
ASTURAGUA (CANGAS DEL NARCEA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (BAJO NALÓN)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (LLANES)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (GRADO)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (LAS CALDAS)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (LUARCA)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (OLLONIEGO)	0,00	0,0	0,0	0,000
CADASA (TRUBIA)	0,00	0,0	0,0	0,000
RIBADESELLA	0,00	0,0	0,0	0,000
TRAINASA (CABORNIO)	0,00	0,0	0,0	0,000
TOTAL	700000,00	165652,2	463826,2	2,800