UF IFAS Extension UNIVERSITY of FLORIDA

UF/IFAS PEER REVIEWED FE1130

doi.org/10.32473/edis-fe1130-2023

Costos estimados de la producción de compost de sargazo[1]

Trent Blare, Afeefa A. Abdool-Ghany, Helena M. Solo-Gabriele y Erick Gonzalez[2]



Figura 1. Crédito: Afeefa A. Abdool-Ghany

Objetivo

El objetivo de este estudio es ofrecer perspectivas a municipalidades y pequeños negocios que están considerando iniciar operaciones de compostaje usando el sargazo como materia prima.

Introducción

El Sargazo spp. es una de las formas dominantes de macroalgas de color café (algas marinas) encontrada en las playas de Florida. El alga es una pelágica, es decir, flota libremente cerca de la superficie del océano y se encuentra naturalmente flotando en el océano. En el océano forma grandes alfombras, esta forma sirve de hábitat protegido para peces y tortugas. La acumulación de *Sargazo* spp. naturalmente termina en las orillas de las playas de Florida. El *Sargazo* spp. se origina en dos lugares, en el Mar de los Sargazos en el océano Noratlántico, cerca de Bermuda, y en el Gran Cinturón de Sargazo del Atlántico (GASB por sus siglas en inglés). Se cree que el crecimiento de las grandes capas de *Sargazo* spp. es impulsado por el flujo global de nutrientes, y algunos señalan que la liberación de nutrientes de la deforestación de la selva amazónica es una de las causas del aumento repentino de *Sargazo* spp. en el Caribe (Wang et al. al. 2019). Recientemente se han reportado grandes cantidades de *Sargazo* spp. en el océano Atlántico central y en el Mar Caribe. Durante los veranos de 2018 y 2019, se documentaron cantidades récord de *Sargazo* spp. a lo largo de las playas de Florida, lo que provocó que las autoridades locales transportaran estas algas al vertedero más cercano (Parks, Recreation and Open Spaces 2021).

Los científicos creen que la cantidad de *Sargazo* spp. se incrementará a medida que las temperaturas globales continúen aumentando (Naciones Unidas 2020).

El Mar de los Sargazos, con sus grandes mantos de *Sargazo* spp. que flotan libremente, es un ecosistema próspero y proporciona un hábitat vital y una fuente de alimento para muchas especies marinas. Las tortugas usan el *Sargazo* spp. como fuente de refugio y alimento, ya que los camarones, cangrejos y peces se encuentran en las algas flotantes. Los depósitos de *Sargazo* spp. en las playas son importantes para mantener el equilibrio ecológico. Sin embargo, cuando es excesivo, la ecología local sufre, así como la estética de la playa decae. En condiciones extremas (cuando las capas de algas son demasiado gruesas), las tortugas y los delfines no pueden salir a la superficie y, por lo tanto, se ahogan (Atkin 2018). Las esteras gruesas también impiden que la luz del sol llegue a los pastos marinos en el fondo del océano. Una vez que estas esteras llegan a la orilla, comienzan a descomponerse y liberar sulfuro de hidrógeno, lo cual causa mal olor (Atkin 2018; Langin 2018). Cuando se encuentran cantidades excesivas de *Sargazo* spp. en la arena, esto también contribuye a la disminución de la calidad estética de las playas de Florida y, en última instancia, afecta a la industria del turismo (CAST 2015). El *Sargazo* spp. también atrae insectos, como los flebótomos, a medida que se descompone, lo que desmejora aún más la estética de las playas (Swinscoe et al. 2018).

Una ciudad en el sur de Florida ha abordado el manejo de grandes cantidades de *Sargazo* spp. en la playa mediante la implementación de una práctica única y sostenible de compostaje. Durante los últimos quince años, Fort Lauderdale, ubicada en el condado de Broward, ha implementado la práctica del compostaje. Esta ciudad ha tenido éxito en la eliminación de grandes y pequeñas cantidades de sargazo en la playa y ha perfeccionado el proceso de recolección para optimizar la ecología y la estética de la playa. Se utiliza un rastrillo de playa, tirado por un tractor para limpiar primero la playa (Figura 2 izquierda y en el centro). Luego, el *Sargazo* spp. se transporta a un parque de la ciudad donde se seca y se coloca en una pila de compost (Figura 2 derecha). Una vez

seco, el compost se pasa a través de un agitador para eliminar cualquier residuo antes de que la ciudad lo use como compost o se les entregue a los residentes de la ciudad.



Figura 2. Izquierda, recolección de *Sargazo* spp. en Miami Beach, Florida con un Surf Rake (tractor limpiador de playas); centro, *Sargazo* spp. recolección en Key Biscayne, Florida; derecha, compost de *Sargazo* spp. en las instalaciones de compost de Ft. Lauderdale.
Crédito: Trent Blare; Afeefa A. Abdool-Ghany

Esta publicación examina los costos en los cuales la ciudad de Ft. Lauderdale incurrió para establecer esta planta de abono de *Sargazo* spp. El objetivo de este análisis es brindar información a los municipios y pequeñas empresas que están considerando iniciar operaciones de compostaje con la expectativa de que el compostaje de *Sargazo* spp. les brinde más espacio en sus vertederos y mantenga el atractivo turístico de sus playas. Los datos para este análisis se recopilaron mediante entrevistas en 2021 con varias personas en municipios y pequeñas empresas que utilizan una amplia gama de estrategias de gestión de *Sargazo* spp. Esta publicación pretende ser solo una guía para estimar los aspectos financieros de iniciar y operar una operación de compostaje de *Sargazo* spp.

Ideas principales

Tierra

Los gastos generales en efectivo (por ejemplo, seguros e impuestos) se estiman en 200 US$ por acre. Los costos generales no monetarios (por ejemplo, alquiler de la tierra) se estiman en aproximadamente 500 US$ por acre, estimados en la tarifa de alquiler de tierras agrícolas en el sureste de Florida (Blare et al. 2022). El costo de comprar tierras agrícolas en el condado de Broward se estima en 3.360 US$ / acre (Land and Farm 2021). Por lo tanto, los costos fijos totales se estiman en 700 US$ / acre. Estos valores cambiarán según la ubicación elegida para el sitio de compostaje de *Sargazo* spp.

Recurso humano

Horas de operación. El tiempo que los empleados de la ciudad dedican a limpiar el sargazo en la playa (utilizando un tractor para tirar del rastrillo de surf y un camión de 8 yd^3) es de 5 horas al día para un total de 1.825 horas por año (5 horas × 365 días). La excavadora utilizada para esparcir y girar el sargazo en el sitio de compostaje se usa una hora a la semana o cuatro horas al mes.

Costos del combustible diésel. la Administración de Información de Energía de los Estados Unidos (2021) estimó que el costo promedio del diésel de enero de 2021 a octubre de 2021 fue de 3,20 US$ / galón. El consumo promedio de combustible (en galones / hora) para tractores agrícolas durante todo el año sin referencia a ningún implemento específico también se puede estimar utilizando la siguiente ecuación (Edwards 2015):

0,044 × *Máximo PTO caballo de fuerza*

Utilizamos esta ecuación para estimar el consumo promedio de combustible para el tractor, el camión de 8 yd^3 y la excavadora. Estimamos que el tamaño del tanque de gasolina del tractor es de 50,2 galones con una TDF de 92 caballos de fuerza o hp (Easterlund 2016). Estimamos que el tamaño del tanque para el camión de 8 yd^3 es de 50 galones con una potencia bruta de 300 caballos de fuerza (Ritchie Bros. 2018). Se asume que el tamaño del tanque para la excavadora es de 69 galones y una potencia neta de 130 caballos de fuerza (Caterpillar 2021). Una vez que se calculó el consumo de combustible, se multiplicó por el precio promedio del diésel para obtener el costo de combustible por hora. Luego, para determinar el costo anual de combustible, multiplicamos las horas operativas por el costo de combustible por hora.

Costos de equipo. La ciudad usa dos camiones de 8 yd3, pero ya que la mitad del uso fue para el compostaje de sargazo, mientras que la otra mitad fue usada para otros proyectos en la ciudad, solo se usó un camión para el cálculo de los costos anuales. Una excavadora se utiliza en la ciudad para mantener la pila de sargazo durante una hora a la semana. Hay tres tractores y rastrillos de surf que se utilizan en la recolección de sargazo fuera de la playa. Tres se utilizan en caso de que uno pueda romperse, necesite mantenimiento o durante una temporada pesada. A lo sumo, puede haber un total de dos tractores y rastrillos de surf utilizados a un tiempo para limpiar la playa, lo que requeriría un total de dos personas para operar. Un agitador se usa solo cuando el compost producido es necesario para un proyecto. Esto permite un producto más uniforme y elimina piezas de escombros más grandes.

La Tabla 1 desglosa los costos asociados con el equipo utilizado en la instalación de compostaje.

Costos de mantenimiento. El costo de mantenimiento del equipo en uso es aproximadamente el 1 % del costo del equipo (Edwards 2015).

Tabla 1. Costos de maquinaria asociados con una instalación de compostaje de sargazo.

Artículo	Número de unidades	Valor del equipo (US$)	Vida útil (años)	Costo anual de equipo (US$)	Diésel (US$/gal)	Costo promedio diésel (US$/horas)	Operación (horas)	Anual de combustible (US$)	Mantenimiento(por unidad)	Costo total de mantenimiento (US$)	Costo total anual (US$)
Rastrillo [a]	3	70.000	4	52.500	N/A	N/A	N/A	N/A	700	2.100	54.600
Tractor [b]	3	100.000	5	60.000	3,20	12,95	1825	23.640	1.000	3.000	86.640
8 yd^3 camión [c]	1	80.000	6	13.333	3,20	42,24	1825	77.088	800	800	91.221
Excavadora [d]	1	250.000	5	50.000	3,20	18,30	72	1.318	2.500	2.500	53.818
Vibrador[e]	1	60.000	6	10.000	N/A	N/A	N/A	N/A	600	600	10.600

N/A- la información no fue accesible o no fue utilizada en la estimación de los costos finales.

No incluimos los costos de seguros para la maquinaria porque las instituciones del gobierno están autoaseguradas.

[a] El rastrillo requiere mantenimiento dos veces cada año.

[b] El tractor requiere mantenimiento cada 100 horas de uso.

[c] El camión de 8 yd^3 requiere mantenimiento tres veces cada año.

[d] La excavadora requiere mantenimiento tres veces cada año.

[e] El vibrador requiere mantenimiento una vez cada año.

Personal de trabajo

Un empleado gana un salario anual de 60.000 US$. Los empleados que trabajan para recoger el sargazo de la playa trabajan de 6 a.m. a 11 a.m., por un total de 5 horas cada mañana. Como la recolección se realiza 7 días a la semana, se gasta un total de 35 horas a la semana en la eliminación de sargazo. Una persona tiene la tarea de mantener la pila de compost un día a la semana. La excavadora se opera por un máximo de una hora a la semana en la pila. La recolección de sargazo se puede dividir en temporadas pico (3 meses / año o 12 semanas) y fuera de las temporadas pico (9 meses / año o 36 semanas). La temporada alta de *sargazo* tiene lugar en mayo, junio y julio, mientras que la temporada baja tiene lugar de enero a abril y de agosto a diciembre. Cuando hay cantidades modestas a pesadas de *sargazo* en la orilla, alrededor de 4 personas deben trabajar en la playa (dos personas operan tractores en la playa, dos personas conducen camiones). El total de horas / hombre para la temporada alta sería entonces de 1.680 horas (4 *personas* × 12 *semanas* × 35 *horas/semana*). Durante la temporada baja, dos personas trabajan en la playa (una operando el tractor y otra conduciendo el camión. El total de horas / hombre para la temporada baja sería de 2.520 horas (2 *personas* × 36 *semanas* × 35 *horas/semana*). Las algas marinas se recolectan los 7 días de la semana.

Análisis de costos

La Tabla 2 muestra el valor total para cada una de las principales categorías de costos del compost de sargazo. El costo anual total para limpiar la playa y administrar la pila de compost de sargazo es de 386.872 US$. La Figura 3 ilustra la proporción de cada uno de los costos por categoría. Los costos de maquinaria (rastrillo de surf, tractor, camión de 8 yd^3, excavadora y agitador) se estima que abarcan el 77 % del costo total, seguidos por los costos de personal que representan el 23 % del costo total y, finalmente, los costos de la tierra que constituyen el 0,18 % del costo total.

Tabla 2. Estructura de costos anuales para una instalación de compostaje de sargazo.

Artículo	Valor (US$)
Tierra	700
Maquinaria	296.880
Personal	89.292
Total	386.872

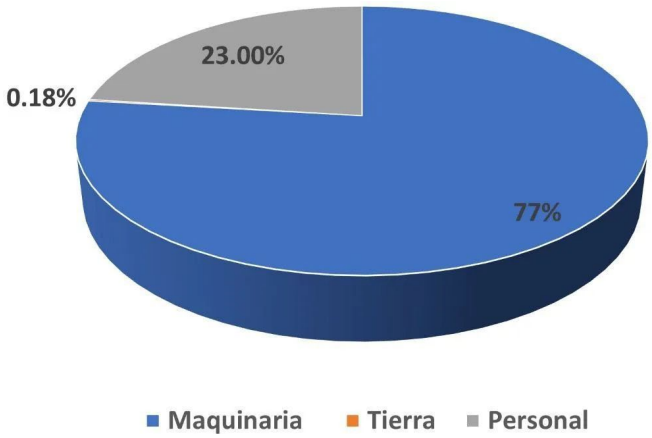


Figura 3. División de los costos anuales asociados a la gestión de una instalación de compostaje de sargazo. Crédito: UF/IFAS

Costos de maquinaria. El desglose de las principales máquinas (Figura 4) involucradas en las operaciones de compostaje son el camión de 8 yd^3 (31 %), el tractor (29 %), el rastrillo y la excavadora (cada uno 18 %) y el agitador (4 %).



Figura 4. División del costo anual para operar maquinaria en una instalación de compostaje de sargazo.
Crédito: UF/IFAS

Costos de la tierra. Los costos de la tierra representan el 0,18 % del costo total.

Gastos de personal. Incluye todos los costos asociados con la mano de obra y el personal que se necesita para operar la instalación de compostaje y representa el 23 % del costo total.

Conclusiones

Debido a la creciente preocupación por la acumulación de sargazo en las playas de Florida, el compostaje de esta alga marina parece ser una opción atractiva para los gobiernos de la ciudad y el condado que tienen la tarea de mantener las playas de Florida en perfectas condiciones. Estimamos que la ciudad de Ft. Lauderdale gasta 386.872 US$ anualmente para limpiar sus playas de sargazo y mantener su pila de compost. La maquinaria es la principal inversión para iniciar una instalación de compostaje. Aunque la asignación de tierras solo representa el 0,18 % del costo total para operar una instalación de compostaje de sargazo, la disponibilidad y el acceso a la tierra, especialmente en el sureste de Florida cada vez más urbanizado, son las principales limitaciones según tres funcionarios gubernamentales locales que fueron entrevistados como parte de este estudio (Universidad de Miami 2022). El valor de alquiler de la tierra utilizado en este estudio se basó en tierras zonificadas para fines agrícolas en el sureste de Florida y puede no representar el valor de la tierra en áreas muy urbanizadas. Es posible que sea necesario considerar costos adicionales para los gobiernos locales que buscan crear una instalación de compostaje, como el costo de transportar sargazo a un área con espacio para una pila de compost. Por lo tanto, este presupuesto solo pretende ser una referencia para los gobiernos de la ciudad, los condados u otras entidades que están considerando compostar sargazo y crear sus propios programas.

Aunque el presupuesto para la limpieza y el compostaje del sargazo puede parecer alto, representa un ahorro de costos a la alternativa de recolectar el sargazo y desecharlo. Nuestro análisis del compost de sargazo de Ft. Lauderdale consideró el costo total de recolectar las algas marinas en la playa y administrar una instalación de compost. Sin embargo, el costo de limpiar la playa se asumiría independientemente de si la ciudad decidiera compostar el sargazo o no. Esto sería un costo hundido, o un costo en el que se incurriría independientemente de la opción de eliminación utilizada. El costo anual adicional para ejecutar la pila de compost ascendió a 78.118 US$. Este valor incluye 53.818 US$ para la excavadora, 10.600 US$ para la coctelera, 13.000 US$ en costos de personal y 700 US$ para la tierra. Este valor representa solo el 20 % del costo que la ciudad de Ft. Lauderdale gasta en su programa de limpieza y compostaje de playas. El otro 80 % se gasta en limpiar la playa.

Antes de que Ft. Lauderdale comenzara a compostar sargazo en 2010, se gastaban 200.000 US$ anualmente en costos de eliminación, que incluían las tarifas de propina y los costos de transporte para llevar el sargazo al vertedero. En 2020, hubo alrededor de 3.500 yd^3 de sargazo

recolectados y eliminados solo en la aldea de Key Biscayne. En comparación, Ft. Lauderdale recolectó 4.721 yd^3 en 2019. El gerente de Key Biscayne Village mencionó que el Village gastó alrededor de 300.000 US$ para deshacerse del sargazo en 2020 o alrededor de 1.710 US$ por 20 yd^3. Usando este costo de eliminación actualizado, Ft. Lauderdale habría tenido que gastar casi 404.000 US$ para deshacerse de su sargazo en 2019, lo que significa que la ciudad ahorró alrededor de 326.000 US$ al usar una instalación de compostaje, que se estima costaría 78.118 US$ para operar, en lugar de desechar el sargazo en un vertedero.

El compostaje no solo permite a estas entidades ahorrar en los costos de eliminación, sino que también les permite crear un producto útil que tiene el potencial de ser utilizado por estas entidades para compensar los costos de paisajismo al sustituir el suelo por compost de sargazo. La ciudad de Ft. Lauderdale estima un ahorro adicional entre 2.000 US$ y 3.000 US$ por año en costos de suelo, ya que utiliza el compost de sargazo para relleno en sus parques y carreteras. También existe la posibilidad de comercializar el producto para ser utilizado por los propietarios locales, proveedores de paisajismo y productores. La investigación futura para estimar el valor del compost de sargazo en función de su contenido de nutrientes en comparación con productos similares en el mercado proporcionaría información sobre el potencial de vender compost de sargazo para ayudar a compensar algunos de los costos de limpieza y compostaje de la playa.

Sin embargo, se necesita más investigación para comprender la seguridad del uso de compost de sargazo en huertos o jardines antes de que dichos mercados puedan establecerse completamente, ya que se desconoce el nivel de metales pesados como el arsénico en este compost. Antes de comenzar una instalación de compostaje de sargazo, las empresas y los municipios deben verificar los requisitos de permisos locales. La calidad del sargazo debe verificarse para confirmar que cumple con las pautas regulatorias locales, incluidos los niveles de metales y, en particular, de arsénico.

Referencias

Atkin, E. A. (2018, August 29). *Humans Have Created a New Natural Disaster*. The New Republic. Retrieved November 22, 2021, from https://newrepublic.com/article/150775/humans-created-new-natural-disaster

Blare, T., Ballen, F. H., Singh, A., Haley, N. & Crane, J. (2022). Profitability and Cost Estimates for Producing Mango (Mangifera Indica L.) in South Florida. University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences EDIS. Retrieved March 9, 2022, from https://ask.ifas.ufl.edu/publication/FE1115

Caribbean Alliance for Sustainable Tourism and Caribbean Hotel and Tourism Association (CAST) (2015) Sargassum: a resource guide for the Caribbean. Coral Gables, FL, Caribbean Hotel and Tourism Association, 14pp. DOI: http://dx.doi.org/10.25607/OBP-798

Caterpillar. (2021). *Medium Dozers- D4*. Retrieved November 23, 2021, from https://www.cat.com/en_US/products/new/equipment/dozers/medium-dozers/120260.html

Easterlund, P. (2016, October 20). *TractorData.com Kubota M6-111 tractor information*. Tractor Data. Retrieved November 23, 2021, from http://www.tractordata.com/farm-tractors/008/5/1/8514-kubota-m6-111.html

Edwards, W. (2015, May). *Estimating Farm Machinery Costs | Ag Decision Maker*. Retrieved November 23, 2021, from https://www.extension.iastate.edu/agdm/crops/html/a3-29.html

Land and Farm. (2021). *Broward County, FL Land for Sale - 110 Listings | Land and Farm*. Retrieved November 23, 2021, from https://www.landandfarm.com/search/FL/Broward-County-land-for-sale/

Langin, K. (2018, June 11). *Mysterious masses of seaweed assault Caribbean islands*. Science. Retrieved November 22, 2021, from https://www.science.org/content/article/mysterious-masses-seaweed-assault-caribbean-islands

Parks, Recreation and Open Spaces. (2021, February 4). Learn about Sargassum on Miami-Dade County beaches. Miami-Dade County. Retrieved March 7, 2022, from https://www.miamidade.gov/global/news-item.page?Mduid_news=news1612480690815524

Ritchie Bros. (2018). *Mack GU713 Dump Truck*. Ritchie Specs Equipment Specifications. Retrieved November 23, 2021, from https://www.ritchiespecs.com/model/mack-gu713-dump-truck

Swinscoe, I., Oliver, D. M., Gilburn, A. S., & Quilliam, R. S. (2018). The seaweed fly (Coelopidae) can facilitate environmental survival and transmission of E. coli O157 at sandy beaches. *Journal of Environmental Management*, *223*, 275–285. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.06.045

University of Miami. (2022, March 17). Technical Awareness Group Meeting. Sargassum Composting. Third Meeting. Virtual Meeting.

United Nations. (2020, January 21). Increase in sea temperature allows Sargassum weed to spread in Mexico. Devdiscourse. https://www.devdiscourse.com/article/headlines/840592-increase-in-sea-temperature-allows-sargassum-weed-to-spread-in-mexico

U.S. Energy Information Administration. (2021, October 25). *Gasoline and Diesel Fuel Update - U.S. Energy Information Administration (EIA)*. Retrieved November 23, 2021, from https://www.eia.gov/petroleum/gasdiesel/

Wang, M., Hu, C., Barnes, B. B., Mitchum, G., Lapointe, B., & Montoya, J. P. (2019). The great Atlantic Sargassum belt. *Science*, *365*(6448), 83–87. https://doi.org/10.1126/science.aaw7912

[1] Este es el documento de EDIS FE1130, una publicación del Departamento de Economía de Alimentos y Recursos, UF/IFAS Extensión. Publicado en marzo 2023. Revisado en diciembre 2025. Visita el sitio de Ask IFAS en https://ask.ifas.ufl.edu/ para la versión actualmente compatible de esta publicación.

[2] Trent D. Blare, country manager/scientist, International Potato Center, Quito, Ecuador, courtesy professor, Department of Food and Resource Economics, UF/IFAS Tropical Research and Education Center; Erick Gonzalez, asistente de investigación, UF/IFAS Tropical Research and Education Center, Homestead, FL; UF/IFAS Extension, Gainesville, FL 32611.

El Institute of Food and Agricultural Sciences (IFAS) es una Institución con Igualdad de Oportunidades autorizada para proporcionar investigación, información educativa y otros servicios solo a personas e instituciones que operan en cumplimiento con las leyes y políticas federales y estatales aplicables de no discriminación. Para obtener más información sobre cómo obtener otras publicaciones de UF/IFAS Extension, comuníquese con la oficina UF/IFAS Extension de su condado. U.S. Department of Agriculture, UF/IFAS Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida A&M University Cooperative Extension Program y Boards of County Commissioners Cooperating. Andra Johnson, decano de UF/IFAS Extension.