



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

**ANÁLISIS COMPARATIVO PARA DETERMINAR EL IMPACTO  
AMBIENTAL GENERADO POR EL USO PREFERENCIAL DE LAS  
ESPECIES *Hura crepitans* Y *Guazuma crinita* EN LA ELABORACIÓN DE  
PALLET DE EXPORTACIÓN, LIMA - 2015**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA AMBIENTAL**

**AUTORA:**

**MORENO SANTOS, Lizzeth Aracely**

**ASESOR:**

**Dr. CABRERA CARRANZA, Carlos Francisco**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**GESTIÓN DE PROCESOS LIMPIOS**

**LIMA – PERÚ**

**Año 2015**

## MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Carlos Francisco  
Cabrera Carranza  
Presidente

---

Mg. Rita Jackeline  
Cabello Torres  
Secretaria

---

Mg. Haydee Suarez  
Alvites  
Vocal

*El presente trabajo se lo dedico en primer  
lugar a Dios por brindarme fuerza y  
tenacidad para continuar mi camino*

*A mis padres, hermanos y familia los  
cuales siempre están cuando los necesito.*

*A mí prometido por el apoyo y tiempo  
brindado.*

## **AGRADECIMIENTOS**

La autora expresa su profundo agradecimiento a las personas que contribuyeron con sus valiosas sugerencias, críticas constructivas, apoyo moral e intelectual para cristalizar la presente tesis.

A mi asesor de tesis, Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza por su experiencia científica para la concreción del estudio.

A la Mg. Haydee Suarez Alvites por su generosidad científica y valiosas críticas en la corrección de la metodología.

Al Dr. Jhony Valverde por su generosidad científica y sus valiosas críticas en el procesamiento de datos.

Al Lic. Aldo Reategui Morales por su generosidad científica y sus valiosas críticas en recolección de los datos

A todos ellos, infinitas gracias.

La autora

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo **Moreno Santos, Lizzeth Aracely** con DNI N° **46104983**, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 15 de Diciembre del 2015

**Lizzeth Aracely, Moreno Santos**

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“ANÁLISIS COMPARATIVO PARA DETERMINAR EL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR EL USO PREFERENCIAL DE LAS ESPECIES *Hura crepitans* Y *Guazuma crinita* EN LA ELABORACIÓN DE PALLET DE EXPORTACIÓN, LIMA - 2015”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental

**La Autora**

## ÍNDICE

RESUMEN.....	XII
ABSTRACT .....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I: PLAN DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	17
1.2. ANTECEDENTES.....	18
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	19
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	19
1.5. HIPÓTESIS .....	20
1.6. OBJETIVOS .....	20
1.7. ELABORACIÓN DE PALLET DE EXPORTACIÓN .....	20
1.7.2. El pallet.....	21
1.7.3. Tipos de pallet: .....	21
1.7.4. Actividad productiva del empaque y embalaje .....	22
1.7.5. Normas Internacionales para pallets de exportación .....	23
1.8. GENERALIDADES DE LA ESPECIE <i>GUAZUMA CRINITA</i> .....	24
1.8.1. Clasificación Botánica .....	24
1.8.2. Distribución y hábitat.....	24
1.8.3. Distribución en el Perú .....	25
1.8.4. Descripción morfológica .....	25
1.8.5. Uso actual de <i>Guazuma crinita</i> .....	26
1.9. GENERALIDADES DE LA ESPECIE <i>HURA CREPITANS</i> .....	27
1.9.1. Clasificación botánica .....	27
1.9.2. Distribución de <i>Hura crepitans</i> .....	27
1.9.3. Descripción morfológica .....	27
1.9.4. Uso actual de <i>Hura crepitans</i> .....	28
1.11. METODOLOGÍA ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA .....	29
1.11.1. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA .....	29
1.11.2. NORMALIZACIÓN DEL ACV SEGÚN LA FAMILIA DE NRMAS ISO 14 040.....	30
1.12. FASES DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA .....	32
1.12.1. FASE 1: Objetivos y alcance.....	32
1.12.2.FASE 2: Inventario del Ciclo de Vida (ICV).....	32
1.12.3. FASE 3: Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV).....	33
1.12.4. FASE 4: Interpretación .....	33
1.13. HERRAMIENTAS SOFTWARE DE ACV.....	34
1.14. MARCO CONCEPTUAL .....	34
1.15. MARCO LEGAL.....	36
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA.....	37

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	38
2.2. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	38
2.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	38
2.3.1. Población de estudio .....	38
2.3.2. Muestra .....	39
2.3.3. Técnica del muestreo .....	39
2.4. CRITERIOS DE SELECCIÓN .....	39
2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	39
2.6. VALIDACIÓN Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO.....	41
2.7. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS .....	41
2.7.1. EMISIONES AL AIRE .....	41
2.7.1. EMISIONES AL SUELO .....	44
CAPÍTULO III: RESULTADOS .....	45
ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PALLET DE EXPORTACIÓN .....	46
3.1. FASE INICIAL DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PALLET DE EXPORTACIÓN .....	46
3.1.1. OBJETIVOS.....	46
3.1.2. ALCANCE.....	46
3.1.3. Sistemas a comparar.....	46
3.1.4. Límites de los sistemas evaluados .....	48
3.1.5. Los requisitos de los datos .....	49
3.1.6. Herramienta informática utilizada .....	49
3.2. FASE DE INVENTARIO DEL CICLO DE VIDA DEL PALLET DE EXPORTACIÓN.....	50
3.2.1. INVENTARIO DE LA ETAPA DE TALADO .....	50
3.2.2. INVENTARIO DE LA ETAPA DE TRANSPORTE INICIAL DE <i>Guazuma crinita</i> .....	54
3.2.3. INVENTARIO DE LA ETAPA DE ASERRADO .....	55
3.2.4. INVENTARIO DE LA ETAPA DE TRANSPORTE .....	59
3.2.5. INVENTARIO DE LA ETAPA DE FABRICACIÓN DEL PALLET .....	61
3.2.6. VINCULACIÓN DE LOS DATOS CON LA UNIDAD FUNCIONAL .....	67
3.3. FASE DE EVALUACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL CICLO DE VIDA DEL PALLET DE EXPORTACIÓN .....	68
3.3.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL CICLO DE VIDA DEL PALLET FABRICADO.....	68
3.3.2. CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO .....	70
3.3.3. NORMALIZACIÓN DEL IMPACTO .....	72
3.3.4. PONDERACIÓN DEL IMPACTO.....	73
3.3.5. COMPARACIÓN DEL ACV DE LOS SISTEMAS GC Y HC EN LA PRODUCCIÓN ANUAL DE LA EMPRESA MADERERA RNP INVERSIONES E.I.R.L. ....	75
DISCUSIÓN .....	80
CONCLUSIÓN .....	82
RECOMENDACIONES.....	85
BIBLIOGRAFÍA .....	87
ANEXOS.....	91



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 01: PALLET ESTÁNDAR DE 1000 X 1200 MM .....	21
FIG. 02: EXPORTACIONES AGRARIAS PERUANAS TRADICIONALES Y NO TRADICIONALES (MILLONES USD FOB).....	23
FIG. 03: USOS DE LA ESPECIE BOLAINA ( <i>Guazuma crinita</i> ).....	26
FIG. 04: USOS DE LA ESPECIE CATAHUA ( <i>Hura crepitans</i> ).....	28
FIG. 05: CONCEPTO DE ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA.....	30
FIG. 06: ETAPAS DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA.....	31
FIG. 07: SISTEMA <i>Hura crepitans</i> .....	47
FIG. 08: SISTEMA <i>Guazuma crinita</i> .....	47
FIG. 09: LÍMITES DEL SISTEMA DE <i>Hura crepitans</i> .....	48
FIG. 10: LÍMITES DEL SISTEMA DE <i>Guazuma crinita</i> .....	49
FIG. 11: RESIDUO GENERADO DE UN ÁRBOL DE <i>Hura crepitans</i> .....	52
FIG. 12: RESIDUO GENERADO DE UN ÁRBOL DE <i>Guazuma crinita</i> .....	52
FIG. 13: DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA ETAPA DE TALADO DE <i>Hura crepitans</i> .....	53
FIG. 14: DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA ETAPA DE TALADO DE <i>Guazuma crinita</i> .....	53
FIG. 15: DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA ETAPA DE TRANSPORTE INICIAL DE <i>Guazuma crinita</i> .....	54
FIG. 16: RESIDUO GENERADO DEL ASERRADO DE MADERA ROLLIZA DE <i>Hura crepitans</i> .....	56
FIG. 17: RESIDUO GENERADO DEL ASERRADO DE MADERA ROLLIZA DE <i>Guazuma crinita</i> .....	56
FIG. 18: RESIDUO GENERADO EN LA ETAPA DE ASERRADO DEL SISTEMA HC .....	57
FIG. 19: RESIDUO GENERADO EN LA ETAPA DE ASERRADO DEL SISTEMA GC .....	57
FIG. 20: DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA ETAPA ASERRADO DE <i>Hura crepitans</i> .....	58
FIG. 21: DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA ETAPA ASERRADO DE <i>Guazuma crinita</i> .....	58
FIG. 22: RELACIÓN PESO-CATEGORÍAS ESTABLECIDOS POR ESTADOS UNIDOS.....	59
FIG. 23: DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA ETAPA DE TRANSPORTE DE <i>Hura crepitans</i> .....	59
FIG. 24: DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA ETAPA DE TRANSPORTE DE <i>Guazuma crinita</i> .....	60
FIG. 25: DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA ETAPA DE FABRICACIÓN DE <i>Guazuma crinita</i> .....	66
FIG. 26: DIAGRAMA DE ENTRADAS Y SALIDAS DE LA ETAPA DE TRANSPORTE DE <i>Hura crepitans</i> .....	66
FIG. 26: VINCULACIÓN DE LOS DATOS CON LA UNIDAD FUNCIONAL.....	67
FIG. 27: DIAGRAMA DEL CICLO DE VIDA DE UN PALLET DE <i>Hura crepitans</i> .....	68
FIG. 28: DIAGRAMA DEL CICLO DE VIDA DE UN PALLET DE <i>Guazuma crinita</i> .....	69
FIG. 29: EVALUACIÓN PORCENTUAL DEL DAÑO DE LOS SISTEMAS HC Y GC.....	70

FIG. 30: CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO DE LOS SISTEMAS HC Y GC .....	72
FIG. 31: NORMALIZACIÓN DEL IMPACTO DE LOS SISTEMAS HC Y GC.....	73
FIG. 32: PONDERACIÓN DEL IMPACTO DE LOS SISTEMAS HC Y GC.....	74
FIG. 33: PONDERACIÓN POR CATEGORÍAS DEL IMPACTO DE LOS SISTEMAS HC Y GC.....	75
FIG. 33: COMPARACIÓN ANUAL DEL IMPACTO DE LOS SISTEMAS HC Y GC EN LA FABRICACIÓN DE PALLET DE EXPORTACIÓN.....	77
FIG. 34: COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO <sub>2</sub> DE AMBOS SISTEMAS.....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 01: FASES DE LA ACV DEL PALLET DE EXPORTACIÓN.....	40
TABLA 02: FACTORES DE EMISIÓN PARA MOTORES .....	41
TABLA 03: FACTORES DE EMISIÓN PARA FUENTES MÓVILES.....	42
TABLA 04: FACTORES DE EMISIÓN DE CO <sub>2</sub> PARA EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS NATURAL.....	43
TABLA 05: FACTORES DE EMISIÓN AL SUELO POR EL USO DE LUBRICANTES .....	44
TABLA 06: DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL DE PIE .....	50
TABLA 07: ETAPA DE TALADO DE AMBOS SISTEMAS .....	51
TABLA 08: DESCRIPCIÓN DEL TRANSPORTE INICIAL DE LAS TROZAS DE <i>Guazuma crinita</i> .....	54
TABLA 09: DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE ASERRADO <i>Hura crepitans</i> .....	55
TABLA 10: SUB-ETAPA DE TROZADO DE <i>Hura crepitans</i> Y <i>Guazuma crinita</i> .....	61
TABLA 11: ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN LA SUB-ETAPA DE TROZADO.....	62
TABLA 12: ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN LA SUB-ETAPA DE CEPILLADO.....	62
TABLA 13: ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN LA SUB-ETAPA DE HABILITADO.....	63
TABLA 14: ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN LA SUB-ETAPA DE GARLOPEADO.....	64
TABLA 15: ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN LA SUB-ETAPA DE TAQUEADO.....	64
TABLA 16: ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN LA SUB-ETAPA DE ARMADO.....	65
TABLA 17: CANTIDAD DE CLAVOS UTILIZADOS EN SUB-ETAPA DE ARMADO .....	65
TABLA 18: EVALUACIÓN DEL DAÑO DE LOS SISTEMAS HC Y GC.....	70
TABLA 19: EVALUACIÓN POR CATEGORÍAS DE LOS SISTEMAS HC Y GC .....	71
TABLA 20: NORMALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS HC Y GC .....	72
TABLA 21: PONDERACIÓN DEL IMPACTO DE LOS SISTEMAS HC Y GC EXPRESADO EN MPT .....	74
TABLA 22: PRODUCCIÓN ANUAL DE PALLET DE EXPORTACIÓN CON LA ESPECIES HURA CREPITANS....	76

FIG. 29: EVALUACIÓN PORCENTUAL DEL DAÑO DE LOS SISTEMAS HC Y GC.....	70
FIG. 30: CARACTERIZACIÓN DEL IMPACTO DE LOS SISTEMAS HC Y GC .....	72
FIG. 31: NORMALIZACIÓN DEL IMPACTO DE LOS SISTEMAS HC Y GC.....	73
FIG. 32: PONDERACIÓN DEL IMPACTO DE LOS SISTEMAS HC Y GC.....	74
FIG. 33: PONDERACIÓN POR CATEGORÍAS DEL IMPACTO DE LOS SISTEMAS HC Y GC.....	75
FIG. 33: COMPARACIÓN ANUAL DEL IMPACTO DE LOS SISTEMAS HC Y GC EN LA FABRICACIÓN DE PALLET DE EXPORTACIÓN.....	77
FIG. 34: COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO <sub>2</sub> DE AMBOS SISTEMAS.....	78

### ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 01: FASES DE LA ACV DEL PALLET DE EXPORTACIÓN.....	40
TABLA 02: FACTORES DE EMISIÓN PARA MOTORES .....	41
TABLA 03: FACTORES DE EMISIÓN PARA FUENTES MÓVILES.....	42
TABLA 04: FACTORES DE EMISIÓN DE CO <sub>2</sub> PARA EL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS NATURAL.....	43
TABLA 05: FACTORES DE EMISIÓN AL SUELO POR EL USO DE LUBRICANTES .....	44
TABLA 06: DESCRIPCIÓN DEL ÁRBOL DE PIE .....	50
TABLA 07: ETAPA DE TALADO DE AMBOS SISTEMAS .....	51
TABLA 08: DESCRIPCIÓN DEL TRANSPORTE INICIAL DE LAS TROZAS DE <i>Guazuma crinita</i> .....	54
TABLA 09: DESCRIPCIÓN DE LA ETAPA DE ASERRADO <i>Hura crepitans</i> .....	55
TABLA 10: SUB-ETAPA DE TROZADO DE <i>Hura crepitans</i> Y <i>Guazuma crinita</i> .....	61
TABLA 11: ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN LA SUB-ETAPA DE TROZADO.....	62
TABLA 12: ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN LA SUB-ETAPA DE CEPILLADO .....	62
TABLA 13: ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN LA SUB-ETAPA DE HABILITADO.....	63
TABLA 14: ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN LA SUB-ETAPA DE GARLOPEADO.....	64
TABLA 15: ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN LA SUB-ETAPA DE TAQUEADO.....	64
TABLA 16: ENTRADA Y SALIDA DE MATERIA PRIMA EN LA SUB-ETAPA DE ARMADO.....	65
TABLA 17: CANTIDAD DE CLAVOS UTILIZADOS EN SUB-ETAPA DE ARMADO .....	65
TABLA 18: EVALUACIÓN DEL DAÑO DE LOS SISTEMAS HC Y GC.....	70
TABLA 19: EVALUACIÓN POR CATEGORÍAS DE LOS SISTEMAS HC Y GC .....	71
TABLA 20: NORMALIZACIÓN DE LOS SISTEMAS HC Y GC .....	72
TABLA 21: PONDERACIÓN DEL IMPACTO DE LOS SISTEMAS HC Y GC EXPRESADO EN MPT .....	74
TABLA 22: PRODUCCIÓN ANUAL DE PALLET DE EXPORTACIÓN CON LA ESPECIES HURA CREPITANS....	76

TABLA 23: COMPARACIÓN DEL IMPACTO ANUAL DE LOS SISTEMAS HC Y GC..... 77

TABLA 24: EMISIONES INDIRECTAS DE CO<sub>2</sub> DE LOS SISTEMAS HC Y GC..... 78

### ACRÓNIMOS, SIGLAS Y SÍMBOLOS

ACV	Análisis de Ciclo de Vida
CH <sub>4</sub>	Metano
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
DGFFS	Dirección General Forestal y Fauna Silvestre
EICV	Evaluación del Inventario de Ciclo de Vida
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (Environmental Protection Agency)
GC	<i>Guazuma crinita</i>
HC	<i>Hura crepitans</i>
ICV	Inventario del ciclo de vida
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agraria
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change)
ISO	Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization)
KgKm	Kilogramo de combustible por kilómetro recorrido
kWh	Kilovatio hora
mPt	Milipuntos
NO <sub>x</sub>	Óxidos de nitrógeno
PM	Material particulado
SERFOR	Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
SO <sub>x</sub>	Óxidos de azufre
UNALM	Universidad Nacional Agraria La Molina

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado para identificar y comparar los impactos ambientales ocasionados por el ciclo de vida del pallet de exportación, fabricado con dos especies forestales diferentes e identificar el proceso con menor impacto ambiental utilizando la metodología de Análisis de Ciclo de Vida estandarizada por las normas ISO 14040-44. Se ha identificado como problema general que la fabricación de pallet de exportación genera un mayor impacto ambiental con el uso de especies forestales procedentes de bosques primarios y secundarios, para identificar este problema y promover soluciones a la investigación se ha identificado los impactos ambientales del Ciclo de Vida del pallet de exportación. Los datos que han sido recolectados para el inventario provienen de una evaluación de las diferentes etapas del proceso y también se ha utilizado factores de emisión de Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA). En el presente trabajo se han evaluado las categorías de impacto como cambio climático, toxicidad humana, formación de material particulado, agotamiento del metal y combustibles fósiles. Finalmente podemos concluir que la identificación de los diferentes impactos ambientales relacionados con la fabricación de un pallet de exportación nos permitirá proponer alternativas de solución eficientes en la disminución de los impactos, como el uso de especies reforestadas en la fabricación de pallet de exportación, así como el cambio de combustible de Diesel a gas natural en la etapa de transporte. Estas alternativas son técnica, económica y ambientalmente viables.

*Palabras claves: Ciclo de vida, pallet y especies*

## ABSTRACT

The present research was developed para identify and compare the environmental impacts caused by the life cycle of the pallet Export, made with two different tree species and identify the process with less environmental impact using the methodology of life-cycle assessment standardized by ISO standards 14040-44. It has been identified as a general problem of which manufacture of pallets Export genres UN Environmental impact mayor with the use of forest species from primary and secondary forests, para identify esta problem and in promoting solutions to Research has identified the Environmental Impacts Lifecycle Export pallet. The data that have been collected for inventory come from a evaluation of the different stages and has also been used Emission Factors Environmental Protection Agency's (EPA). In this paper we have evaluated the impact categories including climate change, human toxicity, particulate formation, and depletion Metal Fossil Fuels. Finally we can conclude that of that identification of the different environmental impacts associated with the manufacture of the pallet UN Export will allow us to propose solutions Efficient decreasing impacts, as the use of reforested in the manufacture of pallets Export Species, So the change as diesel fuel natural gas in the transport stage. These alternatives technically, economically and environmentally viable child.

*Keywords: Life cycle, pallet and species*