

VALORACIÓN ECONÓMICA AMBIENTAL DEL ALGARROBO (PROSOPIS PALLIDA) DE LAMBAYEQUE EMPLEADO EN CARBÓN VEGETAL PARA POLLOS A LA BRASA

ENVIRONMENTAL ECONOMIC VALUATION OF THE CAROB TREE (PROSOPIS PALLIDA) FROM LAMBAYEQUE USED IN CHARCOAL FOR ROAST CHICKEN

<https://doi.org/10.24265/afi.2023.v14n1.04>

Mariano Sal y Rosas Julca
Universidad Nacional Federico Villareal
<https://orcid.org/0000-0001-6548-389X>
mariano.salyrosas@unsaac.edu.pe

Recibido: 16 de marzo del 2023

Aceptado: 4 de setiembre del 2023

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo principal determinar la Valoración Económica Ambiental (VEA) del bosque no maderable de algarrobo (*Prosopis pallida*) del departamento de Lambayeque empleado en carbón vegetal para pollos a la brasa. La metodología consistió en determinar el Valor Económico Total (VET) en sus tres componentes: 1) VUD del bosque no maderable de algarrobo, se realizó una encuesta a 47 personas, para determinar la Disposición a Pagar (DAP). 2) VUI del bosque no maderable de algarrobo, se determinó la cantidad y precio de los productos alternativos. 3) VO del bosque no maderable, se calculó el precio del carbón en el mercado negro, finalmente, la VEA. Como resultado fue, en Lambayeque se producen 350.3 TM de carbón de algarrobo (8.14 Ha deforestadas de algarrobo), obtenidos del bosque no maderable de algarrobo (*Prosopis pallida*) empleados como carbón vegetal para pollos a la brasa; de los cuales, 289.60 TM de carbón de algarrobo para pollos a la brasa son trasladados a Lima. Las conclusiones fueron: 1) La VEA es de S/ 4,859,800/Ha/año. 2) La DAP es S/ 13.62/visitante, el VUD es S/ 640/Ha/año. 3) El VUI es de S/ 4,859,160/Ha/año. 4) El VO es de S/ 50,470/Ha/año. 5) En Lima, se comercializa 290 TM/año de carbón de algarrobo. Las conclusiones fueron: 1) Que el MINAN realice un monitoreo al bosque de algarrobo aumentar la protección y vigilancia contra su depredación. 2) Que el gobierno regional, gobierno local y CANATUR promuevan estrategias de turismo como la finalidad de visitar el bosque de algarrobo. 3) Que el Gobierno Regional de Lambayeque promocióne la explotación responsable de los subproductos del algarrobo. 4) Que la Policía Nacional realiza controles más rigurosos en la garita de control de Ancón a camiones provenientes de dicha localidad.

PALABRAS CLAVE: Valoración Económica Ambiental (VEA), algarrobo, valoración contingente, Disposición a Pagar (DAP), carbón.

ABSTRACT

The main objective of this investigation was to determine the Environmental Economic Valuation (EEA) of the non-timber forest of carob tree (*Prosopis pallida*) from the department



of Lambayeque used in charcoal for grilled chickens. The methodology consisted of determining the Total Economic Value (TEV) in its three components: 1) VUD of the carob non-timber forest, a survey of 47 people was conducted to determine the Willingness to Pay (WTP). 2) IUV of the carob non-timber forest, the quantity and price of alternative products were determined. 3) OV of the non-timber forest, the price of coal was calculated on the black market, finally, the EEV. The result was, in Lambayeque 350.3 MT of carob charcoal are produced (8.14 Ha deforested of carob), obtained from the non-timber forest of carob (*Prosopis pallida*). Used as charcoal for grilled chickens; of which, 289.60 MT of carob charcoal for grilled chickens are transferred to Lima. The conclusions were: 1) The EEV is \$ 1,278,895/Ha/year. 2) The WTP is \$ 3.58/visitor, DUV is \$ 168/Ha/year. 3) The IUV is \$ 1,278,726/Ha/year. 4) The OV is \$ 13,281/Ha/year. 5) In Lima, 290 TM/ year of carob charcoal is sold for roast chicken. The conclusions were: 1) That MINAN monitor the carob forest, increase protection and vigilance against its depredation. 2) That the regional government, local government and CANATUR promote tourism strategies such as the purpose of visiting the carob forest. 3) That the Regional Government of Lambayeque promote the responsible exploitation of carob by-products. 4) That the National Police carry out more rigorous controls at the Ancón checkpoint on trucks coming from said town.

KEYWORDS: Environmental Economic Valuation (EEV), carob, contingent valuation, Willingness to Pay (WTP), coal.

INTRODUCCIÓN

Los bosques del mundo siguen disminuyendo a medida que la población aumenta y las áreas deforestadas se reconvierten a la agricultura y otros usos, los bosques vírgenes, bosques primarios, conservados en su estado natural desaparecen a gran velocidad en el mundo (Farfán y Villacorta, 2015).

En Lambayeque se pierden anualmente 7000 Ha de bosque y en Piura 14,800, sin contar con las áreas que se están deforestando para ser utilizadas en la agricultura de secano (Curo, 2021).

El *aprovechamiento* del algarrobo como carbón es bastante antiguo, ya desde el año 1841, Caruana y Martín sostenían que los troncos viejos [de algarrobo] se aprovechaba para hacer carbón, y que era mejor que el que procedía del pino; esta especie es muy codiciada por la calidad de su leña y la posterior producción ilegal de su carbón (Estela, 2021).

La receta del pollo a la brasa por la chef de Santa Clara, con ingredientes producidos en la región: romero, huacatay, ají panca y pimienta en distintas proporciones. Roger Schuler, un ciudadano suizo, vio a la chef la preparación, se interesó en el sabor del pollo y decidió seguir investigando cómo lograr el sabor único y el

proceso de producción que le darían un impulso comercial rentable. (Yeshayahu, 2020).

Por ello, el 5 de febrero del mismo año, junto a su socio Franz Ulrich, decide tecnificar poco a poco la producción y crea un restaurante improvisado, *La Granja Azul*, que ofrece platos de pollo a la brasa. El lema en medio de la Carretera Central en la década de 1950 decía: *Coma todo el pollo a la brasa que quiera por 5 Soles*, marcando el comienzo del negocio del pollo a la brasa en Lima (Yeshayahu, 2020).

Figura 1: Bosques de algarrobo vs pollo a la brasa



Nota. Cortesía de SPDA, 2015.

Ya desde muchos años atrás, agentes de la Policía Nacional vienen interviniendo e incautando la producción ilegal de carbón de

algarrobo, en el distrito de Leonardo Ortiz (2009), en Olmos (2011), en Pacora (2016), Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) logró incautar contenedores sellados con sellos de seguridad que contenían el ilegal producto cuya guía de transporte declaraba otros productos (Oliden, 2016).

De igual forma, en Lambayeque fueron detenidas 165 personas (Saavedra, 2017), en Chiclayo el SERFOR del Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) decomisó 150 trozas [forma de cubicar la madera, proveniente de los troncos de los árboles] (Dioses, 2017), en La Unión, incautaron un camión con la ilegal mercadería (Zapata, 2018), en Sullana, 1 000 unidades de leña (El Regional Piura [ERP], 2018),

En el año 2020, el más emblemático árbol de la región, el algarrobo, sufre desde hace una década altos índices de mortandad sin que haya logrado, hasta la fecha, determinar de manera concluyente la causa (El Tiempo, 2020).

En Lambayeque, la Mesa Regional de Control y Vigilancia Forestal y de Fauna Silvestre (MRCVFFS) destruyó hornos artesanales ilegales donde se iban a producir más de 100 sacos de carbón de algarrobo y detuvieron a dos personas con motosierra por talar sin ningún permiso (Andina, 2021), así mismo, se incautó más de 300 toneladas del ilegal producto (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA], 2022).

Reportes oficiales revelan que, en el 2018 se talaron 1977 árboles, en el 2019 habría una cifra similar (Noe Ruiz, 2021).

El gusto por el pollo a la brasa estaría deforestando los bosques de algarrobos en el norte peruano, ya que la madera de esta especie es la preferida de los carboneros (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA], 2015).

Revisión de la literatura

Marquina y Reficco (2015) realizaron la Disposición a Pagar (DAP) para la remediación ambiental de Colombia, mediante 120 encuestas, resultó que pueden pagar 18.31 Pesos colombianos (1.49 Soles).

Hernández et al. (2019) realizaron la DAP para la conservación del bosque San Juan de Aragón de México, mediante 120 encuestas, resultó que pueden pagar 7.36 Pesos mexicanos (1.54 Soles) por persona por entrada.

Orihuela et al. (2020) realizó la Valoración Económica Ambiental (VEA), mediante la DAP para la conservación del Parque Nacional de Manú 1 164 encuestas, resultó que podían pagar 2.17 Soles mensuales.

Arocutipá (2021) realizó la VEA mediante la DAP del bosque de la Universidad Nacional del Altiplano, mediante 220 encuestas, resultó que pueden pagar 3.99 Soles por familia anualmente.

Ranilla (2021) realizó la valoración contingente para el lago Carachamayoc de Madre de Dios, mediante 105 encuestas, resultó que pueden pagar 5.13 Soles por poblador.

Impactos

El Gobierno Regional de Piura hizo un cálculo de la deforestación de algarrobo en su región y, estimando que en Lima existieran 2,500 pollerías que compren un promedio de un saco al día, estas necesitarían ochocientos mil sacos de carbón al año para poder suplir esa demanda (Lo, 20 de julio de 2015). Si no le damos la importancia ambiental que el algarrobo requiere, dentro de unos años, dejarán de existir los bosques.

La tala ilegal del algarrobo, para luego convertirla en leña de algarrobo, y posteriormente en carbón de algarrobo, sucede en forma permanente, y con la ilegalidad de traer a la ciudad de Lima, sorteando todos los controles policiales, que, finalmente, se expende en muchas tiendas comerciales.

La presente investigación pretende realizar una valoración económica del algarrobo, desde el punto de vista ambiental, este algarrobo es procedente de Lambayeque y es empleado para obtener carbón que se emplea en pollos a la brasa.

Esta valoración ambiental del carbón de algarrobo está en función de los productos alternativos de dicho árbol.

Impacto científico

La presente investigación permite conocer los usos de los productos alternativos del algarrobo: algarrobina, harina de algarrobo, semilla de algarrobo, algarrobo comercial, miel de algarrobo, polen y cera.

Impacto social

La presente investigación permite conocer el *Modus vivendi* de los pobladores que viven en el bosque de algarrobo de Lambayeque.

Impacto económico

Permite conocer los beneficios económicos de los pobladores del bosque de algarrobo que comercializan los productos alternativos del algarrobo, así como, los percibidos por comercializar el ilegal producto, el carbón de algarrobo.

Figura 2: Árbol milenario de algarrobo



Nota. El investigador, posando al lado de árbol milenario, un algarrobo muy antiguo que tiene aproximadamente 300 años de vida está ubicado dentro del Bosque de Pómac, ubicado entre los pueblos de Batan Grande, Pítico y Túcume, pertenecientes al departamento de Lambayeque. La impresión fotográfica no distingue el tronco del árbol milenario, muy por el contrario, muestra una maraña de troncos, esto se debe a que hace 300 años aproximadamente, un solo árbol de algarrobo fue tan frondoso que sus ramas, por el mismo peso, cayeron al suelo (sin desprenderse del tronco principal), estas ramas siguieron creciendo bajo la tierra, convirtiéndose así, en nuevas raíces, que con el tiempo se convirtieron en nuevos troncos de árbol de algarrobo, y así sucesivamente durante todo este tiempo, motivo por el cual, hoy se aprecia una maraña de troncos que en realidad son las ramas de un solo árbol, que en conjunto se le conoce como árbol milenario.

OBJETIVO

Objetivo general: determinar la Valoración Económica Ambiental (VEA) del bosque no maderable de algarrobo (*Prosopis pallida*) del departamento de Lambayeque empleado en carbón vegetal para pollos a la brasa.

Objetivos específicos:

- Determinar el Valor de uso directo (VUD) mediante la DAP para la conservación del bosque de no maderable de algarrobo (*Prosopis pallida*) del departamento de Lambayeque empleado en carbón vegetal para pollos a la brasa.
- Determinar el Valor de uso indirecto (VUI) de productos alternativos de algarrobo del bosque no maderable de algarrobo (*Prosopis pallida*) del departamento de Lambayeque empleado en carbón vegetal para pollos a la brasa.
- Calcular el Valor de opción (VO) del carbón de algarrobo del bosque no maderable de algarrobo (*Prosopis pallida*) del departamento de Lambayeque empleado en carbón vegetal para pollos a la brasa.
- Calcular la cantidad de leña de algarrobo que se comercializa en Lima, proveniente del bosque no maderable de algarrobo (*Prosopis pallida*).

MÉTODO

Tipo: La presente investigación es del tipo descriptivo, nivel explicativo, diseño no experimental transversal y de enfoque cualitativo-cuantitativo.

Metodología: La valoración ambiental empleará la metodología de la Valoración Económica Total (VET).

Figura 3: Valor Económico Total



Nota. Cortesía de Ministerio del Ambiente (MINAM), 2022.

Valor de uso (VU). Es el uso directo/indirecto de bienes y servicios de los ecosistemas por parte de un individuo (MINAM, 2022).

- **Valor de uso directo (VUD).** Es el uso o consumo de bienes y servicios ecosistémicos por parte de un individuo, se asemeja a un bien privado, ejemplo: uso de madera, semillas, recreación (MINAM, 2022). Para el VUD se empleó el método de Disposición a Pagar (DAP), preguntando de manera directa a los pobladores (Murillo et al., 2019).
- **Valor de uso indirecto (VUI).** Es el beneficio que no es exclusivo de un individuo en particular, ejemplo: regulación del agua, de la erosión, del clima (MINAM, 2022).

Valor de no uso (VNU). Es el valor que atribuyen los individuos a un bien ambiental o servicio ambiental, no tiene un precio real dependiente del mercado (Wilsonft, 2021).

- **Valor de legado (VL).** Valor de legar los beneficios del recurso a las generaciones futuras; este valor implica un sentido de pertenencia o propiedad (Wilsonft, 2021).
- **Valor de existencia (VE).** Un individuo da valor a especies diversas y raras, sistemas naturales únicos u otros productos ambientales por el simple hecho de que existen (Wilsonft, 2021).

De la Figura 3, para el cálculo de la VEA se emplea la Ecuación 1.

$$VEA = VUD + VUI \quad (1)$$

Donde:

VEA = Valor Económico Ambiental del algarrobo.

VUD = Valor de uso directo del algarrobo.

VUI = Valor de uso indirecto de algarrobo.

Población

La investigación requiere el análisis de dos poblaciones, la población del algarrobo y la población (estadísticamente hablando) de las personas para encuestar.

Población de algarrobo

Los bosques de Lambayeque, siendo definidos como representaciones de bosques secos de

algarrobo los ubicados en el Santuario Histórico Bosque de Pómac, el Área de Conservación Privada (ACP) Chaparrí y Área de Conservación Regional (ACR) Huacrupe La Calera (Cuentas, 2015).

- Bosque de Pómac. Tiene una extensión de 5,887 Ha, protege la mayor y más densa formación de algarrobos del planeta (Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado [SERNANP], 2019). Es emblema de historia, naturaleza y cultura, indiscutiblemente un hermoso lugar que debemos conservar, bosques únicos en toda la costa peruana, el cual cuenta con frondosos algarrobos que nos brindan CO₂ (Karen Vidaurre, 2021).
- ACP Chaparrí. Tiene 34,312 Ha (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOS], 2022). Pertenece a dos departamentos, al departamento de Piura y al departamento de Lambayeque, lamentablemente, no se encuentra bien delimitado, motivo por el cual, se descartó para realizar la investigación.
- ACR Huacrupe La Calera. Tiene extensión de 7,272.27 Ha (Sistema Nacional de Información Ambiental [SINIA], 2020). En el 2015, se instalaron más de 28,000 plantones de algarrobo, lo que hace difícil diferenciar los de nacimiento natural con los antropogénico, motivo por el cual, se descartó para realizar la investigación.

A pesar de que el Bosque de Pómac tiene menor terreno, es el más representativo los bosques de Lambayeque, y casi el único bosque en el cual sucede la mayor deforestación debido a la producción de carbón de algarrobo (Ruiz, 2021).

Todos los bosques tienen lo suyo, todos los bosques tienen su propio atractivo, su propia belleza natural, pero, el Bosque de Pómac, es el que tiene “la más densa formación de algarrobos del planeta” (SERNANP, 2019), es un “emblema de historia, naturaleza y cultura” (Vidaurre, 2021), es en donde sucede la “mayor deforestación de los algarrobos” (Ruiz, 2021), cuyas “raíces alcanzan a medir más de 50 m.” (Castillo, 2021), además de tener el árbol

milenario, por estas consideraciones de los especialistas, estadísticamente hablando la población de estudio ha sido delimitada en 5,887 Ha.

Población de personas para encuestar

En el análisis de la presente investigación, se ha empleado la técnica de la encuesta, y como no se tenía claro el número de personas, entonces, se asumió una población infinita.

Para calcular el tamaño de la población infinita, se emplea la Ecuación 2.

$$N = \frac{Z^2 * p * q}{e^2} \quad (2)$$

Donde:

- N = tamaño de la población.
- Z = nivel de confianza (1.96).
- p = población que cumple con la condición (0.95).
- q = población que no cumple con la condición (0.05).
- e = margen de error (0.05).

Reemplazando estos últimos valores en la Ecuación 2, se tiene:

$$N = \frac{(1.96)^2 * 0.95 * 0.05}{(0.05)^2} = 71.99$$

La población (personas a encuestar) fue determinada en 72 personas.

Muestra

Habiendo calculado dos poblaciones, le corresponde una muestra a cada una de ellas.

Para calcular el tamaño de la muestra se emplea la Ecuación 3.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) * Z^2 * p * q} \quad (3)$$

Donde:

- n = tamaño de la muestra.
- N = tamaño de la población.
- Z = nivel de confianza (1.96).
- p = población que cumple con la condición.
- q = población que no cumple con la condición.
- e = margen de error (0.05).

Muestra de algarrobo

Reemplazando en la Ecuación 3:

$$n = \left[\frac{(5,887) * (1.96)^2 * (0.98) * (0.02)}{(0.05)^2 * (5,887 - 1) + (1.96)^2 * (0.98) * (0.02)} \right] = 29.97$$

El tamaño de la muestra (algarrobo), fue determinado en 30 Ha.

La selección de la muestra fue por muestreo simple.

Muestra de personas para encuestar

Reemplazando en la Ecuación 3:

$$n = \left[\frac{(72) * (1.96)^2 * (0.90) * (0.10)}{(0.05)^2 * (72 - 1) + (1.96)^2 * (0.90) * (0.10)} \right] = 47.40$$

El tamaño de la muestra (personas a encuestar) fue determinado en 47 personas.

La selección de la muestra fue por *muestreo simple*.

Criterio de inclusión

- Personas interesadas en el bosque de algarrobo,
- Personas mayores de edad.

Criterio de exclusión

- Servidores públicos (SERNANP, SERFOR) que, por sus mismas funciones, visitan constantemente el bosque de algarrobo.
- Personas que viven dentro del bosque de algarrobo.

Tabla 1: Número de personas por día encuestadas

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado ¹	Domingo ²	Total ²
6	6	6	6	6	9	8	47

Nota. El número de personas por día no supera el número de personas por día que visitan el bosque, se realizó las encuestas entre las 9:00 horas y 13:00 horas.1 Cantidad superiFor al de lunes a viernes, debido a que hay mayor concurrencia de visitas los días sábado y domingo.2 Total de 47 personas encuestadas, cantidad igual a la muestra calculada.

Procedimiento

- Determinar la DAP por el uso del bosque de algarrobo, empleando para ello, una encuesta. Además, determinar el VUD del bosque de algarrobo, para ello se emplea la DAP calculada.
- Determinar el VUI del bosque de algarrobo, para ello se calcula el ingreso por Ha por año, de los productos del bosque de algarrobo: algarrobina, harina de algarrobo, semilla de algarrobo, leña de algarrobo (algarrobo comercial), miel de abeja, polen, cera.
- Determinar el valor VO del carbón de algarrobo empleado como carbón vegetal para pollos a la brasa, para ello se estima la producción ilegal del producto y se determina el precio en el mercado negro. Además, determinar el precio ilegal de la leña de algarrobo.
- Para determinar la VEA, se emplea la Ecuación 1.
- Determinar la cantidad de carbón de algarrobo para pollos a la brasa comercializado en Lima.

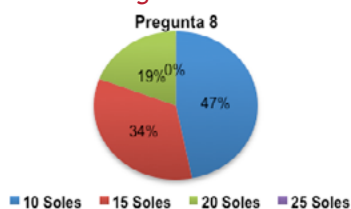
RESULTADOS

Respecto del VUD del bosque de algarrobo

Como se mencionó líneas arriba, se encuestó a 47 personas en un cuestionario de 17 preguntas, con la finalidad de indagar datos relacionados al bosque de algarrobo, producción y comercialización del carbón, así como, de los productos alternativos.

DAP para la conservación del bosque de algarrobo

Figura 4: DAP para la conservación del bosque de algarrobo



La encuesta revela que se puede pagar 10 Soles, 15 Soles y 20 Soles, para el 47%, 24% y 19%, respectivamente, para la conservación del bosque de algarrobo.

$$DAP_{\text{promedio}} = 10 \text{ Soles} \times (47\%) + 15 \text{ Soles} \times (24\%) + 20 \text{ Soles} \times (19\%)$$

$$DAP_{\text{promedio}} = 13.62 \text{ Soles por visitante (se asume por Ha de bosque de algarrobo)}$$

VUD del bosque no maderable de algarrobo

- $VUD = DAP \text{ por visitante} \times \text{número de visitantes (en plena pandemia)}$.
- $VUD = (13.62) \times (47) = 5/640.00 / \text{Ha de algarrobo}$.

Respecto del VUI del bosque de algarrobo

La densidad poblacional de los algarrobos: 100-150 algarrobos por Ha (Ruiz, 2021).

Para efectos de los cálculos matemáticos, se empleará la media poblacional de los algarrobos:

$$\text{densidad poblacional media} = 125 \text{ algarrobos por Ha } ((100+150) / 2=125)$$

Si no se emplearía el árbol de algarrobo para producir carbón vegetal destinado para pollos a la brasa, se obtendrían productos como algarrobina, harina de algarrobo, semilla de algarrobo, algarrobo comercial, y miel de abeja, polen y cera.

Producción de la algarrobina

De 10 kg de vaina se obtiene 3.2 L de algarrobina (Loza, 2016), con una densidad de 1,380 kg/m³ (Proyectos de responsabilidad, 2016), entonces, de 1 kg de vaina se obtiene 0.4416 kg de algarrobina.

Un algarrobo proporciona 70 kg de vaina y 1 Ha de bosque tiene 125 algarrobos.

Rendimiento de algarrobina: 3,864.00 kg/Ha.

En Lima se vende un frasco de algarrobina de 480 g a S/15.50 (Metro, 2021), es decir, 1 kg de algarrobina por S/ 32.29.

Ingreso por algarrobina: S/ 124,775.00 / Ha de algarrobo.

Producción de la harina de algarrobo

De 10 kg de vaina se obtiene 6.1 kg de harina de algarrobo (Loza, 2016), 1 Ha proporciona 8,750 kg de vaina.

Rendimiento de harina: 5,337.50 kg/Ha.

En Lima se vende 1 kg de harina de algarrobo a granel a S/ 20.84 (Salazar, 2019).

Ingreso por harina de algarrobo: S/111,233.50 / Ha de algarrobo.

Producción de la semilla de algarrobo

Semilla, se obtiene el 20.1% de la vaina (Vásquez et al. 2020).

Rendimiento de semilla de algarrobo: 1,837.50 kg/Ha.

La semilla pesa 0.20 g (Académico, 2021) y se vende 100 semillas de algarrobo por S/50.00 (Mercado libre, 2021).

Ingreso por semilla de algarrobo: S/ 4,593,750.00 / Ha de algarrobo.

Producción de algarrobo comercial

Algarrobo comercial: 20 años, 30 cm de diámetro, 8 m de altura comercial, con una densidad de 340 kg/m³ (Ruiz, 2021).

Peso tronco = 192.27 kg algarrobo comercial.

Rendimiento de algarrobo comercial: 24,033.18 kg/Ha.

El precio en el mercado local es de S/ 1.20 por kg.

Ingreso por algarrobo comercial: S/ 28,839.82 / Ha de algarrobo.

Producción de miel de abeja (miel de algarrobo)

Se realiza en colmenas asistidas por pobladores que viven dentro del bosque de algarrobo (Ruiz, 2021).

Se tiene una producción de 25 kg por campaña por colmena, 1 o 2 campañas por año, existiendo hasta dos colmenas por Ha.

Rendimiento de miel de algarrobo: 75.00 kg/Ha.

En Lima se vende 1 kg de miel de algarrobo a S/ 7.00 (Mercado y Rimac, 2019, y Gamarra, 2018).

Ingreso por miel de algarrobo: S/ 525.00 / Ha de algarrobo.

Producción de polen

Tiene un rendimiento de 25 kg por campaña por colmena, 1 o 2 campañas por año, existiendo hasta dos colmenas por Ha.

Se tiene una producción de 0.5 kg por campaña por colmena, 1 o 2 campañas por año, existiendo hasta dos colmenas por Ha.

Rendimiento de polen: 1.50 kg/Ha.

El precio en el mercado local es de S/ 14.50 por kg.

Ingreso por polen: S/ 21.75 / Ha de algarrobo.

Producción de cera

Se tiene una producción de 0.5 kg por campaña por colmena, 1 o 2 campañas por año, existiendo hasta dos colmenas por Ha.

Rendimiento de cera: 1.50 kg/Ha.

El precio en el mercado local es de S/ 10.00 por kg.

Ingreso por cera: S/ 15.00 / Ha de algarrobo.

El VUI del bosque no maderable de algarrobo se presenta en la Tabla 2.

Tabla 2: Valor de uso indirecto de productos alternativos del algarrobo

Producto	kg / Ha	Soles / kg	Soles / Ha
Algarrobina	3,864.00	32.29	124,775.00
Harina de algarrobo	5,337.50	20.84	111,233.50
Semilla de algarrobo	1,837.50	2,500.00	4,593,750.00
Algarrobo comercial ^{1,2}	24,033.18	1.20	28,839.82
Miel de algarrobo ^{3,4}	75.00	7.00	525.00
Polen	1.50	14.50	21.75
Cera	1.50	10.00	15.00
			4,859,160.07

Nota. Muestra los productos de uso indirecto que se pueden obtener del algarrobo. Se asume que se elaboran todos estos productos.

¹Se asume que este valor es en el mercado negro, para que la venta sea legal, tendría que secarse el algarrobo.

²No se considera la leña chatarra, ramas caídas.

³Se entiende que el hábitat de las abejas es el algarrobo, pero, las colmenas son cuidadas por personas que se dedican a este negocio.

⁴Sólo se considera una campaña por año.

Respecto del VO del bosque de algarrobo

Si el bosque de algarrobo es depredado, ya no se podría visitar el bosque de algarrobo (VUD) y tampoco se podrían producir los productos de

la Tabla 2 (VUI), en ese sentido, una vez talado el árbol de forma ilegal se produce leña de algarrobo, que puede ser vendido con tal, y si se sigue con la ilegal línea productiva, de este último producto, se obtiene carbón de algarrobo.

Producción de leña de algarrobo

Tabla 3: Producción de leña de algarrobo

Año	Unid	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
2018	unid			99	7	657	3,115	5,130	151		281	54		9,494
2019	unid		3,782	7,200	4,410	7,371	1,489	18		446	864	1,862		27,442

Nota. Muestra el reporte oficial de las unidades rajadas de leña de algarrobo, lamentablemente no se cuenta con toda la data, proporcionado por Ruiz, 2021.

El valor promedio anual es 18,468 rajadas de leña de algarrobo.

Una carga de leña es un conjunto de 20 leñas de algarrobo de con un diámetro promedio de 8 cm y una longitud promedio de 80 cm, estos datos permitieron calcular el peso de la carga es de 27.34 kg, es decir, el peso de una leña es de 1.37 kg.

El precio en el mercado local es de S/ 70.00 por carga.

El precio de la leña es de S/ 2.56 por kg, es decir, S/ 2,560.00 por TM.

Tabla 4: Producción de carbón

Año	Unid	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
2018	TM	4	5.9	76.9	42.5	2.9	18.1	17.7	17.5			26.7	30	242.2
2019	TM	30.2	70	53.3	44.7	44.3	17.7	13.3	19.5	14.3	30.3	1.1	11.7	350.4

Nota. Reporte oficial de carbón producido (TM), lamentablemente no se cuenta con la data, proporcionado por Ruiz, 2021.

El promedio anual es de 296.2 TM de carbón.

El horno produce 1,800 kg y tiene una eficiencia de 84%.

Ingresa 2,142.86 kg de tronco de algarrobo.

1Ha de algarrobo produce 23,033.18 kg algarrobo.

Rendimiento de carbón: 20,187.87 kg/Ha.

El precio de venta en el mercado negro es de S/ 2.50 por kg.

Ingreso por carbón: S/ 50,469.69 / Ha de algarrobo.

Respecto de la VEA del bosque de algarrobo

Se emplea la Ecuación 1

Tabla 5: Valoración Económica Ambiental (VEA) de bosque de algarrobo

N°	Valor de uso	(S/Ha)
1	Valor de uso directo	640.001
2	Valor de uso indirecto	4 859 160.072
	VEA	4 859 800.07

Nota. Por la metodología del Valor Contingente, empleando la Ecuación 1.

¹VUD.

²VUI.

Respecto de la cantidad de carbón de algarrobo para pollos a la brasa comercializado en Lima

Ha de algarrobo deforestado por la producción de carbón de algarrobo para pollos a la brasa

Producción de carbón: 350.4 TM.

Peso de carbón por Ha de algarrobo: 20,187.87 kg/Ha.

Ha deforestadas: 17.36 Ha (350.3x1,000/43,047.67=17.36) de algarrobo deforestadas por la ilegal actividad de la producción de carbón de algarrobo.

Carbón de algarrobo para pollos a la brasa comercializado en Lima

La ilegal "producción de carbón es trasladada a Lima, pero, en el camino se va quedando, en Trujillo y Chimbote" (Ruiz, 2021).

Se requiere determinar la proporción de distribución del carbón de algarrobo. Se asume que el consumo de pollo a la brasa es directamente proporcional a la población y a su vez, directamente proporcional a la producción de carbón de algarrobo.

Tabla 6: Población por provincia de interés, 2020

La Libertad ¹	2020 ²	Ancash	2020 ²	Lima	2020 ²
Ascope	123,480	Casma	57,256	Lima prov.	9,674,755
Chepén	86,411	Huarmey	33,066	Barranca	151,095
Pacasmayo	112,970	Chimbote	474,053	Cañete	250,420
Trujillo	1,118,724			Huaral	194,375
Virú	105,206			Huaura	240,717
	1,546,791 ³		564,375 ³		10,076,270 ³
					12,187,436 ⁴
	12.69% ⁵		4.63% ⁵		82.68% ⁵
					100%

Nota. Adaptado de, Estimaciones y proyecciones de población por departamento, provincia y distrito, 2018-2020, INEI, 2020.

¹Sólo se han considerado provincias costeras de departamentos de la Costa. Expresado en habitantes.

²Estimaciones y proyecciones de población por departamento de interés.

³Población total por departamento de interés.

⁴Población total de estudio.

⁵Porcentaje de población de provincia de interés, respecto de la población total de estudio.

Encontrando las proporciones de las ciudades de interés, estas se extrapolan al consumo de carbón.

Tabla 7: Distribución del carbón de algarrobo

Departamento	% ¹	Carbón de algarrobo (TM) ²
La Libertad (Trujillo)	12.69	44.46
Ancash (Chimbote)	4.63	16.22
Lima	82.68	289.60 ³
	100.00	350.40

Nota. Se asumió el porcentaje de distribución del carbón de algarrobo para pollos a la brasa que es proporcional al porcentaje de población de estudio.

¹De la Tabla 6.

²Cantidad de carbón de algarrobo distribuido en cada departamento.

³Cantidad de carbón de algarrobo para pollos a la brasa trasladado a Lima.

De la Tabla 7, se infiere que la cantidad de carbón de algarrobo que llega a Lima es de 289.60 TM al año, que son utilizados como carbón vegetal para pollos a la brasa.

DISCUSIÓN

Mientras que Marquina y Reficco (2015) versaron su investigación en la remediación ambiental en Colombia, la presente investigación versó sobre el bosque de algarrobo en Perú, es decir, el primer bien ambiental, era intangible, mientras que, el último era tangible, no obstante de ello, las metodologías de ambas investigaciones empleó la DAP, lo que permite colegir que este método se puede emplear para bienes ambientales, ya sea tangibles o intangibles.

Así como Hernández et al. (2019) realizó el tratado sobre un bosque en México, de igual forma, la presente investigación trató sobre un bosque, el de algarrobo, en Perú. Mientras que el primer tratado se encuestó a 120 personas, el segundo se encuestó a 47 personas, la diferencia no solo radica en cuestiones endógenas de cada tratado, sino en que la presente investigación se realizó en plena pandemia de la COVID-19, lo que influyó indudablemente en la pequeña muestra, puesto que en ese tiempo,

muchos priorizaron la salud y alimentación, dejando la visitas a bosques en último lugar, ya sea visitantes nacionales, y con mucha más razón, visitantes extranjeros; hay que tener presente que durante mucho tiempo, los vuelos internacionales estuvieron vetados.

Orihuela et al. (2020) y la presente investigación, ambas realizaron la DAP para, la conservación del Parque Nacional de Manú y Bosque de Pómac, respectivamente. El tamaño muestral fue de 1,164 y 47 encuestados, respectivamente, teniendo presente que la primera investigación se realizó en el 2019 (antes de la pandemia). La DAP de la primera investigación fue de 2.17 Soles por persona (se supone) mensuales y de la presente investigación fue de 13.62 Soles por persona por año.

Arocutipá (2021) realiza una VEA de un bosque en Puno, mientras que, Ranilla (2021) realiza una VEA de un lago en Madre de Dios, esto evidencia que con la metodología de la DAP, no solo se puede valorar bosques, sino también, lagos, es decir, cualquier bien ambiental, no obstante de ello, ambos bienes ambientales se encuentran en diferentes regiones, diferente clima y geografía.

La DAP, solo permitió un calcular un componente de la Ecuación 1, esto implicó realizar ciertos retos para completar dicha ecuación: calcular la producción y comercialización de la leña de algarrobo y carbón de algarrobo. Esta información se realizó mediante entrevistas personales de manera soterrada, dado el gran hermetismo de los pobladores que se dedican a la ilegal actividad.

CONCLUSIONES

- La Valoración Económica Ambiental (VEA) del bosque no maderable de algarrobo (*Prosopis pallida*) de Lambayeque, empleado en carbón vegetal para pollos a la brasa es: S/ 4,859,800.07 por Ha por año.
- En Lambayeque, la Disposición a Pagar (DAP) es: S/13.62 por visitante, para la

conservación del bosque de algarrobo, este valor es en el contexto de la COVID-19, muchas familias han reorientado sus prioridades económicas. El Valor de uso directo (VUD) es: S/640.00 por Ha por año, del bosque no maderable de algarrobo (*Prosopis pallida*).

- En Lambayeque, el Valor de Uso Indirecto (VUI) es: S/4,859,160.07 por Ha por año, del bosque no maderable de algarrobo (*Prosopis pallida*), que comprende los productos de algarrobina (S/124,775.00), harina de algarrobo (S/111,233.50), semilla de algarrobo (S/4,593,750.00), algarrobo comercial (S/28 839.82), miel de algarrobo (S/525.00), polen (S/21.75) y cera (S/15.00).
- En Lambayeque, el Valor de Opción (VO), del carbón de algarrobo es: S/50,469.69 por Ha por año, del bosque no maderable de algarrobo (*Prosopis pallida*).
- En Lima, se comercializa 289.60 TM al año de carbón de algarrobo proveniente del bosque no maderable de algarrobo (*Prosopis pallida*).

RECOMENDACIONES

1. Al MINAM, realizar el monitoreo satelital al bosque de algarrobo, con la finalidad de aumentar la eficiencia del cuidado y protección contra la depredación de los algarrobos, que se destinan a la ilegal actividad de la producción de carbón de algarrobo.
2. Al gobierno regional, gobierno local y CANATUR, mejorar y promover estrategias al turismo, con la finalidad de aumentar los visitantes al bosque de algarrobo.
3. Al Gobierno Regional de Lambayeque, realizar la promoción de la explotación responsable, de la algarrobina, harina de pescado, semilla de algarrobo, algarrobo comercial, miel de algarrobo, polen y cera.
4. A la PNP, realizar controles más rigurosos en la garita de control de Ancón, a camiones

provenientes de Chiclayo, con la finalidad de detectar el transporte ilegal de leña de carbono.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Académico. (18 de noviembre de 2021). *Las semillas de la algarroba y el quilate*. <https://www.academiadelperfume.com/las- semillas-de-la-algarroba-y-el-quilate/>
- Andina. (7 de enero de 2021). Lambayeque: autoridades luchan contra tala ilegal de algarrobo. <https://andina.pe/agencia/noticia-lambayeque-autoridades-luchan-contra-tala- ilegal-algarrobo-782972.aspx>
- Arocutipac, J. R. (2021). Valoración económica ambiental del bosque de la Universidad Nacional del Altiplano, Puno. *Revista Repositorios Latinoamericanos*. 12234. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3279797>
- Cuentas R., M. A. (2015). *Revalorizando el bosque seco de algarrobo. Estudio y análisis de la biodiversidad, distribución y conservación de los bosques secos en Lambayeque*. [Tesis de grado, Universidad Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6313>
- Curo V., G. M. (2021). *Pedagogía para minimizar los impactos ambientales de deforestación del algarrobo en la zona norte del país*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Educación]. <https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/7349/MONOGRAF%C3%8DA%20-%20CURO%20VENEGAS%20GIL%20MARCIAL%20-%20FAN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dioses Ch., C, (24 de setiembre de 2017). *SERFOR y la Policía intervienen un camión con algarrobo ilegal en carretera Piura a Chiclayo*. <http://diariocorreo.pe/edicion/piura/serfor-y-policia-intervienen-camion-con-algarrobo- ilegal-en-carretera-piura-a-chiclayo-775753/>
- El Regional Piura [ERP]. (8 de febrero de 2018). *Decomisan más de mil unidades de leña de algarrobo de procedencia ilegal en distrito de Sullana*. Diario El Regional Piura. <http://www.elregionalpiura.com.pe/index.php/locales/146-sullana/25920-decomisan-mas-de-mil-unidades-de-leña-de-algarrobo-de-procedencia-ilegal-en-distrito-de-sullana>
- El Tiempo. (17 de febrero de 2020). *La crisis del algarrobo*. <https://eltiempo.pe/la-crisis-del-algarrobo/>
- Estela U., R. O.; Contreras B., E.; Carrasco V.; Y. L.; García S., C. E.; Mendoza V., N. E. y Castro V., D. J. (2021). Comparación del poder calorífico de la fibra de coco con la madera del algarrobo. *Revista Entorno*. 72(diciembre 2021), pp. 7-20. <file:///C:/Users/maria/Downloads/17615.pdf>
- Farfán D. C., R. M. y Villacorta L., C. P. (2015). *Valoración económica y pérdida por deforestación de bosques, centro poblado Nueva Requena - Distrito Nueva Requena, provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali 2015*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Ucayali]. file:///C:/Users/maria/Downloads/TSC_17.pdf
- Gamarrag., J. D. R. (2018). *Valoración económica de servicios ecosistémicos de provisión y paisaje para formular mecanismo de retribución del santuario histórico Bosque de Pómac*. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3150/BC- TES-TMP-1943.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hernández V., M. S.; Valdivia A., R. y Hernández O., J. (2019). Valoración de servicios ambientales y recreativos del Bosque San Juan de Aragón, ciudad de México. *Revista mexicana de ciencias forestales*. 10(54). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322019000400100
- Instituto Nacional de Estadística [INEI]. (2020). *Estimaciones y proyecciones de población por departamento, provincia y distrito, 2018-2020*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1715/libro.pdf

- Lo L., J. (publicado el 20/07/2015). Conservamos por naturaleza. *Revista Poder*. <https://revistapoder.lamula.pe/2015/07/20/cuando-el-ultimo-tronco-de-algarrobo-termine-en-la-cocina-de-una-polleria/poder/>
- Loza Q., G. (2016). *Elaboración de productos alternativos a partir del fruto de algarrobo (Prosopis chilensis) y (Prosopis flexuosa), para la nutrición humana, en comunidades del municipio de Mecapaca segunda sección del departamento de la Paz*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés]. <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/10545/TD-2358.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marquina F., P. y Reficco, E. (2015). Impacto de la responsabilidad social empresarial en el comportamiento de compra y disposición a pagar de consumidores bogotanos. *Revista Elsevier*. 31(2015), pp. 373-382. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0123592315000558?token=7900B5BDF9AA7743D8F2C0BD4F7C287DBCD1BD057EE1C5A7B3302160805B1B9C0C0EA0165C4FF55418D6C42815C766AF&originRegion=us-east-1&originCreation=20230403130557>
- Mercado libre (16 de diciembre de 2021). *Venta semillas de algarrobo*. <https://listado.mercadolibre.com.pe/venta-semillas-de-algarrobo>
- Mercado, W. y Rímac, D. (2019). Comercialización de miel de abeja del bosque seco, distrito de Motupe, Lambayeque, Perú. *Revista Natura@economía*, 4(1) 24-37 (2019). <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/ne/article/view/1358>
- Metro. (26 de noviembre de 2021). *Algarrobina Dulken*. <https://www.metro.pe/algarrobina-dulken-envase-480-g-375645/p>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2022). *Guía de valoración de impactos ambientales en el marco del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental*. <http://sialpiura.regionpiura.gob.pe/documentos/normativa/phpifrkye.PDF>
- Murillo U., L. G.; Guevara H., W.; Mira P., M. J.; Asprilla M., J. y Ortega R., J. E. (2020). *Guía de aplicación de la valoración ambiental*. [http://www.andi.com.co/Uploads/Gu%C3%ADa%20de%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20Valoraci%C3%B3n%20Econ%C3%B3mica%20Ambiental%20\(00000002\).pdf](http://www.andi.com.co/Uploads/Gu%C3%ADa%20de%20Aplicaci%C3%B3n%20de%20la%20Valoraci%C3%B3n%20Econ%C3%B3mica%20Ambiental%20(00000002).pdf)
- Oliden G., J. (16 de enero de 2016). *Detectan nuevas modalidades de tráfico de carbón de algarrobo en Lambayeque*. <http://rpp.pe/peru/lambayeque/detectan-nuevas-modalidades-de-trafico-de-carbon-de-algarrobo-noticia-930352>
- Orihuela, C. E.; Minaya, C. A.; Mercado, W.; Jiménez, L. A.; Estrada, M. y Gómez, H. J. (2020). Efectos distancia en la disposición a pagar por la conservación de la biodiversidad: el caso de un área protegida megadiversa. *Revista Agraria y Recursos Naturales*. 20,1(2020), pp. 169-190. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/145608/Orihuela%3bMinaya%3bMercado%20-%20Efecto%20distancia%20en%20la%20disposicic3%b3n%20a%20pagar%20por%20la%20conservaciac3%b3n%20de%20la%20bi....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Proyectos de responsabilidad. (2016). *Evaluación de la calidad de la algarrobina del distrito de Chulucanas, Piura, Perú, 2016*. [Presentación]. <https://aider.com.pe/corefor/ponencias/EVALUACION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20LA%20ALGARROBINA%20DE%20CHULUCANAS-PIURA%202017.pdf>
- Ranilla M., Y. L. (2021). Disposición a pagar a través del método de valoración contingente por el servicio ecosistémico recreativo turístico del lago Carachamayoc. *Revista de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco*. 2021. <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/6955>
- Saavedra, P. J. (publicado el 31/08/2017). *De enero a la fecha han detenido a 165 personas por delitos ambientales*. RPP Noticias. <http://rpp.pe/peru/lambayeque/de-enero-a-la-fecha-han-detenido-a-165-personas-por-delitos-ambientales-noticia-1073730>

- Salazar P., L. E. (2019). *Exportación de harina de algarroba hacia Alemania*. [Tesis de grado, Universidad de Lima]. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10572/Salazar_Exportaci%C3%B3n_de_harina_algarroba.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado [SERNANP]. (1 de enero de 2019). *Santuario Histórico Bosque de Pómac*. <https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/1793196-santuario-historico-bosque-de-pomac>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOS]. (27 de 2022). *Lambayeque: SERFOS realiza jornada de reforestación con algarrobo en ACP Chaparri*. <https://www.gob.pe/institucion/serfor/noticias/635882-lambayeque-serfor-realiza-jornada-de-reforestacion-con-algarrobo-en-acp-chaparri>
- Sistema Nacional de Información Ambiental [SINIA]. (18 de julio de 2020). *Bosques de Huacrupe - La Calera y Bosques de Moyan Palacio son reconocidas como dos nuevas ACR*. <https://sinia.minam.gob.pe/novedades/bosques-huacrupe-calera-bosques-moyan-palacio-son-reconocidas-dos>
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA]. (1 de julio de 2022). *De enero a junio se incautaron más de 300 toneladas de carbón de algarrobo solo en Lambayeque*. <https://www.actualidadambiental.pe/incautaron-mas-de-300-toneladas-de-carbon-de-algarrobo-en-lambayeque/>
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA]. (21 de julio de 2015). *¿El pollo a la brasa está acabando con el algarrobo en el norte peruano?* <https://www.actualidadambiental.pe/el-pollo-a-la-brasa-esta-acabando-con-el-algarrobo/>
- Vásquez, M.; Valenzuela, E. y Canales, H. (18 de noviembre de 2020). *Un método para obtener mucílago de semillas de algarrobo (Prosopis Chilensis (Mol.) Stuntz)*. <https://www.fao.org/3/ad315s/AD315S19.htm>
- Wilsonft. (18 de noviembre de 2021). *Métodos de valoración de los servicios ambientales desde la economía ambiental*. <https://www.wilsoft-la.com/metodos-de-valoracion-de-los-servicios-ambientales-desde-la-economia-ambiental/>
- Yeshayahu G.-L. J. (18 de octubre de 2020). *Historia del pollo a la brasa*. <http://www.monografias.com/trabajos82/historia-pollo-brasa-peruano/historia-pollo-brasa-peruano.shtml>
- Zapata, R. (8 de enero de 2018). *Piura: incautan camión que llevaba leña de algarrobo ilegal*. Diario El Comercio. <https://elcomercio.pe/peru/piura/piura-incautan-camion-llevaba-lena-algarrobo-ilegal-noticia-487463>