

CONTENIDOS

- 1. Objetivos**
- 2. Referencias**
- 3. Definiciones**
- 4. Materiales y Equipos**
- 5. Metodología**
- 6. Desarrollo de la prueba**
- 7. Evaluación del compost**
- 8. Evaluación de la fracción recuperada**
- 9. Determinación del grado de determinación**
- 10. Análisis de resultados y discusiones**

RESUMEN EJECUTIVO

En las instalaciones de Planta de Compostaje Industrial Armony Sustentable Pudahuel, ubicada en Camino Lo Boza km 4,5, comuna de Pudahuel, Región Metropolitana, se estableció un ensayo durante **el periodo 30 de Agosto – 07 de Diciembre del 2023** para evaluar la degradación de **Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023**, en base a la normativa UNE-EN-ISO 16929.

El ensayo contemplo los siguientes tratamientos:

T₀: “Premezcla” residuos Armony sin adición de materiales a evaluar

T₁: **1009,1 g** de muestras de Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023, cortadas en trozos de 10 x 10 cm y mezcladas con “Premezcla” de residuos de Armony.

Ambos tratamientos se depositaron al interior de las composteras de capacidad de 400lts y se sometieron a volteos, control de temperatura y corrección de humedad durante un período de compostaje de 90 días.

Completado el período de compostaje, el contenido de las composteras, se sometió a tamizaje sobre malla de 2mm y 10mm, de los cuales la fracción >2mm y >10mm fue examinada para recuperar los restos de Biopolímeros sin degradar. La fracción recuperada fue posteriormente lavada y secada en estufa para extraer la humedad y realizar la comparación con la fracción incorporada al inicio del ensayo a fin de determinar el porcentaje de degradación.

La fracción recuperada resultó corresponder a **1,18% (11,9 g)** de restos de **Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023**, **se concluye que el porcentaje de degradación del material evaluado está por encima del 98,0 %**. Adicionalmente la fracción de compost < 10mm fue evaluada para determinar su caracterización en parámetros de Materia Orgánica, pH, conductividad Eléctrica y Madurez, ésta última en base a autocalentamiento el cual determinó un compost **“Curing”** al término de los 90 días que duró el ensayo.

1. OBJETIVOS

1.1 General

Autorizar el ingreso de **Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023**, suministradas por **BO PACKAGING S.A.**, a la Planta de Compostaje Industrial Armony Sustentable Pudahuel.

1.2 Especifico

Verificar la degradación de los Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023.

2. REFERENCIAS

2.1. Norma UNE-EN-ISO 16929:2013

2.2. Norma UNE-EN-ISO 9001:2015.

2.3. TMECC. Test Method for the Examination of Compost and Composting. U.S. Composting Council.

3. DEFINICIONES.

3.1. **Desintegración:** descomposición física de un material en partículas más pequeñas.

3.2. **Biodesintegración:** desintegración causada por actividad biológica, especialmente por acción Enzimática que actúa sobre la estructura química del material.

3.3. **Compost:** acondicionador biológico de suelo, obtenido de la desintegración de una mezcla principalmente de residuos vegetales y otros residuos orgánicos con un contenido mineral limitado.

3.4. **Madurez del compost:** asignación de nivel de madurez en base a la medición de la temperatura máxima de autocalentamiento, evaluado en sistema de test Dewar.

4. MATERIALES Y EQUIPOS

4.1. Materiales a evaluar:

- Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023 elaborado con material Cupforma Natura Aqua+ 2SB, compuesto de 3 capas de pulpa de papel.



Figura 1. Fotografías de los **Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023** elaborado con material Cupforma Natura Aqua+ 2SB.

4.2. Contenedor de 400lt capacidad (Compostera)

4.3. Tamiz 2mm

4.4. Tamiz 10mm

4.5. Balanza

4.6. pHmetro

4.7. Termómetro de vástago 36"

4.8. Medidor de Conductividad Eléctrica

4.9. Estufa de secado

4.10. Mufla

4.11. Dewar Flask

5. METODOLOGÍA

La prueba de desintegración se desarrollará bajo condiciones definidas y estandarizadas según UNE EN ISO 16929:2013 a nivel de escala piloto.

El material de prueba debe ser mezclado con residuos orgánicos en proporciones que garanticen una relación C/N adecuada para permitir el desarrollo de microorganismos para el proceso de compostaje. A medida que la población de microorganismos se incrementa, la temperatura del proceso aumenta a niveles termófilos: 45°C – 70°C, lo que favorecerá la desintegración, pero también el consumo de agua. La mezcla debe voltearse regularmente para: a) asegurar que la temperatura se mantiene en niveles termófilos; b) Restituir el contenido de humedad; c) Redistribuir las muestras en evaluación; d) observar comportamiento de las muestras; e) rellenar el contenedor con residuos frescos para mantener proceso microbiano activo.

Al final del periodo de evaluación (90 días), el compost resultante debe ser tamizado en fracciones de 2mm y 10mm y la madurez del compost será evaluada en sistema de autocalentamiento según TMECC.

La fracción de muestra recuperada en tamices >2mm y >10mm, es lavada y secada en estufa para determinar la proporción de muestra recuperada sin degradar respecto al total incorporado al inicio de la prueba. La relación entre ambas determinaciones y su equivalente en nivel de desintegración está dado por:

$$D_i = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right) * 100\%$$

D_i = grado de desintegración del material evaluado expresado en porcentaje (%).

m_1 = Es la masa del total de sólidos del material testeado incorporado inicialmente expresada en gramos (g).

m_2 = Es la masa del total de sólidos del material testeado recuperado expresada en gramos (g).

6. DESARROLLO DE LA PRUEBA

6.1. Preparación de la muestra.

Las muestras de **Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023**, fueron fraccionadas en tamaños 10 x 10 cm e incorporadas a la mezcla de residuos en una única porción de **1009,1 g** de material. Para garantizar la homogeneidad en la mezcla final (muestras + residuos orgánicos para compostaje), la muestra se fue incorporando a medida que se iban agregando los residuos orgánicos. Una vez obtenido una mezcla homogénea, fue introducida al **contenedor 1** (compostera 1 de 400l), dando inicio al ensayo de degradación de materiales.



Figura 2. Fotografías de los **Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023** acondicionados para evaluación (Compostera 1).

6.2. Mezcla de residuos orgánicos

- La mezcla inicial utilizada correspondió a la mezcla matriz denominada "Premezcla", empleada por Armony en las pilas de compostaje industrial regulares. La fracción anterior fue reducida con proporciones equivalentes de pasto, verduras y madera triturada para asegurar el desarrollo del proceso de compostaje en volumen reducido.



Figura 3. Imágenes de la incorporación de residuos orgánicos y mezcla con las muestras de Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023 en la compostera 1.

6.3. Volteos.

- Se realizaron volteos regulares espaciados cada 3 semanas hasta el final del ensayo.
- Durante los volteos se reincorporó material fresco (madera triturada, pasto, verduras) para restituir la perdida de volumen a causa de la desintegración y se humectó la mezcla para mantener activo el proceso biológico.
- Durante los volteos, se observó el paulatino cambio de textura, cambio de color y fragmentación de la muestra, y más adelante en los volteos posteriores, se observó la fragmentación de esta, hasta ser casi imperceptible a la vista.



Figura 4. Imágenes del primer volteo del compost con muestras de Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023.

6.4. Control de Temperatura

- Se realizó control de temperatura semanal para monitorear el desarrollo del proceso y para planear los manejos a realizar en el próximo volteo (corrección de humedad, adición de material carbonado y/o Nitrogenado). Las temperaturas se mantuvieron entre los 45 – 70 °C



Figura 5. Medición y registro de la temperatura en la composteras 1.

6.5. Término del Test y evaluación del compost resultante.

- Una vez completadas las 12 semanas requeridas para el test, se procedió a desarmar los contenedores para extraer el compost resultante.
- El compost extraído se sometió a tamizado en mallas de 2 mm y 10 mm.
- De la fracción > 2 mm y > 10 mm se recuperan los restos de Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023.
- Las fracciones recuperadas fueron separadas para posterior análisis.



Figura 6. Apertura final de compostera 1 y separación del compost para evaluación y recuperación de los restos de Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023.

- Del compost resultante se toma una muestra y de la fracción < 2 mm y < 10 mm para determinar el pH, Conductividad Eléctrica y Nivel de Madurez.



Figura 7. Muestra del compost obtenido (1) y determinación de Nivel de Madurez mediante el test de Autocalentamiento (2).

7. EVALUACIÓN DEL COMPOST

- Del compost resultante se evaluó el pH, Conductividad Eléctrica (C.E); Nivel de Madurez (autocalentamiento) y Contenido de Materia Orgánica. Los resultados de Evaluación del compost se muestran en **Anexo 1**.

DEWAR SELF-HEATING TEST.

IDENTIFICATION PRODUCT: Compostera 1 "BO PACKAGING S.A."

START: Diciembre, 13 -2023
FINISH: Diciembre, 27 -2023

DATE	DAY	TEMP IN (°C)	TEMP OUT (°C)	ΔT (°C)
December 13, 2023	0	24.8	22.3	-2.5
December 14, 2023	1	25.6	26.1	0.5
December 15, 2023	2	25.6	28.4	2.8
December 16, 2023	3	25.5	36.0	10.5
December 17, 2023	4	25.5	36.0	10.5
December 18, 2023	5	25.8	34.1	8.3
December 19, 2023	6	25.9	34.0	8.1
December 20, 2023	7	25.9	33.9	8.0
December 21, 2023	8	26.3	31.6	5.3
December 22, 2023	9	26.1	32.0	5.9
December 26, 2023	13	26.1	31.3	5.2
December 27, 2023	14	26.0	31.0	5.0

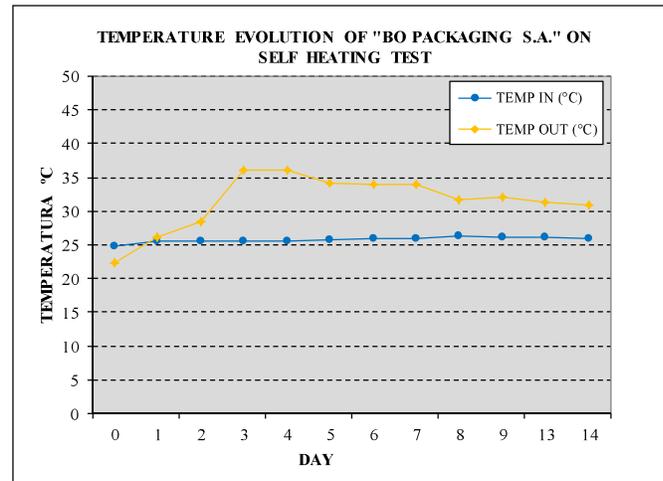


Figura 8. Grafico "DEWAR SELF-HEATING TEST".

Tabla 1. Descripción de estabilidad del compost según los incrementos de temperatura de Dewar y clasificación de estabilidad en base al sistema europeo.

Table 05.08-D2 Dewar self-heating increments, rating and description of stability classification based on the European system.

Temperature Rise Above Ambient	Official Class of Stability	Descriptors of Maturity Class or Group	Major Group of Compost
< 10°C	V	Finished Compost; stable to very stable compost	Finished
10° – 20°C	IV	Maturing; moderately unstable, curing compost	Curing
20° – 30°C	III	Active Compost, material decomposing and unstable	Active
30° – 40°C	II	Immature Compost, young or very active compost	Active
> 40°C	I	Raw Feedstock; fresh compost, mixed ingredients	Raw or Fresh

8. EVALUACIÓN DE LA FRACCIÓN RECUPERADA

- La fracción recuperada en tamiz >2mm y >10mm es cuidadosamente lavada para extraer todos los posibles restos de compost o residuos que pudiese contener.
- Una vez lavada, la fracción de muestra recuperada es secada en estufa a 65 °C por 24 – 48 hrs o hasta peso constante.
- Una vez seca, la fracción recuperada se pesó para determinar su masa y comparar con los contenidos incorporados al inicio del test.



Figura 9. Fragmentos sin lavar (1), lavados y secos (2) de los restos de Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023, recuperados de la Compostera 1.

9. DETERMINACIÓN DEL GRADO DE DESINTEGRACIÓN.

- m_2 = masa de la fracción de los restos de Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023 sobre tamiz > 2mm y > 10m = **11,9 g**
- m_1 = masa total de Bolsa de basura compostable medianas y grandes, incorporados al test = **1009,1 g**

$$D_i = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right) * 100\% \quad \rightarrow \quad D_i (\text{Vaso}) = \mathbf{98,82\%} \text{ (Porcentaje de desintegración)}$$

10. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Según lo observado en el desarrollo del ensayo, las muestras suministradas correspondientes a **los restos de Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023**, en condiciones de compostaje en un período de 90 días, suministradas por **BO PACKAGING S.A.**, poseen un alto grado de desintegración por encima de 98,0%.

Aquella fracción recuperada si bien no se considera degradada por estar sobre el tamiz de referencia, posee muy baja cohesión, siendo posible fraccionarla en pequeños trozos al aplicar una leve presión, estiramiento o al frotar con los dedos.

Los materiales componentes de las muestras de **Vasos de 6,5 Onzas Latam BIO 2023** presentaron un alto grado de desintegración general en condiciones de compostaje según premezcla Armony y Norma ISO 16929.2013.

11. ANEXOS.

Anexo 1: Resultado de evaluación de características del compost (Compostera 1).

Análisis		Laboratorio Rosario		NCh 2880.Of 2015	
		Compost Ensayo "BO PACKAGING S.A."		Nivel aceptación	Método
		Compostera 1			
C.Eléctrica	(suspensión 1:5)	dS/m	5.69		TMECC 04.10
pH	(suspensión 1:5)		8.15	5,5 - 8,5	TMECC 04.11
Materia Orgánica		%	48.39	> 20%	TMECC 05.07-A
Carbono Orgánico			26,88	> 11	MAC 7.2
Humedad		%	43,50	30 - 45	TMECC 03.09
Materia Seca		%	56,5	70 - 55	TMECC 03.09
Malezas		Nº/lit	No detectada	< 2 nº/lit	TMECC 05.9
Retención de humedad			nd		TMECC 03.10
	Base peso	%			
	Base volumen	%			
Porosidad			nd		TMECC 05.08-D
	Total				
	Aireación				
Densidad	gr/cc	Hd Seca	0,56		
Madurez	Dewar		IV		TMECC 05.08-D
	Solvita®		5		TMECC 05.08-E

- Análisis realizado en base a Materia Seca.
 - Metodologías: TMECC Test Methods for the Examination of Composting and Compost.2001
 MAC Métodos de Análisis de Compost. 2005, Serie Actas INIA N°30
 - Dewar IV, equiv aente a Solvita 5, indicador de compost "**Curing**"