

Del campo al plato: residuos agrícolas de Chihuahua con potencial para producir hongos comestibles

Jared Hernández
Huerta¹.
Aldo Gutiérrez
Chávez¹.

- (1) Facultad
de Ciencias
Agrotecnológicas/
Universidad
Autónoma de
Chihuahua

Recibido: 14 de mayo
de 2026

Aceptado: 10 de
junio de 2026

Resumen.

Este artículo analiza el potencial de los residuos agrícolas de Chihuahua como sustratos para la producción de hongos seta desde un enfoque de economía circular. A partir de una revisión documental y de una encuesta exploratoria a productores, se identifican pajas de cereales, rastrojo de maíz, podas de manzano y nogal, tallos de algodón y residuos hortícolas como fuentes de biomasa con distinta viabilidad técnica. El análisis destaca que el volumen de producción agrícola estatal y el potencial bruto estimado mediante la relación residuo:producto (RPR) no equivalen directamente al residuo disponible como sustrato, ya que parte de la biomasa se utiliza como forraje, cobertura del suelo, composta o material para reciclar nutrientes. Por ello, el aprovechamiento sostenible requiere evaluar la estacionalidad, los costos de acopio, la inocuidad, el tamaño de partícula, el balance carbono:nitrógeno y la conservación del suelo. La producción de hongos seta permite utilizar sustratos agrícolas de bajo valor para generar alimento y, una vez finalizado su cultivo, reincorporar el sustrato agotado al sistema agrícola como fuente de materia orgánica.

Palabras clave: economía circular; residuos agrícolas; hongos comestibles; Pleurotus

Abstract.

This article analyzes the potential of agricultural residues from Chihuahua as substrates for oyster mushroom production from a circular economy perspective. Based on a documentary review and an exploratory survey of producers, cereal straw, corn stover, apple and walnut pruning residues, cotton stalks, and horticultural residues were identified as biomass sources with different levels of technical feasibility. The analysis highlights that the state's agricultural production volume and the gross potential estimated through the residue-to-product ratio (RPR) do not directly correspond to the amount of residue available as substrate, since part of this biomass is used as forage, soil cover, compost, or material for nutrient recy-

cling. Therefore, sustainable use requires evaluating seasonality, collection costs, safety, particle size, carbon balance, and soil conservation. Oyster mushroom production allows low-value agricultural substrates to be used for food production and, once cultivation is completed, the spent substrate can be reincorporated into the agricultural system as a source of organic matter.

Keywords: circular economy; agricultural waste; edible mushrooms; *Pleurotus*.

Introducción

La agricultura enfrenta el reto de producir un mayor volumen de alimentos en un área más reducida y, al mismo tiempo, de reincorporar sus residuos a nuevas cadenas de valor. En regiones agrícolas, la biomasa generada por la cosecha, la poda o el procesamiento primario suele percibirse como un problema logístico; sin embargo, desde la economía circular puede transformarse en insumos para producir alimentos, biofertilizantes o productos de valor agregado (Duque-Acevedo et al., 2020; Mujtaba et al., 2023).

Entre los organismos con mayor capacidad para valorizar residuos agrícolas se encuentran los hongos del género *Pleurotus*, conocidos como hongos seta u hongos ostra. Son apreciados por su valor alimentario y su capacidad de crecer en sustratos agrícolas, forestales y agroindustriales (El-Ramady et al., 2022; Figura 1). Además, su cultivo permite convertir materiales de baja calidad en alimentos, al tiempo que contribuye al manejo sostenible de residuos (Doroški et al., 2022; Sözbir et al., 2015).

En Chihuahua, esta alternativa resulta relevante debido a la diversidad agrícola del estado. Cultivos como alfalfa, algodón, avena, cebolla, chile, manzana, nuez, pistache y trigo generan distintos tipos de biomasa residual: pajas, rastrojos, tallos, restos hortícolas, podas y subproductos de procesamiento (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2019). La pregunta central es: ¿qué tan viable resulta aprovechar estos residuos para producir

Figura 1. Valor alimentario y biotecnológico de *Pleurotus ostreatus* como hongo comestible y funcional.

Pleurotus ostreatus conocido como hongo seta, es el segundo hongo comestible más cultivado a nivel mundial después del champiñón. Este hongo posee un valor ecológico, económico y medicinal significativo. Las setas tienen un valor nutritivo alto, comparable con alimentos como el huevo, leche y carne.



hongos seta?. La respuesta requiere integrar tres dimensiones: disponibilidad regional, compatibilidad técnica con *Pleurotus* spp. y sostenibilidad ambiental del retiro de biomasa del campo.

El enfoque de este artículo es divulgativo, por ello, no plantea que todos los residuos agrícolas deban retirarse del campo, sino que algunos materiales podrían evaluarse en proyectos piloto. Su disponibilidad debe entenderse como una oportunidad condicionada por el manejo agronómico, la conservación del suelo y el aprovechamiento de excedentes locales para la producción de alimento.

Chihuahua: un territorio agrícola con potencial para convertir residuos en alimentos.

Chihuahua es uno de los estados agrícolas más relevantes del norte de México. El Anuario Estadístico de la Producción Agrícola del SIAP permite consultar datos por entidad, municipio, cultivo, ciclo y modalidad de producción (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2024). De acuerdo con datos de Referente.mx (2025), durante 2024 Chihuahua produjo alrededor de 8.2 millones de toneladas de productos agrícolas y se ubicó entre los diez principales estados por volumen.

Estos datos muestran una base agrícola amplia, pero también obligan a precisar que la producción agrícola no equivale automáticamente a un residuo disponible. En alfalfa, maíz forrajero o avena forrajera, gran parte de la biomasa cosechada constituye el producto principal y se destina a la alimentación animal. En cambio, en cultivos como manzana, nuez, algodón, maíz de grano y algunas hortalizas quedan tallos, rastrojos, podas, hojas, cáscaras o frutos descartados con potencial para composta, bioinsumos o sustratos (Cuadro 1).

Por ello, el potencial de Chihuahua no debe estimarse únicamente en función de las toneladas producidas. Es necesario distinguir entre biomasa producida, biomasa residual, residuo técnicamente recuperable y fracción que puede retirarse sin afectar las funciones del suelo. Parte de los residuos debe permanecer en el campo para proteger contra la erosión, conservar la materia orgánica y reciclar nutrientes (Mirzaei et al., 2021; Cherubin et al., 2018). Esta distinción es importante para evitar sobreestimar la disponibilidad. Un cultivo de alto volumen puede generar poco residuo utilizable si la biomasa ya tiene destino pecuario, si se reincorpora al suelo o si su recolección resulta costosa. En cambio, un residuo menos abundante puede resultar atractivo si se concentra en una zona productora, se recolecta con facilidad y se mantienen condiciones sanitarias

adecuadas.

Residuos agrícolas con interés para el cultivo de hongos seta en Chihuahua.

El cultivo de hongos seta se basa en sustratos como paja de trigo, sin embargo, puede sustituirse o complementarse con residuos de podas de frutales, residuos hortícolas, subproductos de frutas y materiales agroindustriales (Doroški et al., 2022; El-Ramady et al., 2022).

En Chihuahua, la biomasa puede organizarse en cinco grupos: rastrojos y pajas de cereales, podas de frutales, residuos de cultivos industriales, residuos hortícolas y materiales estructurales. Para una estimación preliminar se emplea la relación producto-residuo, o ratio residuo-to-product (RPR), que expresa la cantidad de residuo por unidad de producto. Esta relación permite estimar el potencial bruto, pero no sustituye las mediciones locales de humedad, sanidad, accesibilidad o disponibilidad real (Dey & Thomson, 2023; FAO, 1994).

Los rastrojos y pajas de cereales, como maíz, avena, sorgo y trigo, son relevantes por su carácter fibroso. La FAO (1994) y Dey y Thomson (2023) reportan relaciones cultivo:residuo de cereales que van de 1:1 a 2.3, lo que evidencia que los valores varían según el sistema, el residuo y el método de estimación. Las podas de frutales como manzano, nogal pecanero, vid y durazno son una fuente importante de biomasa en Chihuahua, debido al peso de la fruticultura en el estado. Chihuahua lidera la producción nacional de manzana, con más de 32 mil hectáreas cosechadas y 664 mil toneladas en 2024, y también

Cultivo	Dato productivo reportado (toneladas)	Importancia para el aprovechamiento de biomasa
Alfalfa	1,832,771	Es el cultivo de mayor volumen; sin embargo, gran parte de la biomasa se usa como alimento animal, por lo que no debe asumirse como residuo disponible.
Maíz forrajero	1,399,230	Su biomasa se cosecha principalmente como producto forrajero; la disponibilidad como residuo se limita a excedentes, descartes o fracciones no aprovechadas.
Avena forrajera	1,143,516	Al igual que otros forrajes, su biomasa tiene un uso pecuario directo; puede ser útil solo cuando existan excedentes o material no comercializable.
Manzana	Más de 664,000 t y más de 32,000 ha	Puede generar residuos de poda, frutos descartados y subproductos de selección o procesamiento; es prioritaria para nodos frutícolas.
Algodón	454,128	Puede generar tallos, restos de cosecha y material vegetal residual; su uso requiere evaluar sanidad, dureza, residuos de agroquímicos y necesidad de trituración.
Nuez pecana	Más de 78,000 ha cosechadas y alrededor de 62 % de la producción nacional	Tiene potencial por residuos de poda, hojas, cáscara y subproductos de procesamiento; es relevante por su importancia económica regional.

Cuadro 1. Principales cultivos agrícolas de Chihuahua y su relación con la generación potencial de biomasa.

Nota. Los datos productivos son orientativos y no reflejan los residuos disponibles. Fuentes: Referente.mx (2025), Gobierno del Estado de Chihuahua (2025a, 2025b) y Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (2024).

Grupo de residuo	Forma de residuo	RPR
Cereales y rastrojos	Rastrojo de maíz	2.3
	Paja o rastrojo de maíz	1:1
	Paja de Avena	1:1.3
	Paja o rastrojo de sorgo	1:1.4
	Paja de trigo	1:1.3
Hortalizas y cultivos intensivos	Papa	0.81
	Tomate	0.44
	Cebolla	0.40
	Frijol / ejote	1.6
	Pimiento	0.45
	Chile	1.5
	Ajo	0.2
	Sandía y melón	0.2
Cultivos industriales	Tallo de algodón	1:4.25
	Cáscara de cápsula de algodón	1.1
	Cascarillas de algodón	1.1
Podas de frutales	Poda de manzano	0.43
	Poda de vid	0.21
	Poda de nogal / nuez	1.15

Cuadro 2. Relación entre residuos y productos de cultivos y residuos agrícolas con interés potencial para el cultivo de hongos seta.
 Nota. RPR significa relación residuo: producto y expresa la masa de residuo generada por cada unidad de producto cosechado. Los valores fueron consultados en Dey y Thomson (2023), por lo que deben interpretarse como referencias para estimar el potencial bruto de biomasa y no como mediciones locales de disponibilidad, humedad, composición lignocelulósica, sanidad, accesibilidad logística ni compatibilidad con *Pleurotus*. En el caso del tallo de algodón reportado por Dey y Thomson (2023), el valor se expresa como producción de residuo por hectárea, no como RPR estricto.

destaca en nuez pecana, con más de 78 mil hectáreas cosechadas y cerca del 62 % de la producción nacional (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2025a, 2025b).

El algodón representa otro grupo de interés. La FAO (1994) reporta una relación cultivo:tallo de 1:4.25, lo que sugiere una alta generación de biomasa; además, se ha evaluado su uso para producir *Pleurotus ostreatus* (Li et al., 2022).

Los residuos hortícolas, como ajo, cebolla, chile, entre otros, pueden aportar nutrientes fácilmente disponibles, aunque su composición es variable. Algunos presentan alta humedad, compactación o desequilibrios de carbono-nitrógeno, por lo que conviene usarlos en mezclas con pajas, rastrojos o podas trituradas.

En términos prácticos, la selección del residuo debe considerar tres criterios: la estructura física, el aporte nutricional y el riesgo de contaminación. Los materiales fibrosos mejoran la aireación y el soporte; los residuos más frescos pueden aportar nutrientes, pero también pueden elevar la humedad o favorecer la proliferación de microorganismos competidores. Por ello, la caracterización local del sustrato es indispensable antes de recomendar una mezcla específica.

Evidencia local: consulta exploratoria a productores. Además de la revisión documental, se realizó una encuesta exploratoria mediante Google Forms dirigida a productores de Delicias, Cuauhtémoc y Casas Grandes, incluida en el informe de primera etapa del proyecto Revalorización de residuos agrícolas mediante el cultivo de hongos comestibles: una alternativa sostenible para la economía circular (Hernández-Huerta, 2025). Esta encuesta tuvo como finalidad identificar la estacionalidad, el volumen de generación y la accesibilidad de los residuos agrícolas con potencial como sustrato para el cultivo de *Pleurotus* spp. (Cuadro 3).

El informe registra un cronograma de disponibilidad de re-

siduos de nogal, vid, rúcula, alfalfa, avena y ajo. Los resultados muestran una lógica territorial clara: la alfalfa tiene mayor estabilidad anual; nogal y vid presentan alta disponibilidad en periodos posteriores a la cosecha o poda; y ajo y avena tienen ventanas de recolección más cortas, por lo que requieren planeación anticipada (Hernández-Huerta, 2025).

En términos logísticos, se estimaron costos aproximados de recolección, transporte, triturado y almacenamiento de \$850 a \$1,330 MXN por tonelada de residuo recolectado. Esta cifra es relevante porque el potencial de un residuo depende de su accesibilidad, traslado, facilidad de triturado, almacenamiento y estabilidad sanitaria, no solo de su composición química (Hernández-Huerta, 2025).

La consulta debe interpretarse como evidencia exploratoria, no como un censo definitivo de biomasa. Su valor principal es orientar las decisiones iniciales: qué residuos conviene probar primero, en qué meses conviene organizar el acopio y qué materiales podrían representar mayores costos de preparación.

Circular de economía: del residuo agrícola al alimento.

La producción de hongos seta a partir de residuos agrícolas es un ejemplo práctico de economía circular, porque transforma pajas, tallos, hojas, podas y descartes de cosecha en sustratos útiles para producir alimentos. En este proceso, los residuos dejan de considerarse desechos y se convierten en materias primas con valor biotecnológico, especialmente porque *Pleurotus spp.* puede crecer sobre materiales lignocelulósicos y degradar celulosa, hemicelulosa y lignina mediante su actividad enzimática (Doroški et al., 2022; El-Ramady et al., 2022; Sadh et al., 2018).

El ciclo inicia con la generación de biomasa agrícola, continúa con el secado, el triturado, la hidratación y la pasteurización o esterilización, y luego con la inoculación del sustrato con mi-

Residuo	Disponibilidad reportada	Ventaja principal	Limitante o cuidado
Alfalfa	Constante; 6-8 cortes al año	Alta estabilidad anual y disponibilidad regional.	No todo el material es residuo; compite con uso forrajero.
Nogal	Octubre-diciembre	Alta disponibilidad estacional de hojas y poda.	Mayor dureza; requiere triturado más intensivo.
Vid	Septiembre-noviembre	Buena disponibilidad estacional de poda.	Puede requerir ajuste de pH, humedad y tamaño de partícula.
Avena	Mayo-junio	Buen material fibroso para estructura.	Ventana corta; requiere planeación de acopio.
Ajo	Junio-julio	Residuo nutricional interesante.	Disponibilidad media-baja; mayor costo de colecta y posible presencia de compuestos sulfurados.

Cuadro 3. Resumen de disponibilidad de residuos agrícolas de acuerdo con la consulta exploratoria a productores

Nota. Elaborado a partir del informe técnico no publicado de Hernández-Huerta (2025).



Figura 2. Esquema de economía circular para la producción de hongos seta a partir de residuos agrícolas.

celio de *Pleurotus* spp. El resultado es la producción de hongos comestibles que pueden destinarse al autoconsumo, a la venta local o a pequeños emprendimientos (Figura 2). En Chihuahua, este modelo podría aprovechar residuos de nogal, manzano, avena, maíz, algodón o ajo, siempre que se evalúen la disponibilidad, la sanidad y la facilidad de manejo.

Finalmente, el ciclo no termina con la cosecha: el sustrato agotado puede utilizarse como

composta, lombricomposta, mejorador orgánico o como material para la reincorporación controlada al suelo. De esta forma, el sistema reduce residuos, promueve el reciclaje biológico de nutrientes y fortalece las cadenas productivas locales, pasando de un modelo lineal de “producir, usar y desechar” a uno en el que la biomasa se transforma en alimento y en nuevos insumos para el campo (Martín et al., 2023).

Este cierre del ciclo es relevante para pequeños productores, escuelas agrícolas y emprendimientos rurales, porque permite imaginar sistemas de baja escala con materiales cercanos. Si el sustrato se elabora con residuos locales y se maneja de manera inocua, la producción de hongos puede generar alimento, aprendizaje técnico y una alternativa de ingreso sin depender exclusivamente de insumos externos.

Retos técnicos y ambientales.

Aunque el potencial es alto, la implementación debe ser cuidadosa. El primer reto es la estacionalidad: las podas de nogal, vid y manzano se concentran en periodos específicos, por lo que se requiere acopio, secado y almacenamiento en condiciones protegidas. En contraste, los residuos de cortes frecuentes o de ciclos cortos pueden estar disponibles durante más tiempo, pero no siempre en cantidad suficiente ni como residuos reales (Hernández-Huerta, 2025).

El segundo reto es la competencia con los usos existentes. Muchos residuos cumplen funciones como la alimentación animal, la cobertura, el compostaje, la reincorporación de nutrientes o el control de la erosión. La remoción indiscriminada puede afectar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, reducir la infiltración y disminuir la materia orgánica (Mirzaei

et al., 2021; Cherubin et al., 2018). La estrategia debe centrarse en los excedentes o en las fracciones recuperables.

El tercer reto es la formulación. No todos los residuos funcionan como sustrato único: algunos son muy fibrosos y pobres en nitrógeno, mientras que otros son ricos en nutrientes pero se compactan o elevan la humedad. La opción más viable consiste en formular mezclas regionales. El rendimiento y la calidad de *Pleurotus ostreatus* varían según el sustrato, la composición y la combinación de materiales (Elkanah et al., 2022; Fufa et al., 2021).

El cuarto reto es la escala. A pequeña escala, el modelo puede operar con residuos locales y bajos costos de entrada; a escala comercial, se requiere estandarizar los sustratos, calcular la eficiencia biológica, determinar los costos por kilogramo de hongo, controlar la humedad y la temperatura, y establecer canales de comercialización. La selección del sustrato, el acondicionamiento y la suplementación son decisivos para transformar la biomasa de bajo valor en una producción alimentaria viable (Doroški et al., 2022; Fufa et al., 2021; Sadh et al., 2018).

Un programa regional debería iniciar con pruebas comparativas de mezclas, no con sustituciones totales de sustrato. La eficiencia biológica, el tiempo de colonización, la aparición de contaminantes y la calidad del cuerpo fructífero permitirían seleccionar residuos prometedores. Posteriormente, esos resultados podrían integrarse con análisis de costos y disponibilidad para definir modelos de producción por localidad.

Conclusiones

Chihuahua tiene alto potencial para producir hongos seta con residuos agrícolas como rastrojos de maíz, pajas de avena, podas de frutales, tallos de algodón y residuos hortícolas. A partir de estos materiales como sustrato, *Pleurotus* spp. puede producir cuerpos fructíferos comestibles con valor nutricional. Sin embargo, deben evaluarse la disponibilidad, la estacionalidad, los costos de recolección, la competencia con otros usos, la inocuidad, la eficiencia biológica, la calidad nutricional y la rentabilidad por kilogramo de hongo fresco producido.

Agradecimientos. Al programa Más Ciencia, Más UACH de la Universidad Autónoma de Chihuahua por el apoyo al proyecto “Revalorización de residuos agrícolas mediante el cultivo de hongos comestibles”, Proyecto No. +UACH2025/SA/022.

Referencias

- Cherubin, M. R., Oliveira, D. M. S., Feigl, B. J., Pimentel, L. G., Lisboa, I. P., Gmach, M. R., Varanda, L. L., Morais, M. C., Satiro, L. S., Popin, G. V., Paiva, S. R., Santos, A. K. B., Vasconcelos, A. L. S., Melo, P. L. A., Cerri, C. E. P., & Cerri, C. C. (2018). Crop residue harvest for bioenergy production and its implications on soil functioning and plant growth: A review. *Scientia Agricola*, 75(3), 255-272. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2016-0459>
- Dey, A., & Thomson, R. C. (2023). India's biomethane generation potential from wastes and the corresponding greenhouse gas emissions abatement possibilities under three end use scenarios: Electricity generation, cooking, and road transport applications. *Sustainable Energy & Fuels*, 7, 209-241. <https://doi.org/10.1039/d2se01028c>
- Doroški, A., Klaus, A., Režek Jambrak, A., & Djekic, I. (2022). Food waste originated material as an alternative substrate used for the cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*): A review. *Sustainability*, 14(19), 12509. <https://doi.org/10.3390/su141912509>
- Duque-Acevedo, M., Belmonte-Ureña, L. J., Cortés-García, F. J., & Camacho-Ferre, F. (2020). Agricultural waste: Review of the evolution, approaches and perspectives on alternative uses. *Global Ecology and Conservation*, 22, e00902. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e00902>
- Elkanah, F. A., Oke, M. A., & Adebayo, E. A. (2022). Substrate composition effect on the nutritional quality of *Pleurotus ostreatus* (MK751847) fruiting body. *Heliyon*, 8(11), e11841. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11841>
- El-Ramady, H., Abdalla, N., Fawzy, Z., Badgar, K., Llanaj, X., Törös, G., Hajdú, P., Eid, Y., & Prokisch, J. (2022). Green Biotechnology of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus* L.): A Sustainable Strategy for Myco-Remediation and Bio-Fermentation. *Sustainability*, 14(6), 3667. <https://doi.org/10.3390/su14063667>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1994). Grain storage techniques: Evolution and trends in developing countries (D. L. Proctor, Ed.; FAO Agricultural Services Bulletin No. 109). FAO. <https://www.fao.org/4/t1838e/t1838e00.htm>
- Fufa, B. K., Tadesse, B. A., & Tulu, M. M. (2021). Cultivation of *Pleurotus ostreatus* on agricultural wastes and their combination. *International Journal of Agronomy*, 2021, Article 1465597. <https://doi.org/10.1155/2021/1465597>
- Gobierno del Estado de Chihuahua. (2019, 1 de marzo). Lidera Chihuahua producción nacional en 10 cultivos. Portal Gubernamental del Estado de Chihuahua. <https://chihuahua.gob.mx/contenidos/lidera-chihuahua-produccion-nacional-en-10-cultivos>

- Gobierno del Estado de Chihuahua. (2025a, 28 de agosto). Es Chihuahua líder productor de manzana con el 85% del total nacional. Portal Gubernamental del Estado de Chihuahua. <https://chihuahua.gob.mx/prensa/es-chihuahua-lider-productor-de-manzana-con-el-85-del-total-nacional>
- Gobierno del Estado de Chihuahua. (2025b, 16 de agosto). Mantiene Chihuahua liderazgo nacional en producción de nuez pecana. Portal Gubernamental del Estado de Chihuahua. <https://chihuahua.gob.mx/prensa/mantiene-chihuahua-liderazgo-nacional-en-produccion-de-nuez-pecana>
- Hernández Huerta, J. (2025). Revalorización de residuos agrícolas mediante el cultivo de hongos comestibles: Una alternativa sostenible para la economía circular. Informe de primera etapa [Informe técnico no publicado]. Universidad Autónoma de Chihuahua.
- Li, G., Wang, Y., Yu, D., Zhu, P., Zhao, G., Liu, C., & Zhao, H. (2022). Ligninolytic characteristics of *Pleurotus ostreatus* cultivated in cotton stalk media. *Frontiers in Microbiology*, 13, Article 1035040. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1035040>
- Martín, C., Zervakis, G. I., Xiong, S., Koutrotsios, G., & Strætkvern, K. O. (2023). Spent substrate from mushroom cultivation: Exploitation potential toward various applications and value-added products. *Bioengineered*, 14(1), 2252138. <https://doi.org/10.1080/21655979.2023.2252138>
- Mirzaei, M., Anari, M. G., Razavy-Toosi, E., Asadi, H., Moghiseh, E., Saronjic, N., & Rodrigo-Comino, J. (2021). Preliminary Effects of Crop Residue Management on Soil Quality and Crop Production under Different Soil Management Regimes in Corn-Wheat Rotation Systems. *Agronomy*, 11(2), 302. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020302>
- Mujtaba, M., Fraceto, L. F., Fazeli, M., Mukherjee, S., Savassa, S. M., de Medeiros, G. A., Pereira, A. E. S., Mancini, S. D., Lipponen, J., & Vilaplana, F. (2023). Lignocellulosic biomass from agricultural waste to the circular economy: A review with focus on biofuels, biocomposites and bioplastics. *Journal of Cleaner Production*, 402, 136815. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136815>
- Referente.mx. (2025, 18 de julio). El estado produce 8.2 millones de toneladas de cultivo; se mantiene dentro del top 10 nacional. Referente.mx. <https://www.referente.mx/el-estado-produce-8-2-millones-de-toneladas-de-cultivo-se-mantiene-dentro-del-top-10-nacional/>
- Sadh, P. K., Duhan, S., & Duhan, J. S. (2018). Agro-industrial wastes and their utilization using solid state fermentation: A review. *Bioresources and Bioprocessing*, 5, Article 1. <https://doi.org/10.1186/s40643-017-0187-z>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (s. f.). Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado el 11 de mayo de 2026, https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. (2024, 4 de diciembre). Chihuahua lidera la producción de algodón hueso con más de 454 mil toneladas libres de plagas.

<https://prod.senasica.gob.mx/ALERTAS/inicio/pages/single.php?noticia=22247>

Sözbir, G. D., Bektaş, İ., & Zülkadir, A. (2015). Lignocellulosic wastes used for the cultivation of *Pleurotus ostreatus* mushrooms: Effects on productivity. *BioResources*, 10(3), 4686-4693. <https://doi.org/10.15376/biores.10.3.4686-4693>

