

Manejo de los desechos sólidos en el distrito de Tuis, cantón de Turrialba, Costa Rica

Lilliana Abarca ¹
Blanca Inés Nava ²

El presente trabajo fue realizado, a solicitud de la municipalidad de Turrialba, de noviembre 1995 a noviembre 1996, en el distrito de Tuis, Turrialba

Palabras claves

desechos, composición, índice de generación.

Resumen

En Costa Rica, como en la mayoría de los países, el manejo de los desechos sólidos ha llegado a tener gran importancia debido a los efectos negativos que provocan, como son la contaminación del suelo, agua, aire y daños a la salud.

El presente trabajo fue realizado en el distrito de Tuis de noviembre 1995 a noviembre 1996; respondió a la solicitud de la Municipalidad de Turrialba. Tuis carece de servicio de recolección de desechos sólidos, por lo que en años pasados las personas tiraban los desechos en el sitio denominado “el tajo”, a orillas del río

Tuis, dañando el ambiente y el paisaje. Actualmente los habitantes de Tuis han ideado técnicas, como enterrar, quemar o reutilizar algunos de los desechos, ya que a la Municipalidad no le es posible brindarles el servicio por falta de recursos económicos y logísticos.

Una de las principales razones para la realización del estudio es que la mayoría de los cálculos de generación de desechos sólidos realizados para localidades pequeñas del sector rural, han sido inferidos de valores obtenidos en el cantón de San José, por lo que las cifras se han sobrestimado.

Los principales objetivos del estudio fueron: realizar un diagnóstico de la situación actual del manejo de los desechos sólidos en Tuis y determinar la relación que tiene el ingreso económico sobre el índice de generación de desechos sólidos.

1 Docente del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Química. (labarca@itcr.ac.cr).

2 Mexicana, M.Sc. graduada del Programa de Enseñanza en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. (blancabava@yahoo.com.mx).

Para cumplir con los objetivos se realizó un muestreo en 85 viviendas del distrito, elegidas al azar; se aplicó una encuesta y se determinó la masa de los desechos previamente clasificados (materia orgánica, vidrio, metal, plástico, papel sanitario, papel de escribir y otros), producidos durante 7 días.

Los datos provenientes de las encuestas fueron analizados utilizando estadísticas descriptivas, análisis cluster, análisis de regresión y análisis discriminante canónico.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Gran porcentaje de las familias encuestadas, principalmente del centro de Tuis, consideran un problema el manejo de los desechos debido a que carecen de un sitio donde enterrarlos.

La composición de los desechos es: materia orgánica 63%, vidrio 11%, plástico 9%, papel 7%, papel sanitario 6% y metal 5%.

El índice de generación de desechos sólidos diario o producción per cápita (ppc) es de 0,218 kg/(hab.día), similar al reportado para comunidades rurales y zonas marginales de América Latina.

Se comprobó que existe relación entre el ingreso económico y la generación de desechos sólidos; asimismo, que el ingreso tiene influencia sobre la voluntad de pago para recibir un sistema recolector.

Introducción

El Distrito de Tuis se encuentra ubicado en el Cantón de Turrialba, Cartago, Costa Rica. Tiene una extensión territorial de 37,56 km² y una gran parte del territorio está ocupado por elevaciones montañosas que van desde 650 msnm hasta 1300 msnm.

La población del Distrito está concentrada principalmente en la parte más plana del territorio, a una altitud aproximada de 715 msnm, donde se encuentra ubicado el centro de Tuis. Cuenta con 2808 habitantes y aproximadamente 611 viviendas; lo que representa aproximadamente un 4,2 % de la población total del Cantón de Turrialba, de los cuales 1470 son hombres y 1338 mujeres; con una densidad de 68 hab/km² (IFAM 1992; Costa Rica 1995a 1995b).

La concentración de la población se localiza en el centro de Tuis, donde se albergan aproximadamente 231 familias, lo que equivale a un 37,8 % de la población total del distrito; el resto, 380 viviendas, se encuentran distribuidos lejos de este centro poblacional. Las casas están muy distantes una de la otra.

De acuerdo con la muestra tomada, la gran mayoría se dedica a actividades agrícolas, un 36 % son jornaleros y 28% agricultores propios, con un total de 64%. La actividad agrícola es principalmente siembra de caña y café; el resto realizan actividades diversas: chofer de autobús, empleados, profesores, albañiles, guardias, ganaderos, operarios de construcción y aserradero, mecánicos, actividades administrativas, carpinteros etc. ya sea dentro del distrito o en lugares cercanos como La Suiza y Turrialba. Dentro del distrito no existen actividades industriales ni de tipo turístico.

En el Cuadro 1 se estima la cantidad de desechos producida en el Cantón de Turrialba al cual pertenece el Distrito de Tuis, según el Plan Nacional de Manejo de Desechos.

Objetivo general

Realizar un estudio integral sobre el manejo de desechos sólidos en la comunidad de Tuis, Distrito 7° del Cantón de Turrialba.

Cuadro 1
Producción de desechos domésticos en el Cantón de Turrialba en 1990 y para el 2000

Año	Poblacion rural				Poblacion urbana				Total ton manejada
	Población	Indice*	Toneladas por día Producida	Toneladas por día Manejada	Población	Indice *	Toneladas por día Producida	Toneladas por día Manejada	
1990	43 099	0,4	17,2	6,9	16 290	0,4	6,5	3,3	10,2
2000	46 840	0,4	18,7	13,1	17 704	0,4	7,1	5,7	18,8

Fuente : Gob. de Costa Rica. GTZ, 1991. * Indice de generación de desechos sólidos kg/(persona.día).

Se trabajó con una muestra de 85 viviendas obtenida de un muestreo aleatorio en la población de Tuis.

Objetivos específicos

1. Diagnosticar la situación actual referente a la producción, clasificación, reciclaje, recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos de Tuis, cuantificando la cantidad de desechos producidos en el sector domiciliario.
2. Relacionar el ingreso económico de las familias con la producción de desechos sólidos.

Metodología

Se trabajó con una muestra de 85 viviendas obtenida de un muestreo aleatorio en la población de Tuis. A los habitantes de las viviendas seleccionadas se les aplicó una encuesta y a sus desechos sólidos se les determinó la masa con la finalidad principal de obtener el índice de generación (kg/(persona.día)) y composición porcentual de los desechos sólidos.

La muestra fue seleccionada con base en el tipo de **muestreo polietápico (por áreas en dos etapas)**, ya que es un procedimiento práctico para seleccionar viviendas (Kish 1982).

La selección de la muestra se hizo en dos etapas:

1. Seleccionando al azar con la tabla de números aleatorios 7 segmentos censales.
2. Seleccionando al azar 10 viviendas por cada segmento censal.

Para la obtención del tamaño de muestra de la población, se realizó previamente un premuestreo en 14 viviendas de Tuis elegidas al azar para estimar la desviación estándar de la cantidad de desechos producidos por vivienda. Para esto, se midió la masa de los desechos sólidos de la familia producidos durante una semana; se obtuvo, de esta forma, la producción de las viviendas y personas al día.

Habiendo obtenido la desviación estándar [kg/(vivienda.día)] se calculó el tamaño de muestra mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z \alpha/2 \sigma^2}{d} = \frac{(1,96 \times 0,514)^2}{0,120} = 70,59 \cong 71$$

Donde:

- n ⇒ tamaño de la muestra (Número de viviendas a muestrear)
- Z α/2 ⇒ Valor de Z al nivel de significancia alfa (α)
- σ ⇒ Variancia de la variable de interés (cantidad de desechos/ vivienda/día).
- d ⇒ Límite de error (en este caso 120 g).

Posteriormente se obtuvo el promedio de viviendas por segmento censal para el Distrito de Tuis de la siguiente forma:

$$\bar{X} = \frac{\sum \text{No. de casas/segmento}}{\text{No. de segmentos}} = \frac{611 \text{ casas}}{13 \text{ segmentos}} = 47$$

$\bar{X} = 47$ viviendas promedio por segmento censal

Se calculó el número de segmentos a muestrear al azar de un total de 13 segmentos en Tuis.

Tuis \Rightarrow de 13 segmentos se seleccionan 7 segmentos al azar, o sea un 50 % del total.

Posteriormente se obtuvo el número de viviendas totales para los segmentos seleccionados. Esto se realizó multiplicando el número de segmentos por el promedio de viviendas.

7 (sc) \bar{X} 47 (x) = 329 (Tv). Total de viviendas en los 7 segmentos seleccionados.

Donde:

sc = segmentos censales

\bar{X} = No. de casas/segmento

Tv = Total de viviendas en los 7 segmentos.

Con los datos anteriores se determinó que deberían muestrearse :

En 7 segmentos censales un total de n= 71 viviendas, obtenido gracias a la muestra piloto realizada en 14 familias de Tuis.

Por lo cual se obtuvo el cálculo siguiente para muestrear un determinado número de casas por segmento:

Era necesario, para realizar la entera aplicación de encuestas, muestrear 10 casas en 6 segmentos censales y 11 casas en uno.

Para el análisis de los datos fueron empleados los siguientes métodos estadísticos: estadística descriptiva, análisis de regresión, análisis de conglomerados y discriminante canónico (Ferreira *et al.* 1995) y se realizó un análisis discriminante canónico para explicar qué variables influían en la formación de los tres grupos.

Resultados y discusión

Gran porcentaje de la población cuenta con un sitio donde pueden enterrar los desechos sólidos; únicamente un 37,8 % viven en casas muy pequeñas sin patio, ya que las casas están muy juntas una de otra; esto sucede principalmente en la zona del centro de Tuis.

Dentro de la población encuestada (85 familias) se encontró que la mayoría de los padres de familia cuentan con estudios de primaria (81,18 %); 4,6 miembros por familia; algunas sólo están integradas por dos personas y las de mayor número cuentan con 10 miembros.

Es una población muy homogénea, en la cual la mayor fuente de ingresos familiar es generada por la agricultura. Son agricultores con tierra propia o jornaleros, donde sus ingresos económicos a lo sumo difieren en 30 000 colones (US\$139 aproximadamente), pero sus hábitos alimenticios y de consumo no varían demasiado, ya que todos tienen el mismo acceso a las escasas pulperías que existen en la zona y a los productos que en ellas se venden.

Los habitantes de Tuis tienen un gran interés ecológico, ya que la mayoría de los encuestados (99 %) manejan adecuadamente los desechos. Manifestaron también gran disponibilidad para cooperar en cualquier asunto relacionado con la limpieza del distrito.

Los habitantes de Tuis tienen un gran interés ecológico, ya que la mayoría de los encuestados (99 %) manejan adecuadamente los desechos.

De acuerdo con el estudio efectuado, se encontró un índice de generación de 0,218 kg/(habitante.día) o sea un total de 612,144 kg/día (cantidad de desechos sólidos producidos al día por toda la población de Tuis) y con base en los muestreos de desechos sólidos realizados en algunas poblaciones pequeñas y áreas marginales de Latinoamérica; esta cifra concuerda, ya que también informan de ámbitos entre 0,200 y 0,500 kg/(hab.día), siendo estos valores representativos para la totalidad de estas poblaciones (Jaramillo 1991).

El problema existente es que la Municipalidad de Turrialba no puede proporcionar el servicio de recolección de desechos, ya que no cuenta con los recursos económicos y logísticos suficientes. Por otra parte, Tuis está bastante alejado y la gran mayoría de sus habitantes perciben ingresos muy bajos y tienen poca capacidad de pagar por el servicio de recolección de desechos sólidos.

Para resolver este problema, en la mayoría de los casos los habitantes de Tuis han ingeniado algunos métodos para deshacerse de los desechos sólidos. En el caso de la materia biodegradable, la usan como abono, se la dan como alimento a los animales o la entierran en el patio (las personas que cuentan con uno). Respecto del plástico, papel sanitario y papel reutilizable, la mayoría de las personas lo queman; por último, el vidrio y metal lo entierran en el patio o en algunas ocasiones lo almacenan y se lo dan a alguna persona de otra casa que pasa recolectando, lo cual no es muy frecuente.

Para una gran parte de la población encuestada, el 69 % (59 familias) el manejo de los desechos no constituye un problema, pues cuentan con grandes extensiones de terreno donde pueden enterrarlos. No obstante, el 31% restante (26 familias) sí lo consideran

un problema, ya que en su mayoría viven en el centro de Tuis y no cuentan con espacio donde puedan enterrar los desechos.

A pesar de ésto, el 82% de los entrevistados (70 familias) opinan que sería conveniente que pasara un camión recolector una vez a la semana, y lo que consideran más difícil de manejar es el vidrio y el metal (latas de comida y otras).

Mediante la aplicación de una encuesta a las familias seleccionadas y la masa de los desechos sólidos, se determinó:

- El índice de generación de desechos sólidos
- La producción total de desechos sólidos
- La generación de desechos sólidos al mes
- La composición porcentual de los desechos

En el Cuadro 2 y la Fig. 1 se muestran los resultados de la cantidad y calidad de los desechos producidos al día en Tuis.

Respecto del índice de generación total por persona, se determinó que es más alto que el de los habitantes de los alrededores. Esta situación es palpable, ya que las mismas personas de Tuis, en 1994, solicitaron a la Municipalidad de Turrialba que llevara a cabo un censo para conocer quiénes deseaban un sistema recolector.

Se presentan los resultados del censo realizado por la Municipalidad en 1994 y los del censo realizado durante la elaboración de este trabajo.

La diferencia en la opinión que se observa en el cuadro, podría explicarse por el largo periodo entre la realización de los censos y la opinión de los habitantes pudo haber variado.

Cuadro 2
Generación de desechos sólidos diarios en el distrito de Tuis, Turrialba

Materia	Porcentaje	Toneladas/Día	Tipo de desecho
Biodegradable	63	0,152	Orgánico
Vidrio	11	0,027	Inorgánico
Plástico	9	0,021	
Papel	7	0,017	
Papel Sanitario	6	0,014	
Metal	5	0,012	

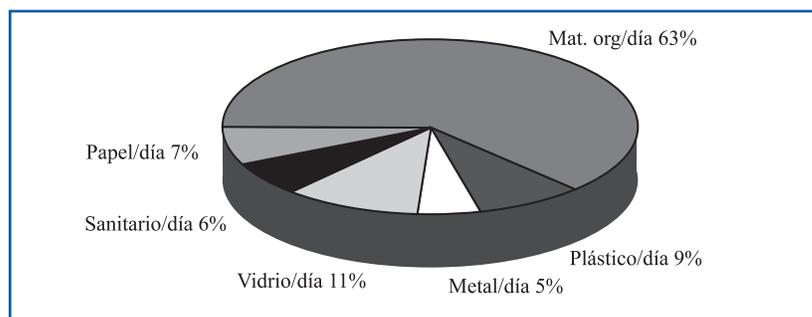


Figura 1
Composición porcentual de desechos generados por persona al día

Cuadro 3
Opinión de la necesidad de un servicio de recolección de desechos en el distrito de Tuis, Turrialba, Costa Rica

Necesidad de camión recolector	Censo del Municipio Diciembre, 1994 Porcentaje	Número de familias, 1994	Situación en Mayo 1996 Porcentaje	Número de Familias, 1996
SI	74,28	104	96,15	25
NO	20,0	28	3,84	1

Relación de la generación de desechos sólidos y el ingreso mensual

Para explicar la relación que existe entre el ingreso mensual y la generación de desechos, se procedió a agrupar a las familias de acuerdo con tres clases de ingreso:

Clase 1: Agrupa a las personas que reciben salario menor de 15 000 colones mensuales (US\$ 70). Se ubican 18 de las 85 familias encuestadas, que tienen en promedio cuatro miembros por familia, edad promedio de los padres de 45,96 años y escolaridad de los mismos de

tercer grado de primaria y de la madre 1° de primaria.

La producción de desechos sólidos promedio por familia de este grupo es de 0,752 kg/día. Dentro de este grupo, 15 familias (83%) opinan que no consideran un problema el manejo de sus desechos sólidos y tres (17%) opinan lo contrario. Se constata que solo cuatro familias opinan no necesitar un sistema de recolección y las 14 familias (77,7%) restantes sí lo necesitan.

Clase 2: Agrupa a las familias que perciben un ingreso medio entre 15 000 y 30 000 colones mensuales (US \$ 70 a 139,5). En este grupo se ubican la mayor proporción de las familias encuestadas (49 familias), las cuales tienen en promedio 4,7 miembros por familia y la edad de los padres es casi igual a la de la clase uno (44,37 años); los padres tienen una escolaridad de tercer año al igual que la clase uno y la escolaridad de la madre es también de primero de primaria.

Tienen un índice de generación diario por familia de 1,065 kg. A pesar de que 37 familias (75,5%) no consideran problema el manejo de los desechos sólidos y 12 (24,5%) opinan lo contrario, solo nueve familias (18,36%)

se niegan a recibir el sistema de recolección y 40 (81,6%) están dispuestas a recibirlo.

Clase 3: Agrupa a 18 familias encuestadas que perciben el mayor ingreso de los tres grupos (> 30 000 colones mensuales) (US\$ 139,5). Dichas familias cuentan con el mayor número de miembros cinco (un miembro más que el grupo 1). La edad promedio de los padres es un poco menor a diferencia de los otros dos grupos (40,25 años) siendo la educación de los padres mayor en este grupo (1° de colegio) y la de la madre entre primero y segundo de primaria.

Tienen la mayor producción de desechos sólidos al día de los tres grupos 1,075 kg por familia. Se encuentra en mayor proporción a las familias que opinan que para ellos sí es problema el manejo de los desechos (11 familias correspondientes al 61%); únicamente siete familias (38,8%) opinan lo contrario.

La mayoría de las familias consideran que debería existir un sistema recolector, 16 familias (88,8%). Únicamente dos opinan que no es necesario.

Existe relación directa del ingreso con la generación de desechos sólidos

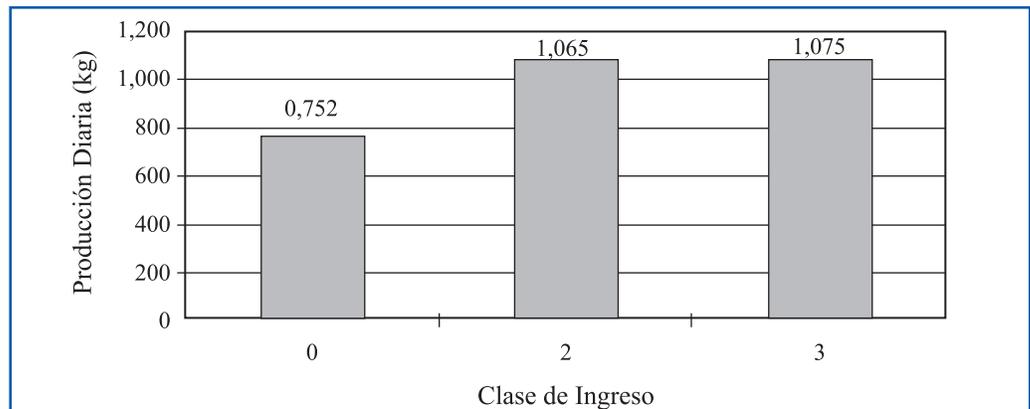


Figura 2
Relación del ingreso mensual vrs generación de desechos sólidos al día por familia en Tuis, Turrialba, Costa Rica, 1996

En síntesis: los habitantes de Tuis pertenecen al tipo de ingresos más bajos en una ciudad; debido a esto no se pueden observar diferencias notorias entre ricos y pobres. La población es muy homogénea en cuanto a sus hábitos de consumo y poder adquisitivo. Además, todos tienen el mismo acceso a las pequeñas pulperías existentes en la región.

Conclusiones

- Los resultados de la investigación coinciden con las hipótesis planteadas inicialmente:
- Gran porcentaje de las familias encuestadas, principalmente del centro de Tuis, consideran el manejo de los desechos como un problema, debido a que no cuentan con el espacio suficiente donde enterrarlo.
- El 82% de las familias encuestadas estarían de acuerdo con que existiera un sistema recolector, debido a que el manejo de ciertos desechos como el vidrio y el metal es difícil y, además, ocupa mucho espacio.
- El índice de generación de desechos diario de los habitantes de Tuis es de 0,218 kg/(habitante.día); ubicándose dentro de los ámbitos reportados (0,2-0,5 kg/(hab.día)) para las poblaciones pequeñas, rurales y áreas marginales de Latinoamérica.
- Con esta producción de desechos al día y al mes, lo más factible sería instalar una planta compostera, ya que una gran parte de los desechos sólidos (62 %) está constituida por materia orgánica. Se puede pensar en la posibilidad de recolectar vidrio, papel de escribir y aluminio para reciclarlo, y únicamente se obtendría como “basura” o material no reutilizable un 15 % correspondiente al 9 % de plástico

(1,65 ton/mes) y 6% de papel sanitario (1,10 ton/mes); dando como resultado 2,75 ton/mes consideradas basura de un total de 18,35 ton/mes de desechos sólidos.

- Los ingresos que perciben las personas de las diferentes clases, económicamente son similares, sin embargo, se nota una leve tendencia en cuanto que, a medida que se incrementa el ingreso familiar también aumenta la cantidad de desechos sólidos que producen diariamente.
- La población en general se considera bastante homogénea en cuanto a sus hábitos de consumo e índices de generación; debido a que tienen la misma accesibilidad a productos similares que se venden en las escasas pulperías de la zona.
- El ingreso económico de los habitantes de Tuis determina la voluntad de pago para establecer el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

Gran porcentaje de las familias encuestadas, principalmente del centro de Tuis, consideran el manejo de los desechos como un problema, debido a que no cuentan con el espacio suficiente donde enterrarlo.

Bibliografía

- Abarca, L.; Quesada, T. 1995. Estudios y diseños complementarios de proyecto de manejo de desechos sólidos Ciudad Píllaro, Provincia de Tungurahua. Informe de Misión. Tungurahua, Ecuador, GTZ. s.p.
- Achoy, J. 1996. Información sobre apoyos que proporciona la Municipalidad. Costa Rica. Municipalidad de Turrialba (Apoyos de la Municipalidad para proporcionar el sistema recolector).
- Agencia Española de Cooperación Internacional. 1995. Recolección y disposición final de la basura: un servicio público municipal. San José, Costa Rica. Programa DEMUCA. 223 p.
- Arellano, J.; Rivas, M.; Alegría X; M, J.; Rihm, A.; Sancha, A. 1996. Estudio de composición y proyección de desechos sólidos domiciliarios en Santiago y estudio de mercado y reciclaje. In PC/Febrero. Chile. p 16-21.

- Beede, D.; Bloom, D. 1995. The economics of municipal solid waste. The World Bank Research Observer. 10(2): s.p.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 1995. Resumen acumulado de datos meteorológicos hasta 1995. Ed. Francisco Jiménez. Turrialba, Costa Rica.
- Castro Thames, C.; González Duarte, S.; Xoon, S. R. 1994. Seminario. Técnicas para el manejo ambientalmente adecuado de desechos en empresas e instituciones. San José, Costa Rica, Fundación CEPRONA. 32 p.
- Chinchilla, E. 1987. Atlas cantonal de Costa Rica. San José, Costa Rica, Instituto de Fomento y Asesoría Municipal. v.1, p. 187-190.
- Club Ecológico Yiski. 1996. El problema de la basura: ¡su solución!. San José, Costa Rica. 24 p.
- Colegio Técnico de Guatuso; OMA; USAID. 1993. Reducir Reusar Reciclar : ¿Qué podemos hacer con la basura de la zona norte?. Guatuso, Costa Rica. s.p.
- Costa Rica. Ministerio de Economía, Industria y Comercio. Dirección General de Estadística y Censos. 1995. Costa Rica: Cálculo de Población por Provincia, Cantón y Distrito al 1° de Enero de 1995. San José, Costa Rica, Dirección General de Estadística y Censos. 26 p.
- _____. Ministerio de Economía, Industria y Comercio. Dirección General de Estadística y Censos. 1995. Costa Rica: Cálculo de Población por Provincia, Cantón y Distrito al 1° de Julio de 1995. San José, Costa Rica, Dirección General de Estadística y Censos. 24 p.
- Costa Rica. Ministerio de Gobernación y Policía. 1986. Censo de vivienda 1984. San José, Costa Rica, Imprenta Nacional. p 33.
- Costa Rica. Ministerio de Salud. Departamento de Control Ambiental. 1994. Reglamento sobre el manejo de basuras y sobre rellenos sanitarios. San José, Costa Rica. 13 p.
- Deffis, C. 1989. La basura: es la solución. México, Editorial Concepto. 275 p.
- Delgado, R.; Murillo, M.; Retana, R.; GARCIA, R. 1994. Mapa del Distrito 7° de Tuis, Cantón 5° Turrialba. 2a edición. San José, Costa Rica. Dirección General de Estadística y Censos. 1 : 10 000 blanco y azul.
- Ferreira, P; López, G.; Pérez, J. 1995. Apuntes curso de estadística. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de maestría. sp.
- Font, F. 1993. Resumen de Propuesta Técnica del Concurso público para servicio de disposición final en el Relleno sanitario: Provincias de San José y Cartago. San José, Costa Rica, Font, S.A. consultor ambiental. s.p.
- Instituto de Fomento y Asesoría Municipal. 1992. Turrialba: Apuntes históricos y otros datos. San José, Costa Rica. p. 38-55.
- Instituto de fomento y Asesoría Municipal. Departamento de Planificación. 1992. Cantones de Costa Rica : datos básicos. San José, Costa Rica. pp. 89-90.
- Gobierno de Costa Rica; GTZ. 1991. Plan Nacional de Manejo de Desechos Sólidos de Costa Rica: Informe final. San José, Costa Rica. 143 p.
- GTZ; Municipalidad de San José; Fundación de la Universidad de Costa Rica para la Investigación. 1993. Determinación de la relación entre consumo eléctrico y la generación de desechos. San José, Costa Rica, Proyecto regional GTZ-OPS/CEPIS. 120 p.
- GTZ; IICA; CEPPI. 1996. Evaluación y seguimiento del impacto ambiental en proyectos de inversión para el desarrollo agrícola rural: una aproximación al tema. San José, Costa Rica. 270 p.
- Gujarrati, D. 1992. Econometría. 2 ed. Trad. Victor Mayorga. México, Mc Graw Hill. 597 p.
- Hernández, C. 1995. Apuntes de curso de Manejo de Desechos. Guápiles, Costa Rica, Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda.
- Instituto Tecnológico de Costa Rica; Municipalidad de Cartago; y Comunidad Cartaginesa. 1995. Clasifique los desechos 4R : camine hacia el futuro. Cartago, Costa Rica. sp.
- ITCR; Municipalidad de Cartago; Comunidad cartaginesa. 1995. Manejo de desechos Cantón central de Cartago. Cartago, Costa Rica. 19 p.
- ITCR; SLOTH, J.; HOEJ, C. 1996. The quality and the composition of the waste produced by the Municipality of Cartago. Carta, Costa Rica. 28 p.

- Jaramillo, J. 1991. Desechos sólidos municipales: Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Washington, Organización Panamericana de la Salud, Organización Mundial de la Salud. 214 p.
- Kharbanda, O.; Stallworthy, E. 1990. Waste management: towards a sustainable society. New York, Auburn House. 235 p.
- Kish, L. 1982. Muestreo de encuestas. Parte II. México, Edit. Trillas. 736 p.
- López, J.; Vidal, F.; Martínez, J. 1975. Basura urbana: recogida, eliminación y reciclaje. España, Editores Técnicos Asociados. 294 p.
- Monreal, J.; Lugari, J.; Incer, A. 1990. Informe sobre el manejo de residuos sólidos urbanos en Costa Rica y proposiciones para su mejoramiento. San José, OPS/OMS, División de Saneamiento Ambiental del Ministerio de Salud. 30 p.
- Municipalidad de Turrialba; Achoy, V. 1994. Estudio de costos y cálculo de tasas para los servicios de recolección de basura y limpieza de vías públicas. Turrialba, Costa Rica. s.p.
- Quesada, T. 1996. Información sobre la densidad de los desechos sólidos. San José, Costa Rica. FUNDEVI. (proporciona cifras exactas sobre la densidad de los desechos sólidos en varias circunstancias).
- Salazar, O. 1970. Monografía de Turrialba (Historia General del Cantón de Turrialba desde la conquista hasta nuestros tiempos). Turrialba, Costa Rica, Municipalidad de Turrialba. 337 p.
- Tuchman, J. 1991. Preserving the global environment. The challenge of shared leadership. U.S.A. American Assembly, World Resources Institute. 347 p.