

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

ESCUELA DE POSGRADO

**DOCTORADO EN INGENIERÍA Y CIENCIAS
AMBIENTALES**



**“LA CADENA DE VALOR DEL BAMBÚ COMO GUÍA DE
REFORESTACIÓN EN LA REGIÓN NOR ORIENTE DEL PERÚ”**

Presentada por:

MARY FLOR CÉSARE CORAL

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE EN INGENIERÍA Y CIENCIAS
AMBIENTALES**

Lima – Perú

2023

Document Information

Analyzed document	TESIS CADENA VALOR CESARE 27.11.21.docx.pdf (D168801706)
Submitted	2023-05-29 04:30:00
Submitted by	HECTOR ENRIQUE GONZALES MORA
Submitter email	egonzales@lamolina.edu.pe
Similarity	7%
Analysis address	egonzales.unalm@analysis.arkund.com

Sources included in the report

SA	CONVERSIÓN DE LA BIOMASA SÓLIDA MEDIANTE LA PIROLISIS_.pdf Document CONVERSIÓN DE LA BIOMASA SÓLIDA MEDIANTE LA PIROLISIS_.pdf (D92760344)	 7
SA	ADRIAN_VARGAS_113815.docx Document ADRIAN_VARGAS_113815.docx (D142276059)	 2
W	URL: http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/forestales/revistas/CIB/SEGUNDA_EDICION_REVISTA_BAMBUCYT.pdf Fetched: 2023-05-29 04:33:00	 17
W	URL: https://bambuecuador.files.wordpress.com/2018/01/2015-estudio-de-la-cadena-desde-la-produccioc... Fetched: 2023-05-29 04:31:00	 11
SA	Avance Proyecto de Tesis - Beto Canal.docx Document Avance Proyecto de Tesis - Beto Canal.docx (D46890200)	 3
W	URL: https://dokumen.tips/documents/disenio-de-proyectos-con-bambu-en-lima-como-85-disenio-de-proyect... Fetched: 2023-05-29 04:31:00	 6
W	URL: https://bambuecuador.files.wordpress.com/2018/01/2014-el-bambucc81-un-recurso-estrategico-... Fetched: 2023-05-29 04:32:00	 2
W	URL: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55983/MARTINEZ%20-%20Bamb%C3%BA%20como%20material... Fetched: 2023-05-29 04:33:00	 3
SA	Becerra Bustamante Melidsa & Sena Medina Steffany Yamaly Crysedt.docx Document Becerra Bustamante Melidsa & Sena Medina Steffany Yamaly Crysedt.docx (D33628750)	 6
SA	UNC_Forestal_2021_Tesis_Edson_Moreno_v1.pdf Document UNC_Forestal_2021_Tesis_Edson_Moreno_v1.pdf (D103212328)	 9
SA	INFORME TESIS WENDOLY OBLITAS.docx Document INFORME TESIS WENDOLY OBLITAS.docx (D133811686)	 5
SA	PLAN DE TESIS-BISMAR HUACASI CHURQUIPA5.docx Document PLAN DE TESIS-BISMAR HUACASI CHURQUIPA5.docx (D45635275)	 5
SA	DOCUMENTO PARA REVISION 2023.doc Document DOCUMENTO_PARA REVISION 2023.doc (D163189128)	 2
W	URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610214017263 Fetched: 2023-05-29 04:31:00	 1
W	URL: https://ddd.uab.cat/pub/trerepro/2012/hdL_2072_202695/PFC_DanielPacoAbenza.pdf Fetched: 2023-05-29 04:33:00	 4
SA	LILIANA JAEN.docx Document LILIANA JAEN.docx (D165951200)	 2
SA	FERNÁNDEZ NATHALY MARCO TEÓRICO.docx Document FERNÁNDEZ NATHALY MARCO TEÓRICO.docx (D52122638)	 2
W	URL: https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485/882 Fetched: 2023-05-29 04:33:00	 1
W	URL: http://www.jstor.org/stable/2418866 Fetched: 2023-05-29 04:33:00	 1

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA
ESCUELA DE POSGRADO
DOCTORADO EN INGENIERÍA Y CIENCIAS
AMBIENTALES**

**“LA CADENA DE VALOR DEL BAMBÚ COMO GUÍA DE
REFORESTACIÓN EN LA REGIÓN NOR ORIENTE DEL PERÚ”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE DOCTOR
DOCTORIS PHILOSOPHIAE**

Presentada por:

MARY FLOR CÉSARE CORAL

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Ph.D. José Calle Maravi
PRESIDENTE

Ph.D. Enrique Gonzales Mora
ASESOR

Dr. Roger Loyola Gonzales
MIEMBRO

Ph.D. Julio Alegre Orihuela
MIEMBRO

Dra. Caori Patricia Tekeuchi Tam
MIEMBRO EXTERNO

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Héctor Enrique Gonzales Mora, por confiar en mí en todo momento, por los consejos, los comentarios, los viajes y las charlas. Muy agradecida de corazón.

A mi querida mamá Teresa, por su apoyo incondicional en todo momento.

A todos los miembros del Circulo de Investigación del Bambú (CIB), que hicieron las mejores experiencias de mi vida con cada, reunión, conversación, viajes al interior y exterior para la difusión de nuestras actividades.

Al FONDECYD por haber financiado el desarrollo de la tesis Cadena de valor del bambú.

Al INGEMED por haber financiado los analisis de microscopia electronica y rayos X

Al Dpto. de Química por el apoyo en esta última fase que hicieron propicio la culminación de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.	CADENA DE VALOR DEL BAMBÚ EN EL PERÚ.....	3
2.1.1.	Antecedentes.....	3
2.1.2.	Marco Normativo.....	5
2.1.3.	Cadena productiva	9
2.1.4.	Cadena productiva de actividades silvícolas.	10
2.1.5.	Cadena de valor	11
2.1.6.	Diagramas de bloques	12
2.2.	EL BAMBÚ Y SUS GENERALIDADES	13
2.2.1.	Antecedentes históricos.....	13
2.2.2.	Morfología del bambú.....	14
2.2.3.	Distribución geográfica	16
2.2.4.	Especies de bambú en América.	19
2.2.5.	Especies de bambú en el Perú.	20
2.2.6.	Producción Nacional de Bambú.	24
2.2.7.	Producción de <i>Guadua</i> en el Perú.	25
2.2.8.	Usos del bambú.	25
2.2.9.	Bambú <i>Guadua angustifolia</i>	26
2.2.10.	Taxonomía.....	27
2.2.11.	Características del Bambú <i>Guadua angustifolia</i>	28
2.3.	RESIDUOS SÓLIDOS	29
2.3.1.	Definición.....	29
2.3.2.	Marco legal.....	30
2.4.	PIRÓLISIS.....	31
2.4.1.	Definición.....	31
2.4.2.	Tipos de pirólisis.....	32
2.4.3.	Pirólisis lenta.	33
2.4.4.	Pirólisis rápida	33
2.4.5.	Gasificación.....	33

2.5. BIOCHAR.....	33
2.5.1. Definición.....	33
2.5.2. Fuentes del biochar	35
2.5.3. Sistemas de producción de biochar.....	35
2.5.4. Producción del biochar.....	37
2.5.5. Elaboracion de biochar mediante procesos de pirólisis	37
2.5.6. Rendimiento	38
2.5.7. Propiedades del biochar	38
2.5.8. Propiedades físico-químicos.....	39
2.5.9. Propiedades texturales.....	40
2.5.10. Empleo del biochar	41
2.5.11. Mejora de suelos	42
2.6. ENSAYO DE TOXICIDAD	43
2.6.1. Test de toxicidad con semillas de lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	43
2.6.2. Lechuga (<i>Lactuca sativa</i> L.).....	44
2.6.3. Características de las semillas	45
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
3.1. ZONA DE ESTUDIO.....	47
3.2. AREAS PRODUCTIVAS Y MUESTRA	48
3.2.1. Delimitación de las áreas productivas.....	48
3.2.2. Alcance.....	48
3.2.3. Localización de la muestra.....	48
3.3. ANALISIS Y CARACTERIZACION QUIMICA DE LAS MUESTRAS.....	48
3.3.1. Lugar de análisis	48
3.3.2. Análisis del bambú y del biochar <i>Guadua angustifolia</i>	49
3.4. PRODUCCIÓN DE BIOCHAR DE BAMBÚ <i>Guadua angustifolia</i>	54
3.4.1. Materiales de campo	55
3.4.2. Equipos y materiales de producción del biochar	57
3.4.3. Producción del biochar.....	58
IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN	60
4.1. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA ZONA PRODUCTORA DE LA FLORIDA (CAJAMARCA).	60
4.1.1. Sexo, edad y estado civil de la población	60

4.1.2.	Ingreso mensual familiar	62
4.1.3.	Lugar de nacimiento	62
4.1.4.	Ocupación principal	63
4.1.5.	Nivel de instrucción y capacitaciones	64
4.1.6.	Migración	65
4.1.7.	Características económicas de los pobladores.....	66
4.1.8.	Disponibilidad de mano de obra.....	67
4.1.9.	Parcelas y tipos de cultivos	67
4.1.10.	Título de propiedad	68
4.1.11.	Promedio de áreas cultivos por caseríos de la Florida.....	69
4.1.12.	Productos agrícolas de la zona	70
4.1.13.	Fuentes de agua usados para el riego.....	70
4.2.	ANALISIS DE LA CADENA DE VALOR FRENTE A LA DEFORESTACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	71
4.2.1.	Condiciones meteorológicas del Distrito La Florida	71
4.2.2.	Extensión en hectáreas de bambú Distrito La Florida	72
4.2.3.	Edad de la plantación	72
4.2.4.	Formas de siembra	72
4.2.5.	Labores culturales que realizan en las plantaciones de bambú	73
4.2.6.	Producción de bambú en el distrito de La Florida.....	74
4.3.	ANALISIS DEL SUELO DEL DISTRITO DE LA FLORIDA	75
4.3.1.	Análisis de fertilidad	75
4.3.2.	Análisis textural del suelo Florida	75
4.3.3.	Caracterización microbiológica del suelo	76
4.3.4.	Herramientas utilizadas en las plantaciones	79
4.3.5.	Cosecha	79
4.3.6.	Asistencia técnica	80
4.3.7.	Costos de producción.....	81
4.3.7.1.	Costos de producción de vivero de bambú <i>Guadua angustifolia</i>	81
4.3.7.2.	Costos de una plantación de bambú <i>Guadua angustifolia</i>	81
4.3.8.	Costos de mantenimiento	84
4.3.9.	Costos de las actividades de cosecha.....	84
4.3.10.	Costos de producción total	85

4.3.11	Comercialización de bambú	86
4.3.12	Comercialización de chusquines	86
4.3.13	Comercialización de la caña en sus diferentes presentaciones.....	86
4.3.14	Corte en chacra	87
4.3.15	Venta junto a la junto a la carretera	87
4.3.16	Venta en la ciudad.....	87
4.4.	ANÁLISIS FODA	88
4.5.	ANÁLISIS DE LAS VENTAJAS QUE TRAERÍA LA CADENA DE VALOR FRENTE A LA DEFORESTACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO - CADENA DE VALOR	89
4.5.1.	Identificación de eslabones de la cadena productiva del bambú	89
4.6.	PRUDUCCION DE BIOCHAR Y CARACTERIZACIÓN DEL BAMBÚ Y DEL BIOCHAR DE BAMBÚ	92
4.6.1.	Rendimiento del biochar producido	92
4.6.2.	Caracterización físico química del bambú y del biochar	93
4.6.2.1.	Análisis lignocelulosico del bambú	93
4.6.2.2.	Análisis físico del bambú y del biochar de <i>Guadua Angustifolia</i> Kunth.....	94
4.6.2.3.	Análisis químico elemental	95
4.6.2.4.	Análisis termo gravimétrico	96
4.6.2.5.	Análisis de a recalcitrancia de biochar de bambú.....	97
4.6.2.6.	Análisis químico del biochar	97
4.6.2.7.	Microscopia electrónica del bichar de bambú <i>Guadua</i> <i>angustifolia</i>	98
4.6.2.8.	Análisis de difracción de rayos X.....	98
4.6.3.	Bioensayos de la toxicidad	99
V.	CONCLUSIONES	102
VI.	RECOMENDACIONES	103
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	104
VIII.	ANEXOS	131
8.1.	Encuesta socio económica La Florida	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Significado de símbolos de flujograma	13
Tabla 2. Características de bambúes leñosos y herbáceos	16
Tabla 3. Distribución de bosques de bambú en el mundo.....	18
Tabla 4. Clasificación de especies de bambú en el Perú.....	20
Tabla 5. Distribución de las superficies en hectáreas de bambú	22
Tabla 6. Producción promedio de tallos de <i>Guadua angustifolia</i> en la región Piura	25
Tabla 7. Taxonomía del bambú	27
Tabla 8. Componentes de la biomasa lignocelulósico	32
Tabla 9. Composición química de los biocarbones en función de la temperatura.	39
Tabla 10. Características texturales de los biocarbones obtenidos en función.....	41
Tabla 11. Definiciones operacionales	44
Tabla 12. Relación de análisis y metodología usada en la caracterización del suelo	51
Tabla 13. Concentraciones del extracto de biochar	53
Tabla 14. Condiciones meteorológicas del Distrito La Florida, Provincia	71
Tabla 15. Análisis de fertilidad de los suelos de las plantaciones de bambú	75
Tabla 16. Caracterización del suelo	76
Tabla 17. Caracterización del suelo	76
Tabla 18. Caracterización del suelo	76
Tabla 19. Caracterización microbiológica del suelo	77
Tabla 20. Comunidades microbiológicas del suelo	78
Tabla 21. Calidad de las cañas de bambú (<i>Guadua angustifolia</i>)	80
Tabla 22. Costos de producción de vivero de bambú (<i>Guadua angustifolia</i>).....	81
Tabla 23. Costos de una plantación de una hectárea de bambú (<i>Guadua angustifolia</i>) distanciamiento 4x4	82
Tabla 24. Costos de una plantación de 1 hectárea de bambú (<i>Guadua angustifolia</i>) distanciamiento 6x6	83
Tabla 25. Costos de mantenimiento de una hectárea de bambú.....	84
Tabla 26. Costos de las actividades para cosechar bambú	85
Tabla 27. Costo total de la producción	85
Tabla 28. Análisis FODA.....	88
Tabla 29. Rendimiento del biochar de bambú a diferentes temperaturas	92

Tabla 30. Análisis de la composición lignocelulósico del bambú <i>Guadua</i>	93
Tabla 31. Análisis Físico del bambú <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.....	94
Tabla 32. Análisis químico elemental del bambú y del biochar de bambú <i>Guadua angustifolia</i> Kunth.....	95
Tabla 33. Análisis Termo gravimétrico – TGA (Proximal) del bambú <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	96
Tabla 34. Recalcitrancia del biochar de bambú.....	97
Tabla 35. Análisis químico del biochar.....	97
Tabla 36. Resumen de indicadores de bioensayos de toxicidad del biochar de bambú <i>Guadua angustifolia</i>	99
Tabla 37. Sexo de la población entrevistada	133
Tabla 38. Sexo de la población entrevistada	134
Tabla 39. Lugar de nacimiento de la población entrevistada	134
Tabla 40. Ingreso familiar	134
Tabla 41. Rango por residencia de la población entrevistada	135
Tabla 42. Nivel de instrucción de la población entrevistada.....	135
Tabla 43. Ocupación de la población entrevistada	135
Tabla 44. Estado civil de la población entrevistada.....	136
Tabla 45. Población entrevistada con hijos	136
Tabla 46. Número de hijos de la población entrevistada	136
Tabla 47. Porcentaje de miembros embarazadas de la población entrevistada.....	136
Tabla 48. Atención prenatal de la población entrevistada	137
Tabla 49. Miembros migrantes de la población entrevistada.....	137
Tabla 50. Motivo de migración	137
Tabla 51. Tipo de ocupación	137
Tabla 52. Población dedicada a ambas actividades	138
Tabla 53. Tierras trabajadas	138
Tabla 54. Extensión de tierras	138
Tabla 55. Hectáreas sembradas	138
Tabla 56. Hectáreas de descanso	139
Tabla 57. Título de propiedad	139
Tabla 58. Tipo de título de propiedad	139
Tabla 59. Fuente de agua para actividad agropecuaria	139

Tabla 60. Nombre de la fuente	139
Tabla 61. Tipo de riego	140
Tabla 62. Asistencia técnica	140
Tabla 63. Institución a cargo de la asistencia técnica	140
Tabla 64. Herramientas utilizadas	140
Tabla 65. Recurso natural.....	140
Tabla 66. Recurso natural utilizado	141
Tabla 67. Actividades económicas	141
Tabla 68. Oficio actual.....	141
Tabla 69. Test de toxicidad	142
Tabla 70. Resultados del índice de germinación con relación a los tallos	143
Tabla 71. Resultados del índice de germinación con relación a la raíz	144
Tabla 72. Resultados del % de inhibición con relación al tallo.....	145
Tabla 73. Resultados del % de inhibición con relación a la raíz	146

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Guía Metodológica para el análisis de cadenas productivas	9
Figura 2. La cadena productiva de bambú en Costa Rica	10
Figura 3. La Cadena Genérica de Valor.....	11
Figura 4. Evolución y partes del bambú.....	14
Figura 5. Anatomía del bambú	15
Figura 6. Morfología de los rizomas a) Rizomas paquimórfo b) Rizoma leptomorfo ...	15
Figura 7. La distribución del bosque de bambú.....	17
Figura 8. Mapa de distribución natural de bambú en el Perú	21
Figura 9. Zonas de mayor producción de bambú en el Perú	23
Figura 10. Producción nacional de bambú periodos 1980 – 2013.....	24
Figura 11. Plantación de bambú (<i>Guadua angustifolia</i>).	26
Figura 12. Composición de los residuos sólidos (%).	30
Figura 13. Sistematización del proceso de pirólisis.	32
Figura 14. Dependencia de la temperatura en la formación de la estructura del Biochar	40
Figura 15. Resumen de los principales efectos del biochar sobre las características del suelo.	42
Figura 16. Mapa de ubicación del Distrito de la Florida región Cajamarca.	47
Figura 17. Determinación de la humedad del residuo de bambú.	49
Figura 18. Equipo calorimétrico	50
Figura 19. Esquema del análisis lignocelulósicos	51
Figura 20. TLCP 1311: Procedimiento de caracterización toxicológica	52
Figura 21. Esquema de producción de una tablilla de bambú <i>Guadua angustifolia</i>	55
Figura 22. Materias primas seleccionados para la producción de Biochar	56
Figura 23. Hornos pirolíticos para la producción de biochar	57
Figura 24. Producción del biochar de bambú	59
Figura 25. Sexo de los productores de bambú (<i>Guadua angustifolia</i>)	60
Figura 26. Edad y sexo de los productores de bambú (<i>Guadua angustifolia</i>) en el Distrito La Florida	61
Figura 27. Estado civil de los pobladores del Distrito La Florida	61
Figura 28. Ingreso mensual familiar (S/.) de los pobladores del Distrito La Florida	62

Figura 29. Lugar de nacimiento de los pobladores del Distrito La Florida	63
Figura 30. Ocupación principal de los pobladores del Distrito La Florida	63
Figura 31. Nivel de instrucción del Distrito La Florida	64
Figura 32. Capacitación de los pobladores del Distrito La Florida	64
Figura 33. Motivo de la migración de los pobladores del Distrito La Florida, Provincia San Miguel, Región Cajamarca, 2017	65
Figura 34. Parentescos del migrante de los pobladores del Distrito La Florida	65
Figura 35. Rango de edad del migrante de los pobladores del Distrito La Florida, Provincia San Miguel, Región Cajamarca, 2017	66
Figura 36. Sexo del migrante de los pobladores del Distrito La Florida, Provincia San Miguel, Región Cajamarca, 2017	66
Figura 37. % de productores de bambú (<i>Guadua angustifolia</i>) por actividades económicas complementarias del Distrito La Florida	67
Figura 38. Extensión de parcelas de los pobladores del Distrito La Florida	68
Figura 39. hectáreas sembradas del Distrito La Florida	68
Figura 40. Título de propiedad de los pobladores del Distrito La Florida	69
Figura 41. Promedio de área sembrada por lugar (ha) de los pobladores	69
Figura 42. Productos agrícolas del Distrito La Florida	70
Figura 43. Fuentes de agua del distrito de La Florida	70
Figura 44. Vivero de chusquines de bambú <i>Guadua angustifolia</i> en el Distrito La Florida, Provincia San Miguel	73
Figura 45. Hojas caulinares del bambú <i>Guadua angustifolia</i> en el Distrito La Florida, Provincia San Miguel	74
Figura 46. a Culmos cosechados listos para su embarque b) Embarque de culmos de bambú <i>Guadua angustifolia</i> en el Distrito La Florida, Provincia San Miguel	74
Figura 47. Herramientas utilizadas en los cultivos por los agricultores	79
Figura 48. Asistencia técnica recibida por los pobladores del Distrito La Florida	80
Figura 49. Comercialización de chusquines de bambú del Distrito La Florida	86
Figura 50. Ciclo de venta del bambú	87
Figura 51. Cadena de valor del bambú <i>Guadua angustifolia</i> en el Distrito de La Florida	90
Figura 52. Microscopia electrónica del biochar de bambú <i>Guadua angustifolia</i>	98
Figura 53. Difractograma de rayos X del biochar de bambú <i>Guadua angustifolia</i>	99

Figura 54. Índice de germinación de semillas de <i>lactuca sativa</i> en extractos de biochar	100
Figura 55. Relación del índice de crecimiento vs concentración de biochar	100
Figura 56. Relación del índice de crecimiento vs concentración de biochar	101
Figura 57. Acondicionamiento de la muestra (Extracción de aceites y grasas) - Extracción con solvente - Metodología ASTM D1105-07	131
Figura 58. Determinación de Lignina por el método Klason	132
Figura 59. Determinación de celulosa.....	132
Figura 60. Determinación de Holocelulosa	133

RESUMEN

La investigación realizada tuvo como objetivo evaluar la cadena de valor de la especie forestal bambú *Guadua angustifolia* como alternativa a la deforestación, en la Florida (Cajamarca) localizada en la región nor oriente del Perú, para ello se realizó el diagnóstico socio económico del distrito de La Florida, ubicada en el departamento de Cajamarca, mediante encuestas por conveniencia. Con esta información, se determinó la cadena de valor del bambú (*Guadua angustifolia* Kunth), y se realizó la elaboración de biocarbón (biochar) a partir de los residuos de la producción de tablillas de bambú, industria generadora de grandes cantidades de material de descarte del orden de un 86.7 por ciento del tipo lignocelulósico en sus diferentes etapas como son: despunte, corte, pulido y latillado, cuya mala disposición en las zonas productoras genera contaminación visual y costos en la disposición final de residuos a un relleno sanitario. Ante esto, la pirólisis surge como el mejor tratamiento y valorización de estos residuos que se generan en las zonas de transformación del bambú, para la producción de biochar, valorizando estos residuos como una enmienda del suelo, dando cumplimiento al D.L 1501. Los resultados del diagnóstico socioeconómico indican que la población presenta bajos ingresos y alta migración de la población juvenil, por la falta de oportunidades laborales, observándose una población envejecida en la zona de bajos recursos. Encontrándose en la caracterización del bambú *Guadua angustifolia* altos contenidos de compuestos lignocelulósico y con este material la producción de biochar dio un rendimiento de 28 por ciento asimismo los resultados de caracterización indican que ha medida que se incrementa las temperaturas de 340, 400 y 530 °C el pH se incrementa, así como su capacidad de intercambio catiónico. Se concluye con los resultados obtenidos que el bambú presenta contenidos importantes de biomoléculas (celulosa, hemicelulosa y lignina) y que a temperatura alta (530°C) las propiedades básicas del biochar se incrementan. Con respecto a la toxicidad los resultados del test de crecimiento de la lechuga indican que la mejor concentración presentada es el de 3.725 por ciento de biochar.

Palabras claves: enmienda, pH, suelo, propiedades físicas, contenido lignocelulosico.

ABSTRACT

The objective of the research carried out was to evaluate the value chain of the *Guadua angustifolia* bamboo forest species as an alternative to deforestation, in Florida (Cajamarca) located in the northeastern region of Peru, for which the socio-economic diagnosis of the district of La Florida, located in the department of Cajamarca, through convenience surveys. With this information, the value chain of bamboo (*Guadua angustifolia* Kunth) was determined, and the production of biochar (biochar) was carried out from the residues of the production of bamboo slats, an industry that generates large amounts of discarded material. of the order of 86.7 percent of the lignocellulosic type in its different stages such as: blunting, cutting, polishing and brazing, whose poor disposal in the producing areas generates visual contamination and costs in the final disposal of waste to a sanitary landfill. Given this, pyrolysis emerges as the best treatment and valorization of these residues that are generated in the bamboo transformation zones, for the production of biochar, valorizing these residues as a soil amendment, complying with D.L 1501. The results of the Socioeconomic diagnosis indicates that the population has low income and high migration of the youth population, due to the lack of job opportunities, observing an aging population in the low-income area. Finding in the characterization of the bamboo *Guadua angustifolia* high contents of lignocellulosic compounds and with this material the production of biochar gave a yield of 28 percent, likewise the characterization results indicate that as the temperatures of 340, 400 and 530 °C have increased the pH increases, as well as its cation exchange capacity. It is concluded with the results obtained that bamboo has important contents of biomolecules (cellulose, hemicellulose and lignin) and that at high temperature (530°C) the basic properties of biochar increase. Regarding toxicity, the results of the lettuce growth test indicate that the best concentration presented is 3.725 percent biochar.

Keywords: amendment, pH, soil, physical properties, lignocellulosic content.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento desmedido de la población humana demanda grandes cantidades de recursos naturales conllevando a la deforestación de los bosques por la explotación poco sostenibles de estos recursos, siendo las actividades antropogénicas más comunes la minería, la agricultura migratoria y la tala ilegal de especies maderables que generan la degradación de los suelos por erosión por la falta de cobertura de estos, ocasionando pérdidas irreparables de la biodiversidad del bosque y de la oportunidad de brindar servicios eco sistémicos a la comunidad. Informes como de Stern (2007) e IPCC (2010) indican que la deforestación y la degradación de los bosques contribuyen al cambio climático por que representan el 18 a 20 por ciento de las emisiones globales anuales de dióxido de carbono (CO₂) a la atmósfera, lo cual implicaría riesgos económicos significativos a nivel mundial, siendo los países en desarrollo los más vulnerables; por ello, en el año 2007, se declaró que la Reducción de las Emisiones por la Deforestación y Degradación Forestal (REDD) debe incluirse como una importante opción de mitigación ante el cambio climático. Así por ejemplo, el departamento de Cajamarca es una zona que presenta una gran biodiversidad natural; sin embargo, la deforestación de estas zonas se incrementa en el ejercicio de una inadecuada actividad agropecuaria migratoria donde luego de tres a cuatro años se abandona una zona; sólo en el año 2017, se registraron 155 914 hectáreas deporestadas en el Perú (Actualidad Ambiental [SPDA] 2018). Suarez de Freitas (2016) sostiene que es posible transformar la deforestación, en una gran oportunidad para el desarrollo sostenible de las zonas devastadas alineándolas con el crecimiento verde, a sí mismo Sanhueza (2012) indica que mediante el uso de mecanismo REDD+ se pueden ofrecer incentivos suficientes para la restauración de los bosques, lo que dependerá del precio internacional de los certificados de carbono, del tipo de cambio en el uso de la tierra y de los tipos de costos del mecanismo que cada país decidirá para reducir sus emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) que son fondos destinados a contribuir a la disminución de estas altas tasas de deforestación y degradación, gestión sostenible de estos recursos naturales y aumento de las reservas de carbono. Una alternativa a la deforestación y mitigación del cambio climático es el uso de especies forestales de rápido crecimiento como es el bambú.

En el Perú se han identificado regiones consumidoras y productoras de bambú ubicadas en las zonas Nororiente y Selva Central del país enfocado a una sola especie, *Guadua angustifolia*; así mismo, las importaciones de bambú, que provienen de Ecuador, corresponden a la misma especie. A pesar de la gran demanda del bambú en el mercado local, no se tiene conocimiento de la magnitud del movimiento comercial, ni la potencialidad del producto en el sector ni el impacto económico que generaría el manejo de este recurso; sin embargo, se estima que sí hay muchos beneficiarios del recurso en el comercio y producción de bambú. Además, en el Perú, las referencias señalan que hay varias especies de bambú, aunque de muchas de ellas no hay estudios ni se conocen sus propiedades; por lo tanto, se señala que hay un pleno desconocimiento de la biodiversidad del bambú en el Perú, siendo sub utilizada con la elaboración de productos de poco valor agregado, no existiendo un desarrollo tecnológico apropiado. Así mismo, en la producción y el comercio del bambú y sus derivados, no están identificados los actores que intervienen en la cadena de producción.

Otro punto importante a considerar, es que toda actividad agroindustrial genera grandes volúmenes de residuos sólidos orgánicos. En el caso de la elaboración de las tablillas de bambú se ha determinado la generación de 86.5% de material de descarte de tipo orgánico, los cuales deben ser adecuadamente manejados como lo establece el Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario, D.S016-2012-AG así como el D. L 1501 que modifica a la Ley de gestión integral de residuos sólidos (D.L 1278) siendo el productor de los residuos responsable de su destino, por ello se ha considerado la valorización de estos residuos con la producción de biochar con estos materiales de descarte con la finalidad de usarlo como enmienda para los suelos de la zona, cuyo acceso es lejano y dificultoso.

Por ello, este trabajo tiene el siguiente objetivo general: evaluar la cadena de valor de la especie forestal bambú *Guadua angustifolia* como alternativa a la deforestación, en la Florida (Cajamarca) localizada en la región nor oriente del Perú, y como objetivos específicos: 1) Realizar el diagnostico socioeconómico de la zona productora de la Florida (Cajamarca) para caracterizar los factores que permitan a los pequeños productores producir o no bambú para la comercialización. 2) Analizar las ventajas que traería la cadena de valor frente a la deforestación en la zona de estudio. 3) Tratar los residuos por medio de un proceso de pirolisis lenta obteniendo biochar.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CADENA DE VALOR DEL BAMBÚ EN EL PERÚ

2.1.1. Antecedentes

A nivel mundial, el bambú ha sido estudiado ampliamente, siendo Asia el continente en donde se han realizado las mayores investigaciones del bambú cuyas aplicaciones socioeconómicas ha, permitido potenciar este recurso en el mercado. En el año 2000 las exportaciones de bambú de China excedieron 600 millones de dólares (Londoño 2001), siendo el principal proveedor de bambú a nivel mundial, por presentar más del 50 por ciento de la oferta, seguido de Indonesia (5 por ciento) y Taiwán (3 por ciento) y países del mercado europeo como España y Bélgica que cubren el 6 por ciento de la oferta. Otros mercados son: Nepal, Vietnam, Alemania, Usa, Myanmar, Holanda, Reino Unido, Bangladesh, Italia (16 por ciento) entre otros como lo indica el (Centro de Información e Inteligencia Comercial [CORPEI] 2005). En el caso de Latinoamérica, no se ha considerado al bambú de importancia para la economía local, con excepción de países como Brasil, Colombia y Ecuador, donde este recurso se ha desarrollado ampliamente adquiriendo importancia para las economías locales, sobre todo en el sector de la construcción (Red Internacional del Bambú y Ratán [INBAR] 1999).

En el caso del Perú la cadena de valor del bambú es poco desarrollada a pesar que se han encontrado evidencias de la presencia de bambú hace miles de años, sin embargo ha sido sub utilizado limitándolo solo a la construcción de estructuras precarias como cercos, vigas, techos, postes de luz, restaurantes rústicos y artesanía local en general, sin mayor desarrollo de productos. Barnet y Jabrane (2014) afirman que la cadena de valor del bambú en el Perú se encuentra en un ciclo vicioso por presentar una oferta de materiales de baja calidad por ser poco rentable y por tener personal poco calificado (ingenieros, arquitectos) lo que ha propiciado construcciones de baja calidad, dándole una pésima imagen como material de construcción, haciéndolo poco atractivo para los consumidores. Sin embargo, Añazco y Rojas (2015) indicaron que el bambú “aporta significativamente a la economía rural y genera divisas por los procesos industriales y comerciales de una cantidad importante de productos

y subproductos que se exportan”. (p.7). Desde otro lado el bambú ha sido visto como un material marginal asociado a poblaciones pobres en el Perú, por ello este biomaterial no ha tenido el desarrollo tecnológico a diferencia de otros países como Colombia, Ecuador y Brasil, a pesar de la presencia de diferentes variedades de bambú tanto nativas como introducidas que presentan alta capacidad auto regenerativa, como el bambú *Guadua angustifolia*, cuya característica es su gran velocidad de crecimiento y poco tiempo para alcanzar la madurez (5 años), estas características hacen que este recurso represente una gran oportunidad para complementar iniciativas de desarrollo sostenible, puesto que es un recurso complementario para los medios de vida de los pequeños productores rurales (INBAR 1999; Morales 2002).

Barnet y Jabrane (2017) también indican que el Perú cuenta, con gran cantidad de bambusales a nivel nacional con diferentes especies nativas e introducidas, que podría ser aprovechado, siendo la especie más demandada el bambú *Guadua angustifolia* llamada comúnmente caña Guayaquil, dado que proviene de Ecuador; así, el CORPEI (2005) reportó que el Perú en el año 2005 importó 12 000 000 millones de cañas de *Guadua angustifolia*, significando el 93 por ciento de las importaciones de Ecuador hacia el Perú. Barnet y Jabrane (2017) también afirman que a pesar que la cadena productiva se ha incrementado aún se sigue importando bambú de Ecuador de forma masiva e informal debido a que las grandes extensiones (400,000 ha) naturales de bambú en Perú se encuentran ubicados especialmente en la Amazonia en zonas inaccesibles y distantes que requieren atravesar la cordillera de los Andes para abastecer los mercados de la costa como Lima y Trujillo (Añazco 2013).

Con respecto a los estudios de la cadena de valor del bambú son pocos los trabajos realizados sobre este tema en el Perú, por lo que los antecedentes se basan en trabajos técnicos y de cadena de valor de otras zonas dentro y fuera del país. Añazco y Rojas en el 2015 publicaron el Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú (*Guadua angustifolia*) en Perú, donde indican que: “El bambú se presenta en las zonas de producción como una importante fuente de empleo temporal, mejorando de esta manera los ingresos locales y generando empleo para jóvenes y mujeres”. (p. 127), Fuentes (2018) indica también que la cadena de valor del bambú en el Perú se encuentra poco desarrollada y Añazco y Rojas (2015) catalogan como inequitativa la cadena de comercialización del bambú debido a que los pequeños productores y los consumidores finales son los más afectados por la

informalidad de la cadena; debido a que los primeros reciben un porcentaje menor del precio final y los usuarios finales, los que asumen el mayor precio.

Otro autor Janko (2018) afirma que: “el bambú enfrenta prejuicios por parte de la población y marcos regulatorios enfocados en los recursos forestales tradicionales”. (P.37). Sin embargo, en la actualidad se ha avanzado en la parte normativa lo que fortalece a la cadena de valor del bambú.

2.1.2. Marco Normativo

Para el desarrollo de la cadena de valor del bambú, las distintas instituciones han aprobado el siguiente marco normativo:

- Resolución Ejecutiva Regional N°068 – 2020-GR- JUNIN/GR, que reconoce la Mesa Técnica de Junín
- Ordenanza regional N° 005-2020-GRSM/CR: priorización de la cadena productiva del bambú y su industrialización en la Región San Martín
- Resolución Ejecutiva Regional N°534 -2019 068-GRSM/Gr: Contribuye y garantiza el fortalecimiento del desarrollo integral de la cadena de valor del bambú en la región San Martín
- Decreto Supremo N°004-2008-AG, Declaran de Interés Nacional la Instalación de Plantaciones de Caña Brava y Bambú.
- Resolución Ministerial N°0521-2008-AG, Aprueban Planes Nacionales de Promoción de la Caña Brava y Bambú.
- Resolución Gerencia General Regional N°147-2018- Gobierno Regional de Piura – GGR: Promover y lograr el desarrollo integral y sostenible de la cadena productiva del bambú en el ámbito departamental de Piura
- Declarar de prioridad la producción y uso sostenible del cultivo de bambú (*Guadua angustifolia*) y construcción en (San Juan de Bigote) en el departamento de Piura:
 - Ordenanza municipal N° 04 -2018/MDSJB
 - Ordenanza municipal N° 04 -2018/MDY-A
 - Ordenanza municipal N° 05 -2018/MDU-A
- Acuerdo de Consejo Regional N°1074-2014/GRP-Cr: Priorizar y seleccionarla cadena productiva del bambú (caña de Guayaquil) en la Región Piura- “Proyecto

“Provisión de los servicios de apoyo a la cadena productiva del bambúes Alto Piura, distrito de Yamango, Lalaquiz, San Juan de Bigote y Canchaque, en las provincias de Morropón y Huancabamba – Piura código SNIP 279542.

- Decreto Supremo N°011-2012-Vivienda. Incorporación de la norma técnica E100 “Bambú” al reglamento nacional de edificaciones.
- Plan Nacional de Promoción del Bambú 2008-2020 – MINAGRI: objetivos generales, “promover el desarrollo de plantaciones de bambú, en el territorio nacional bajo un enfoque de sostenibilidad socioeconómica y ambiental, contribuyendo a la mejora de las condiciones de vida del poblador rural, la equidad de género, la lucha contra la pobreza y el combate contra la tala ilegal, la deforestación y el desarrollo de los cultivos de productos ilícitos.” (Ministerio de Agricultura 2008).
- Norma de Edificación E100 Bambú. 2007, que regula las construcciones con bambú a nivel nacional. A partir de esta norma se legaliza el uso del bambú (con énfasis en *G. angustifolia*) en las construcciones y se puede incluir su uso en los programas gubernamentales de apoyo y acceso a la vivienda (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento 2012).

Este marco normativo se ha podido lograr debido a que, a partir del año 2012, se han establecido Mesas Técnicas en las regiones (Lambayeque y Piura), las cuales están conformadas por las gerencias de los gobiernos regionales, ONGs, productores, universidades, empresas privadas y programas del estado, las cuales han sido promovidas por INBAR Añazco y Rojas (2015), siendo las principales actividades del INBAR con respecto al bambú la: promoción, capacitación y desarrollo de proyectos pilotos que han permitido consolidar el sector (Barnet y Jabrane 2017). Así las mesas técnicas en conjunto con los Gobiernos Regionales tienen como objetivo gestionar políticas regionales, articular iniciativas que promueven el manejo y uso del bambú, así como el Programa Nacional Sierra Exportadora que da soporte a las iniciativas locales en el manejo y uso del bambú a través de su Programa Nacional de Innovación e Industrialización del Bambú (Añazco y Rojas 2015), así las ONGs Progreso (Piura) y Cicap (Lambayeque) asociadas con el INBAR han desarrollado capacidades en las zonas productoras del manejo sostenible del bambú *Guadua Angustifolia* con las comunidades campesinas de las regiones permitiendo ofrecer al mercado un producto de calidad que cumple con los criterios mínimos de la Norma de Edificación E100 Bambú (Barnet y Jabrane 2017).

Se debo mencionar que la Universidad Nacional Agraria La Molina, ha jugado un rol muy importante en el desarrollo de la Cadena de valor del bambú, por medio del desarrollo de investigación científica de bambúes nativos e introducidos como la Guadua y la difusión técnica y científica realizada desde el 2006 que inicio el proyecto “Círculo de investigación para el desarrollo de la cadena de valor del bambú para el desarrollo científico tecnológico” dentro del convenio de financiamiento N° 174-2015-FONDECYT.

Así mismo en el año 2018 se realiza el I Congreso Binacional Perú-Ecuador en la Universidad de Piura, donde participaron productores, comercializadores, arquitectos así como la academia de ambos países. El uso del bambú se ha incrementado por la demanda que realizan los arquitectos, diseñadores de interiores debido a la gran difusión de este biomaterial por los organismos de gobierno como es SERFOR en colaboración con el INBAR, que ha permitido que tanto los productores como los constructores vean su potencial económico y de uso, ejemplo de ello se tiene que para el sector construcción se encuentra al bambú como varillas de 6 calidades, dependiendo el uso a darse por ejemplo, las varillas de primera calidad tienen un diámetro de 25 cm, y son usadas para la construcción, Así mismo puede encontrarse el bambú sin preservar y preservada o chancada. Al tener el bambú un preservado adquiere mayor valor y durabilidad, lo que permite tener mejores ingresos a los productores, revalorizando a este material. En el año 2012 se aprobó la norma técnica E.100 que da los lineamientos técnicos obligatorio tanto para el diseño como para construcción de edificaciones sismo resistentes con bambú, mediante Decreto Supremo N° 011-2012-VIVIENDA.

Con respecto al Distrito de la Florida en el año 2019 Camacho y De la Cruz (2019), presentaron un diagnóstico situacional de la producción de bambú (*Guadua angustifolia k.*) en el distrito la Florida, que ha permitido conocer que este distrito presenta una gran fortaleza en la producción de bambú *Guadua angustifolia*, identificando que para el desarrollo de la cadena de valor es importante mejorar las carreteras de penetración para una rápida entrega del bambú a los centros de comercialización. A pesar de ello la cadena productiva nacional se ha ido incrementando: con la ayuda de la Red Internacional del Bambú y Ratán (INBAR), que viene apoyando en conjunto con el estado, la difusión a nivel nacional de las bondades del bambú; así mism,o ONGs como el PROCAP y las universidades quienes han apostado por dicho material, generando experiencias positivas y transferencia de conocimiento. En particular se puede citar la Red Internacional del Bambú y Ratán (INBAR), a la cual

pertenece el Perú como país fundador, cuyas acciones de capacitación, promoción y ejecución de proyectos pilotos han permitido consolidar el sector en sociedad con ONGs locales. Paralelamente, se han desarrollado capacitaciones y experiencias de manejo sostenible de la *Guadua angustifolia* con comunidades campesinas que se han vuelto capaces de ofrecer al mercado un producto de calidad que responde a los criterios mínimos de la norma y que en la actualidad constituye un recurso natural renovable, de múltiples usos y productos, desarrollados en países como China, Colombia, Ecuador entre otros. Sin embargo, en el Perú la población rural desconoce los múltiples usos que pueden darse a esta especie tanto a nivel artesanal como industrial. Así mismo el cultivo del bambú permitirá la recuperación de los suelos degradados, de la fauna y flora silvestre de los bosques deforestados. Es por ello importante fortalecer el conocimiento de la propagación de esta especie a gran escala de manera sostenible, promoviendo su cadena de valor (MINAG 2011). Desde el punto de vista medioambiental y de eficiencia energética, es reconocido por poseer un gran potencial para ser utilizado como fuente de energía en los lugares donde se produce, sin embargo a pesar de su bajo costo de producción y alta tasa de reposición, gran parte de esta importante materia prima se pierde en los rodales o queda como desecho del sector de construcción (Prías 2009).

La cadena de valor del bambú en Perú abarca una serie de actores, entre ellos productores, que poseen plantaciones de bambú cuyo tamaño varía; entidades públicas, ONGs, comerciantes y consumidores; el área total de bambú en el Perú para el año 2019 es de 1030.79 hectáreas como lo reporta el SERFOR.

El bambú es considerado un recurso amigable con el ambiente, ya que contribuye a la disminución de la presión sobre los bosques debido a que es un sustituto directo de muchos productos de madera. El bambú favorece la conservación del agua, suelo y biodiversidad. En la actualidad, existen investigaciones para determinar su potencial en el secuestro de carbono (Londoño 2001). Estas investigaciones son incentivadas por las altas tasas de crecimiento del bambú; resultados preliminares demuestran que es capaz de alcanzar volúmenes de biomasa hasta dos veces más que árboles de rápido crecimiento y en la mitad del tiempo.

Pese a su gran potencial, la información acerca del bambú en Perú y en especial en la zona de La Florida se enfoca principalmente en estudios de propagación asexual, así como

estudios de identificación de especies nativas en determinadas zonas, biofísicos y algunos usos domésticos. Las investigaciones socioeconómicas relacionadas al bambú son muy escasas y se desconoce el rol que juega el bambú en el ingreso del hogar de los productores y si favorece a sus medios de vida en general.

Siendo objeto de estudio la zona de la Florida se requiere determinar importancia actual y potencial de este recurso para los pobladores de La Florida, información sobre la demanda de este material para su transformación y comercialización, y la identificación de los diferentes actores involucrados en toda la cadena.

2.1.3. Cadena productiva

Álvarez *et al.* (2011) mencionan que este concepto es usado hace décadas orientando el trabajo en diferentes países, siendo desarrollado en los años 70 en Europa permitiendo mejorar la competitividad de productos como leche, carne, vino, etcétera promoviendo políticas sectoriales consensuadas entre los diferentes actores de la cadena. El análisis de cadenas es solo una herramienta de análisis que permite identificar los principales puntos críticos que frenan la competitividad de un producto, para luego definir e impulsar estrategias concertadas entre los principales actores involucrados. A continuación en la siguiente Figura 1, se muestra la interacción de los diferentes actores que participan en la cadena productiva.

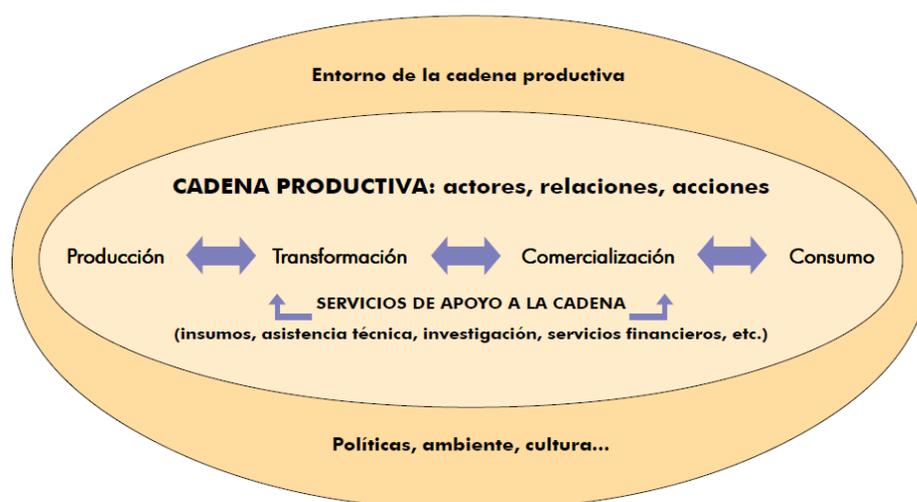


Figura 1: Guía metodológica para el análisis de cadenas productivas

Fuente: Van der Heyden y Camacho (2004)

Añasco y Rojas (2015) definen que la cadena productiva es “un sistema construido por actores y de operaciones involucradas en la producción, la transformación y la distribución de un producto considerando el entorno socioeconómico” (p. 47). Por lo tanto, una cadena se refiere a “una concatenación de procesos donde intervienen diferentes actores que propician una serie de relaciones y ejecutan una serie de acciones, las cuales permiten realizar una actividad agrícola específica en un espacio territorial determinado” (Añasco y Rojas, 2015, p.2015). Lo que normalmente se encuentra en el mercado es una Cadena “Productiva” con relaciones existentes entre actores individuales en distintos eslabones, donde se transforma un producto o servicio terminado. Cuando esta relación se convierte en una colaboración estratégica entre eslabones y sus varios actores para el beneficio mutuo, aplica el término de “Cadena de Valor” (Agencia de Desarrollo Económico virtual, s.f.).

2.1.4. Cadena productiva de actividades silvícolas.

Las actividades silvícolas emplean técnicas para el manejo forestal (bosques, selvas o montes y también, por extensión) se observa en la Figura 2. con el objetivo de obtener una producción continua de bienes y servicios demandados por la sociedad (Bada y Rivas 2009).

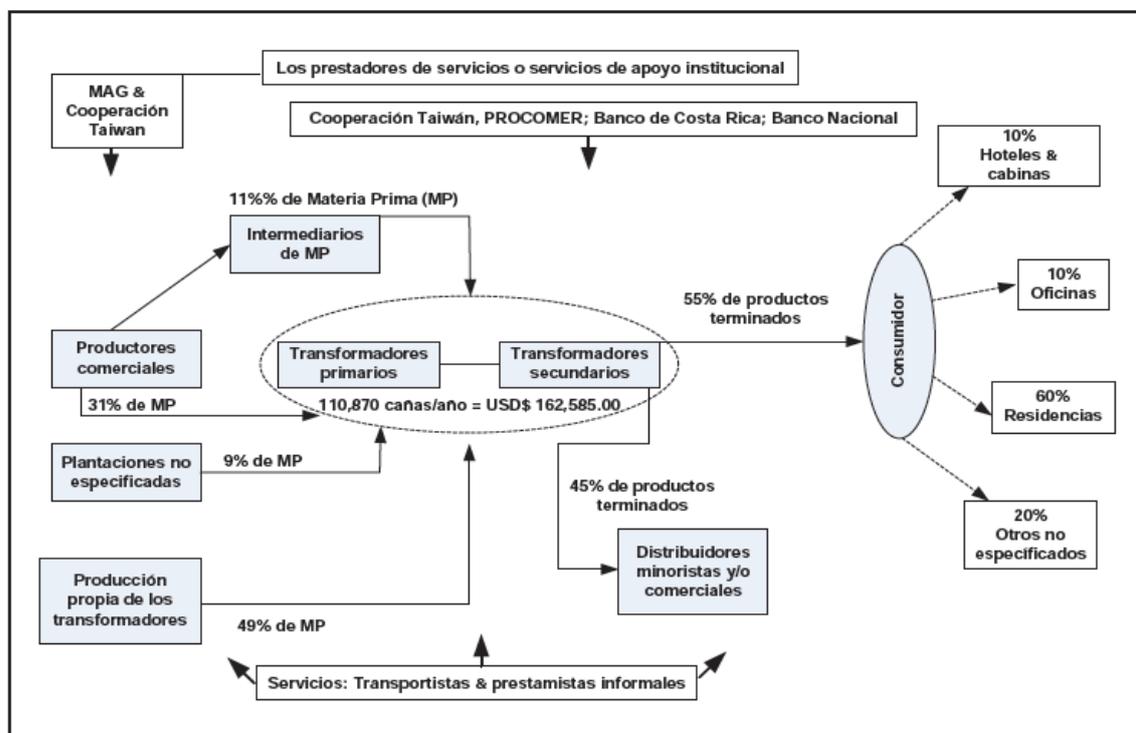


Figura 2: La cadena productiva de bambú en Costa Rica

Fuente: Bada y Rivas (2009)

En el Perú la cadena de valor del bambú sigue el modelo de la cadena productiva de Costa Rica (Figura 3) tal como lo indica Derás (2003), en donde la dimensión horizontal al interior de cada eslabón predomina la dispersión geográfica y la acción individual de los actores, así como que no existen mecanismos de articulaciones entre los actores (comunicación, intercambio o cooperación). Y en la dimensión vertical de la cadena las interacciones entre los diferentes eslabones no van más allá de un traspaso de materia prima de productos de un eslabón a otro. Es por ello que los costos de transacción de la cadena del bambú son elevados afectando la eficiencia de la cadena productiva, lo cual limita las actividades de los productores, tanto intermediarios, transformadores, distribuidores y consumidores por consiguiente resta la competitividad de la cadena.

2.1.5. Cadena de valor

El término de análisis de la cadena de valor fue popularizado por Michael Porter (1986), refiriéndose a la ventaja competitiva en estudios de sectores industriales y de la competencia, así mismo a finales de los 80 introdujo el término de análisis del costo estratégico, “el cual implica la comparación de la forma en la que los costos por unidad de una compañía se pueden comparar con los costos por unidad de los competidores claves, actividad por actividad, señalando así la Figura 3 cuales son las actividades clave con el origen de una ventaja o desventaja de costo” (Quintero y Sánchez 2006).

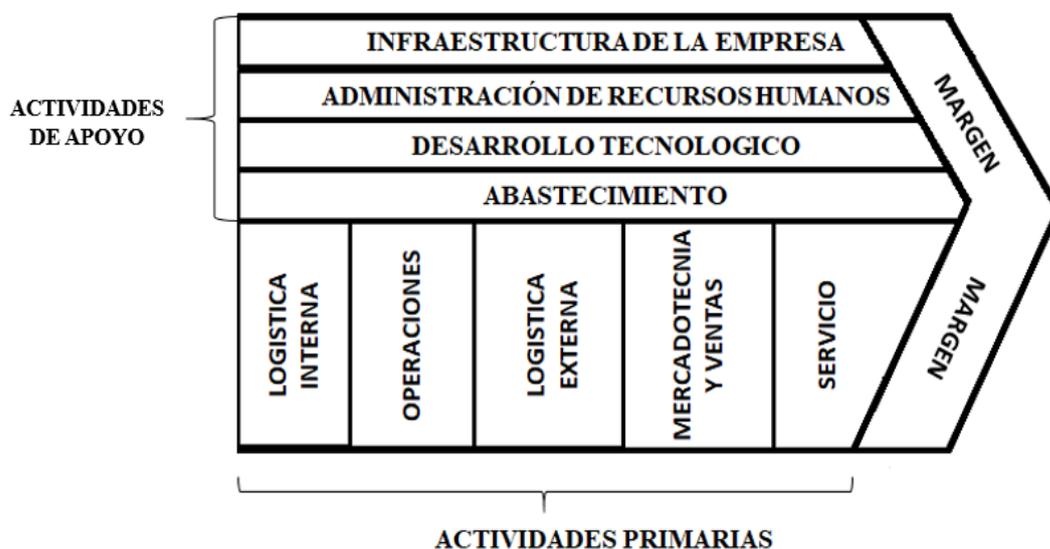


Figura 3: La Cadena Genérica de Valor

Fuente: Porter (2000)

Así la cadena de valor constituye un marco de análisis integral, e involucra desde la provisión de los insumos hasta la comercialización del producto final con el objetivo de mejorar la competitividad de los productores con equidad en las cadenas productivas. Para ello realiza el análisis del contexto, el rol que juegan los actores y sus relaciones, las principales barreras de participación, los puntos críticos, los accesos a servicios de apoyo y recursos por parte de personas en riesgo de exclusión. A partir de ahí, se desarrollan las estrategias de acción con la finalidad de que las personas de bajos recursos, que son parte de la cadena, tengan un desarrollo económico social y sostenible logrando con ello mejorar su calidad de vida de forma sostenible (Cifuentes *et al.* 2011). Añazco y Rojas (2015) indican que “La cadena de valor comprende desde el proveedor hasta el cliente. Una cadena de valor tiene cinco dimensiones importantes: Relación estratégica entre eslabones, actores, ubicación, nivel emprendedor y nivel de los servicios”. (p. 47).

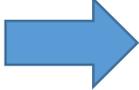
Para poder representar cada eslabón de la cadena de valor se requiere el uso del diagrama de bloques.

2.1.6. Diagramas de bloques

Esta técnica de análisis es muy práctica y sencilla de implementar para la representación de procesos, a pesar de que sea muy complejo en toda la cadena de valor, siempre se podrá representar por medio de un diagrama (Tabla 1). Teniendo las siguientes ventajas:

- Simplificar el proceso de toda la cadena, dividiéndolo en cada una de sus etapas, es decir, muestra cada uno de los eslabones que recorren la materia prima hasta llegar al consumidor final
- Facilita la distribución de la planta aprovechando el espacio disponible en forma óptima.
- Optimiza la operación de la planta mejorando los tiempos y movimientos de los hombres y a las máquinas.

Tabla 1. Significado de símbolos de flujograma

SIMBOLOS	PROCESO
	Operación que indica un cambio o transformación en algún componente del producto, ya sea por medios físicos, mecánicos o químicos, o la combinación de cualquiera de los tres
	Transporte: Acción de movilizar de un sitio a otro algún elemento en determinada operación o hacia algún punto de almacenamiento o demora
	Demora: Se presenta con los cuellos de botellas en el proceso y es necesario esperar turno para efectuar la actividad correspondiente. En otras ocasiones, el propio proceso exige su demora.
	Almacenamiento: Tanto de la materia prima, de productos en proceso o de producto terminado
	Inspección: Es la acción de controlar que se efectue correctamente una operación, un transporte o verificar la calidad del producto.
	Operación combinada: Ocurre cuando se efectúan simultáneamente dos de las operaciones mencionadas.

Fuente: Nadim (2020)

2.2. EL BAMBÚ Y SUS GENERALIDADES

2.2.1. Antecedentes históricos

El bambú es una gramínea que ha sido usado desde la antigüedad por el hombre del trópico así se ha encontrado bambú (*Guadua zuluoaegae*) en América desde el plioceno (5.3 – 1.8 millones de años A.C.) en Paraná Argentina y en Chiclayo Perú en la tumba real del Sr. de Sipán de la Cultura Moche (250 D.C) como lo indica Takahashi (s/f), Añazco y Rojas (2015) indican la presencia de bambú en Lima Perú en los Valles de Fortaleza y Pativilca, donde fueron usados para las ofrendas de entierros y en cestería, también Moreno & Jakob (2012) afirman que el bambú ha estado presente como materia prima en la construcción de sus casas, lo cual es confirmado por Añazco y Rojas (2015) quienes indican que en Lima-Perú se observa la presencia de bambú en viviendas antiguas ubicadas en zonas rurales y periurbanas emergentes, siendo el uso más común en las regiones de Piura y Tumbes encontrándose viviendas con más de 100 años de antigüedad. Moreno & Jakob (2012) además indican que el bambú ha sido usado para la construcción de puentes, balsas, herramientas, armas, comida e incluso se han encontrado formando el primer kit de herramientas creadas por la humanidad. Janko (2018) reportó que el bambú ha “representado desde tiempos ancestrales importantes recursos naturales en los entornos rurales como fuente de material constructivo,

protección, alimento y fuente de ingresos, además de tener presencia en expresiones culturales y religiosas alrededor del mundo”. (p.37).

No se sabe en qué sitio y en qué año se empezó a usar la palabra “bambú”, los registros más antiguos datan de 1601 como lo indican Ardón *et al.*(2017), así mismo en una publicación alemana donde se usó por primera vez esta palabra de origen hindú, y en 1753 la palabra "bambú" fue introducida por Carl Von Linné en su obra *Species Plantarum* (Martínez 2015). Siendo la palabra bambú, un nombre popular como la gente identifica y conoce a estas gramíneas en diferentes partes del mundo (Ardón *et al.* 2017).

2.2.2. Morfología del bambú

El Bambú es una gramínea gigante, el cual se encuentra formado estructuralmente por un sistema de ejes vegetativos, el cual presenta divisiones que dan lugar a los nudos y entrenudos, estos se ubican de forma alternada, poseen ramas y algunos espigas (Figura 4), siendo estas características diferentes de una especie a otra, lo cual permite identificarlos y clasificarlos según a la familia al que pertenece. Así mismo el bambú está conformado por los rizomas (Ardón *et al.* 2017).

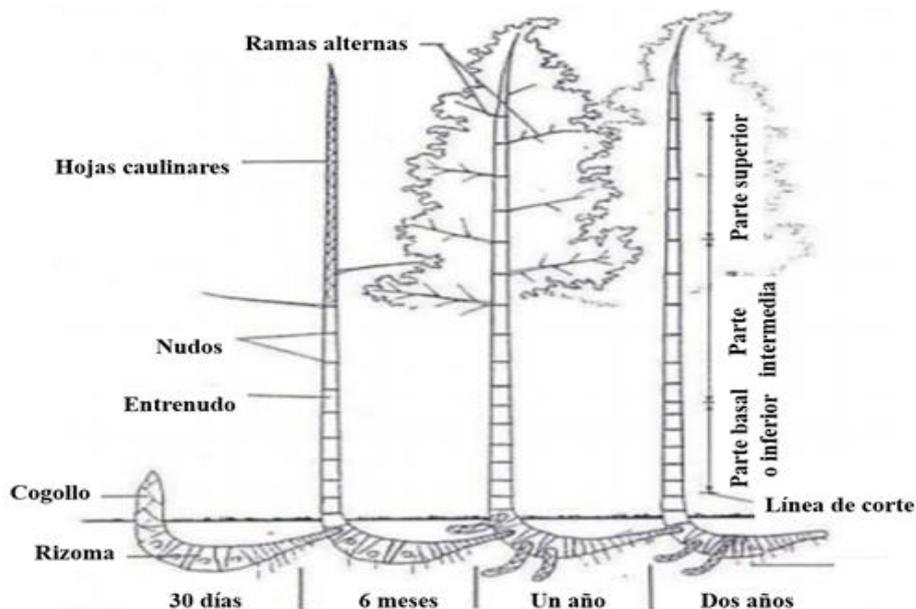


Figura 4: Evolución y partes del bambú

Fuente: Bambusa.es

- **Rizoma:** es el órgano llamado falsa raíz el cual es subterráneo y presenta múltiples ramificaciones que emergen del suelo formando los brotes que formarán los culmos futuros (Figura 5), se le considera muy importante porque permite el almacenamiento de nutrientes, le da estabilidad y sostén mecánico a los tallos de la planta, constituye el elemento básico para la propagación del bambú, cuyas características difieren de la especie (Banik 2015).

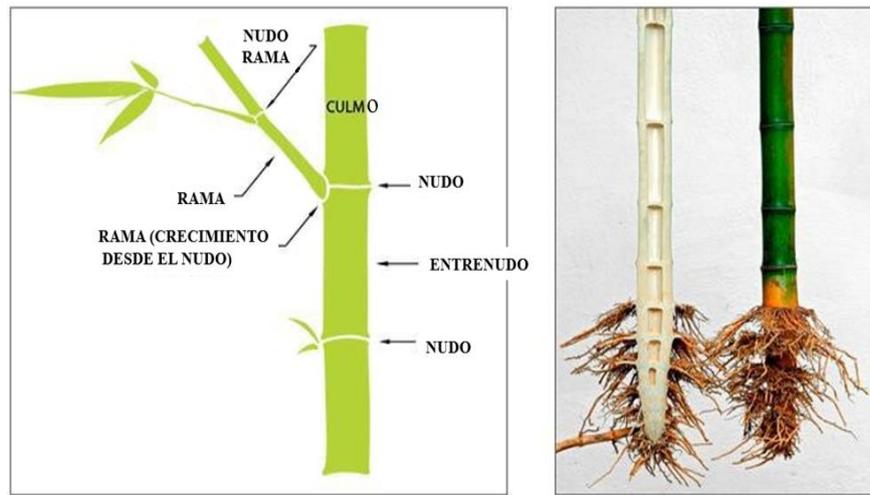


Figura 5: Anatomía del bambú

Fuente: Ardón *et al.* (2017)

La Figura 6 de la morfología, muestra que los rizomas se dividen en dos tipos: leptomorfo (monopodial, invasivo) y paquimórfo (simpodial, de matorral) (Banik 2015).

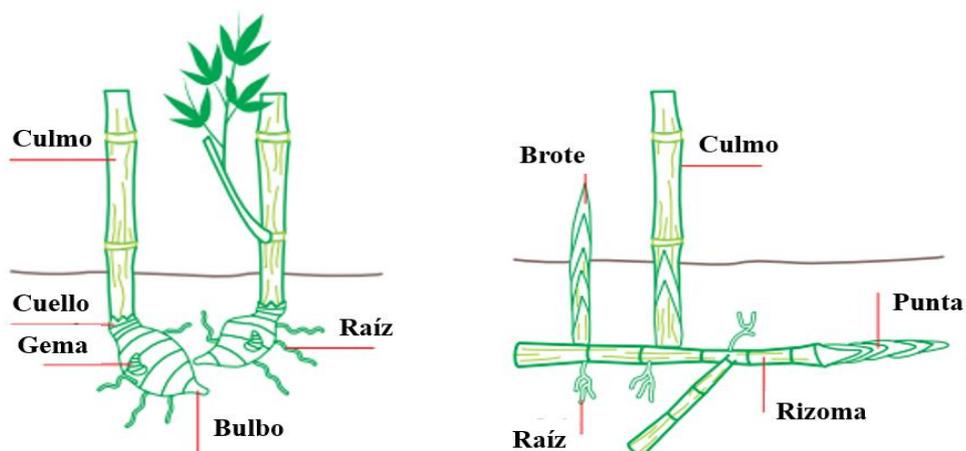


Figura 6: Morfología de los rizomas a) Rizomas paquimórfo b) Rizoma leptomorfo

Fuente: De Oliveira *et al.* (2017)

Una característica del bambú es que el contenido de lignina de sus tejidos se convierte con el paso del tiempo en una estructura tan dura como la madera, pero más flexible y ligera. Esto hace del bambú un material muy interesante para muchísimos usos, entre ellos el estructural (Martínez 2015). Así el bambú se encuentran divididos informalmente en dos grandes grupos: leñosos y herbáceos ver la Tabla 2 siguiente:

Tabla 2. Características de bambúes leñosos y herbáceos

Características	Leñosos	Herbáceos
Culmos	Fuertemente lignificados	Poco lignificados
Rizomas	complejos	No complejos
Vainas caulinares	Bien diferenciadas	No presenta
Ramificación	presentan	No presenta
Flores	bisexuales	Unisexuales
Floración	Gregaria y monocárpicas	Continua y no monocárpicas

Fuente: Elaboración propia a partir de Clark *et al.* (2015)

2.2.3. Distribución geográfica

Vorontsova *et al.* (2016) indican que existen más de 1650 especies de bambúes en el mundo, en este sentido Espinoza (2004) afirma que el bambú se encuentra distribuidos en forma silvestres en los continentes de África, Australia, Asia y América, así como en áreas templadas ubicados en países como Argentina y Chile, encontrándose en mayor cantidad en áreas tropicales, subtropicales, lo cual se confirma por Huang (2019) que indica que los bosques de bambú están ampliamente distribuidos principalmente en zonas con climas templadas, tropical y subtropical, indicando incluso el porcentaje de distribución, encontrándose la presencia de bambúen diferentes especies en un 67 por ciento en Asia-Pacífico, 30 por ciento en América y 3 por ciento en África, distribuidos entre los trópicos de Cáncer y Capricornio desde las montañas hasta el nivel del mar como lo menciona (Londoño 1991). Sin embargo, no se han encontrado evidencias de especies nativas en Europa, encontrándose diferentes especies de bambú (Figura 7).

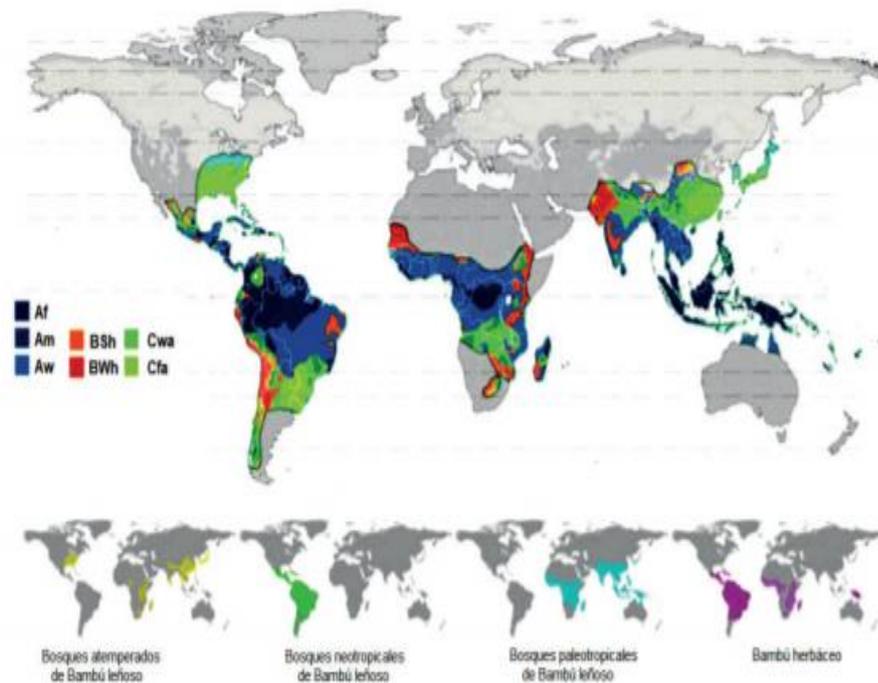


Figura 7: La distribución del bosque de bambú. Nota Af: Clima de selva tropical; Am Clima monzón tropical; Aw: clima de sabana tropical; BSh: clima semiárido caliente; BWh; clima cálido desierto; Cwa/Cfa: clima subtropical húmedo.

Fuente: Huang (2019)

Con respecto al continente americano Clark *et al.* (2015) afirmaron que se encuentran registradas alrededor de 535 especies de bambúes, correspondiendo 125 a bambúes herbáceos y 410 especies de bambúes leñosos. En este sentido Triplett *et al.* (2010) indicaron que en América no hay país que no tenga por lo menos una especie de bambú (leñoso o herbáceo), indica además que incluso Estados Unidos presenta tres especies endémicas del género *Arundinaria* y que solo Canadá es la excepción, sin embargo, recalca que en Estados Unidos no se han encontrado registros de bambúes silvestres tropicales. Con respecto a las especies nativas exclusivas americanas estas pertenecen a la tribu Bambuseae que comprende tres Subtribus: *Arthrostylidiinae*, *Chusqueinae* y *Guaduinae* (Judziewicz *et al.* 1999; Clark *et al.* 2015). Siendo Brasil el país que cuenta con el mayor número de especies con más de 256 bambúes (leñosos y herbáceos) (Greco *et al.* 2015).

En la Tabla 3 Huang (2019) muestra la distribución del bambú en los diferentes continentes:

Tabla 3. Distribución de bosques de bambú en el mundo

Continente	Número de especie	Países
Asia pacífico	Más de 50 géneros y 900 especies	China, India, Myanmar, Tailandia, Bangladesh, Cambodia, Vietnam, Japón, Indonesia, Malasia, Filipinas, Corea del Sur, Sri Lanka, etc.
América	18 géneros, más de 270 especies	México, Guatemala, Costa Rica, Nicaragua, Honduras, Colombia, Venezuela, Brasil, Ecuador, Perú, etc.
África	Más de una docena de especies	Desde la zona oblicua del noroeste al sureste que abarca el bosque africano y el bosque mixto de hoja perenne y caducifolio.
Europa	No especies nativas	Países de Europa como Francia, Inglaterra, Alemania, Italia, Bélgica y presentan especies introducidas provenientes de países Asiáticos, Africanos y Americanos

Fuente: Elaboración propia a partir de Huang (2019)

Los bambúes tienen una distribución latitudinal de 47° S a 40° N y una distribución altitudinal desde el nivel del mar hasta 4300 msnm (Ohrnberger 1999). La isla de Madagascar es rica en géneros y especies endémicas, superando al África. Así Australia presenta especies endémicas. En el hemisferio occidental, la distribución natural conocida se extiende desde los 39° 25' N en el E de los Estados Unidos hasta los 45°23'30''S en Chile y a 47°S en Argentina (Londoño 2005).

Una característica del bambú es que se desarrolla en hábitats húmedos (selvas nubladas y selvas bajas tropicales), sin embargo, se encuentran especies en hábitats secos como los bambúes *Dendrocalamus strictus* y *Guadua amplexifolia* provenientes del Asia y la *Guadua amplexifolia* del Nuevo Mundo (Añazco y Rojas 2015).

Las especies tropicales de bambú se encuentran distribuidas en Asia Pacífico, América y África. Estos bambúes no son resistentes a las heladas, por lo que no pueden crecer ni en latitudes y altitudes altas. Las especies de bambú representativas incluyen el género *Guadua* en las américas, así como el género *Dendrocalamus* y la *Bambusa* en Asia Huang (2019), como se puede observar los bambúes tropicales se característizan por desarrollarse en hábitats húmedos (selvas nubladas y selvas bajas tropicales), sin embargo, se pueden

encontrar especies en hábitats secos como los bambúes *Dendrocalamus strictus* y *Guadua amplexifolia* provenientes del Asia y la *Guadua amplexifolia* del Nuevo Mundo (Añazco y Rojas 2015). También se encuentran bambúes distribuidos en altitudes más altas que los trópicos, distribuidos principalmente en China, Japón y Corea del Sur en Asia, donde hace frío en invierno, estos bambúes tienen resistencia a las heladas relativamente más fuerte, siendo las especies de bambú representativas los géneros *Arundinaria* y el *Phyllostachys*, este último incluye el bambú Chino Moso (nombre científico; *Phyllostachys heterocycla* (Carr.) Milford cv *Pubescens*).

2.2.4. Especies de bambú en América.

Los bambúes tienen una distribución latitudinal de 47 S a 40 N y una distribución altitudinal desde el nivel del mar hasta 4300 msnm (Ohrnberger 1999). La isla de Madagascar es rica en géneros y especies endémicas, superando al África. Así Australia presenta especies endémicas. En el hemisferio occidental, la distribución natural conocida se extiende desde los 39° 25' N en el E de los Estados Unidos hasta los 45°23'30'S en Chile y a 47°S en Argentina (Londoño 2005). Una característica del bambú es que se desarrolla en hábitats húmedos (selvas nubladas y selvas bajas tropicales), sin embargo, se encuentran especies en hábitats secos como los bambúes *Dendrocalamus strictus* y *Guadua amplexifolia* provenientes del Asia y la *Guadua amplexifolia* del Nuevo Mundo (Añazco y Rojas 2015).

De las 1650 especies Benton (2015) afirma que solo 45 de ellas son importantes económicamente y de estas solo tres son bambúes nativos de América siendo las siguientes: *Guadua angustifolia*, *G. amplexifolia* y *G. chacoensis*, además Añazco (2013) y Londoño (2010) indican que la mayoría de especies que tiene utilidad en América Latina son los bambúes del género *Guadua* y del género asiático *Bambusa vulgaris*, además Añazco (2013) afirma también que las especies de los géneros *Apoclada*, *Chusquea*, *Elytostachys*, *Oatea* y *Rhipidocladum*, presentan un uso especialmente doméstico y Londoño (2010) menciona también otras especies introducidas como *B. tuldoides*, *Phyllostachys aurea* y *Dendrocalamus* sps.

2.2.5. Especies de bambú en el Perú.

La Norma Técnica Peruana E.100 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2012) de bambú indica que en el Perú se han identificado la presencia de 50 especies nativas y exóticas de bambúes leñosos (entre otras sin identificar), pertenecientes a las Subtribus y Géneros siguientes mostradas en la Tabla 4:

Tabla 4. Clasificación de especies de bambú en el Perú

Especies Nativas: 38	Especies Exóticas o Introducidas: 12	Especies nativas de género <i>Guadua</i>
❖ Sub Tribu Anthrostylidiinae	❖ Sub Tribu Bambúesinae	• <i>Guadua angustifolia</i>
• <i>Arthrostylidium</i> (02 especies)	• <i>Bambúesa</i> 07 especies	• <i>Guadua sarcocarpa</i>
• <i>Alounemia</i> (07 especies)	• <i>Dendrocalamus</i> 02 especies	• <i>Guadua superba</i>
• <i>Elytrostachys</i> (01 especie)	• <i>Gigantochloa</i> 01 especies	• <i>Guadua weberbaueri</i>
• <i>Merostachys</i> (01 especie)	❖ Sub Tribu Shibataeinae	• <i>Guadua paniculata</i>
• <i>Rhipidocladum</i> (02 especies)	• <i>Phyllostachys</i> 02 especies	
❖ Sub Tribu Chusqueinae		
• <i>Chusquea</i> (19 especies)		
• <i>Neurolepsis</i> (01 especie)		
❖ Sub Tribu Guaduinae		
• <i>Guadua</i> 05 especies		

Fuente: Elaborado a partir de Norma Técnica Peruana E. 100

El Perú es uno de los países andinos más ricos en diversidad de especies de bambú según Londoño (2002), encontrándose distribuidos en sus tres regiones (sierra, selva y costa). Cada región presenta especies representativas, en la sierra la especie característica es la Chusquea, en la selva amazónica el bambú *Guadua weberbaueri* y en la costa la especie representativa es la *Guadua angustifolia* (Añazco y Rojas 2015). Autores como Castaño y Moreno (2004) afirman que el 45 por ciento de los bambúes son de origen amazónico y que los bambúes nativos o silvestres pertenecen al género *Guadua*.

Londoño (2012) menciona a otras especies nativas de este género, siendo estas las siguientes especies: *Guadua glomerata* Munro, *Guadua sarcocarpa* ssp. *purpurea* X. Londoño & Peterson, *Guadua sarcocarpa* ssp. *Sarcocarpa* X. Londoño & Peterson, *Guadua superba* Huber, *Guadua weberbaueri* Pilger. *Guadua weberbaueri* y *Guadua sarcocarpa* las cuales están distribuidas en la región Amazónica del Perú (regiones de Amazonas, Cusco, Huánuco,

Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco y San Martín), cubriendo más de 500 000 ha en una elevación de 100 a 1500 m en sitios donde existen bosques maduros y secundarios en suelos aluviales (Organización internacional de las Maderas Tropicales [OIMT] 1995).

En la Figura 8 se muestra la distribución natural de las diferentes especies de bambú distribuidas en el territorio peruano, registrándose que el género *Guadua* como una de las especies mayoritarias, seguida del género *Chusquea*. Encontrándose especies nativas y exóticas en las diferentes regiones del Perú (Cusco, Junín, Madre de Dios, Ucayali, ocupando una extensión de 39 978 km² de bosque, predominando la especie *Guadua* en las regiones de Loreto, Ucayali, Madre de Dios, Cajamarca, Cusco y Lima (Perúbambú 2015).

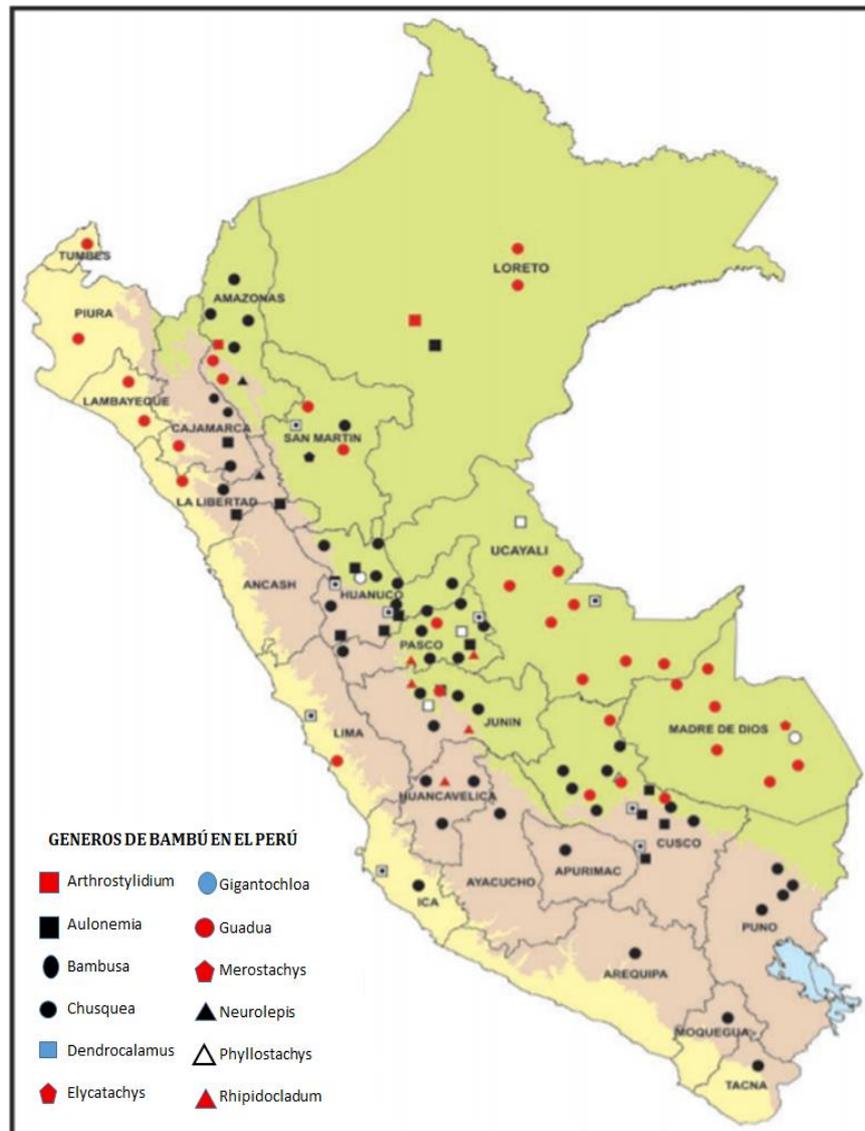


Figura 8: Mapa de distribución natural de bambú en el Perú

Fuente: Perú bambú (2015)

A continuación, se muestra en la Tabla 5 la distribución de las superficies registradas en hectáreas de bambú a nivel nacional.

Tabla 5. Distribución de las superficies en hectáreas de bambú

Departamento	Género	Superficie (Km)	Nro. de registro
Amazonas	<i>Guadua</i>	375.89	366.00
Cajamarca	<i>Guadua</i>	144.30	104.00
Cusco	<i>Guadua</i>	0.73	2.00
Huánuco	<i>Arundinaria</i>	1.64	2.00
	<i>Bambusa</i>	0.05	1.00
	<i>Dendrocalamus</i>	4.73	10.00
	<i>Guadua</i>	9.51	16.00
	<i>Phyllostachys</i>	2.65	4.00
Junín	<i>Arundinaria</i>	13.90	14.00
	<i>Bambusa</i>	1.42	2.00
	<i>Dendrocalamus</i>	44.53	5.00
	<i>Guadua</i>	56.51	15.00
	<i>Phyllostachys</i>	2.01	6.00
Madre de Dios	<i>Arundinaria</i>	1.50	1.00
Pasco	<i>Bambusa</i>	0.12	1.00
	<i>Guadua</i>	31.92	9.00
Piura	<i>Guadua</i>	261.61	73.00
San Martín	<i>Guadua</i>	67.77	59.00
Ucayali	<i>Gigantochloa</i>	10	1.0

Fuente: SERFOR (2019)

Otros autores como Londoño y Peterson (1991) indican que las principales especies de bambú en el Perú son: *Guadua aff. angustifolia*, *G. weberbaueri*, *G. sarcocarpa* y la especie introducida más conocida y estudiada en el Perú es el bambú *Guadua angustifolia*, la cual es cultivada por la gran demanda del sector construcción, para productos de transformación mecánica y química que se vienen desarrollando (Añazco y Rojas 2015), sin embargo las especies nativas no son muy conocidas y por ello son usadas localmente (Reátegui 2009; Bamonte y Kociancich 2007 y Judziewicz, *et al.* 1999), siendo estos poco abundantes en la región de selva central, y presentándose en lugares marginales o bosques fragmentados en donde todavía no se la ha cortado y quemado (Catpo 2019). Así mismo, estas especies se

caracterizan por la facilidad para colonizar terrenos (Nelson 1994), y por su rápido crecimiento, lo que las hace interesante para usos industriales, al ser asequibles y de disposición inmediata para el poblador local, constituyéndose en un recurso potencialmente productivo y rentable. Sin embargo, existen vacíos de información y confusiones en cuanto a la identificación taxonómica como lo indican los autores (Móstiga *et al.* 2019).

A continuación, la Figura 9 se muestran tres zonas de mayor producción de bambú en el Perú.

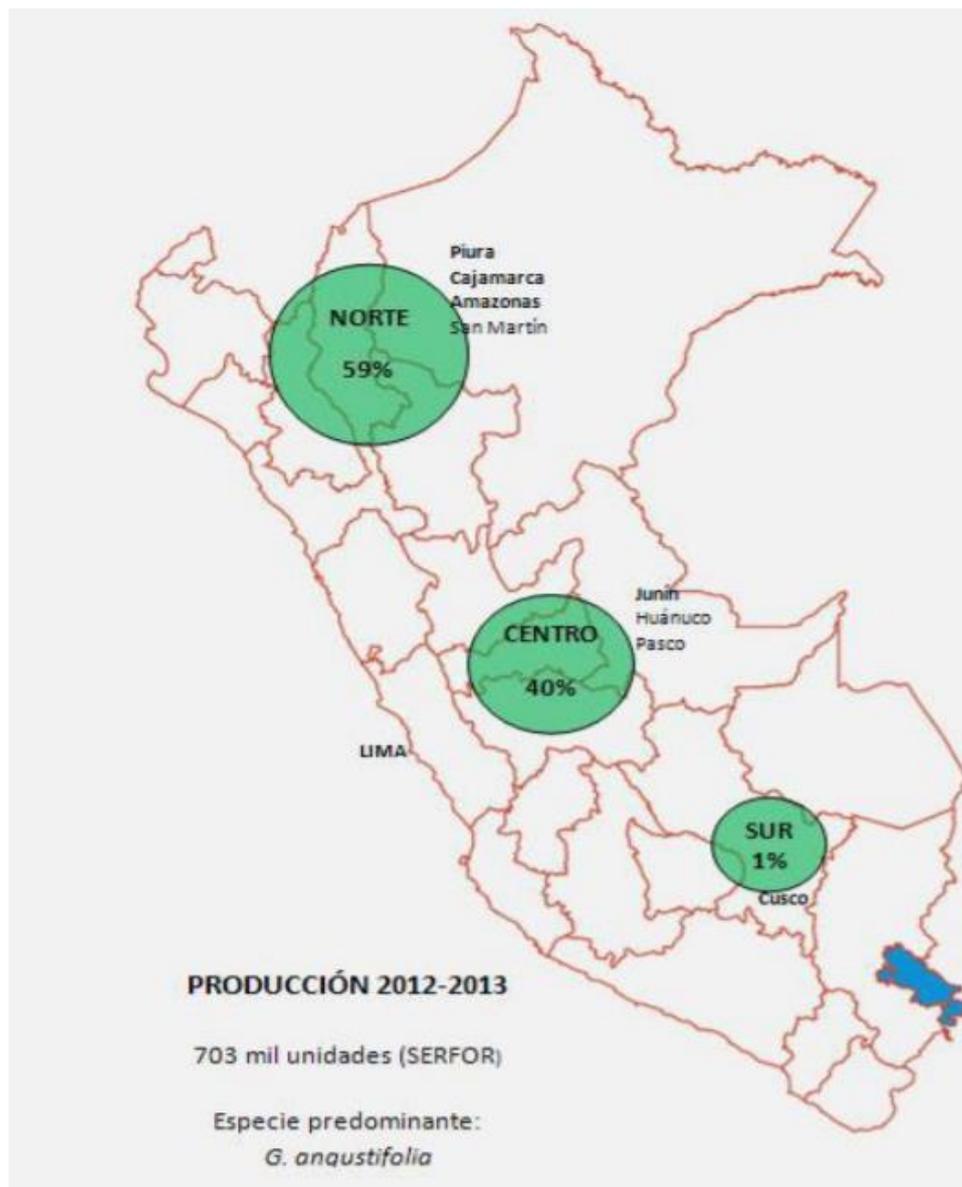


Figura 9: Zonas de mayor producción de bambú en el Perú

Fuente: Trillo (2019 b)

2.2.6. Producción Nacional de Bambú.

El bambú en el Perú es producido en la costa, selva alta y baja y es comercializada mayoritariamente como material para la construcción. No se han encontrado registros de este tipo de uso en la sierra, debido a sus condiciones climáticas características propias de la región alto-andina, así mismo debido a su limitado desarrollo en estas zonas en cuanto a diámetro y altura como lo indica (Gonzales 2004).

A continuación, Gonzales (2015) elabora el siguiente gráfico con los datos de los años 1980 al 2013 a partir de los datos tomadas de las estadísticas oficiales del Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA] (2005)¹. Observándose que la producción nacional ya supera las 300 mil unidades de cañas de bambú y que antes del año 2000 se viene manifestando una tendencia positiva en la producción a nivel nacional (Figura 10).

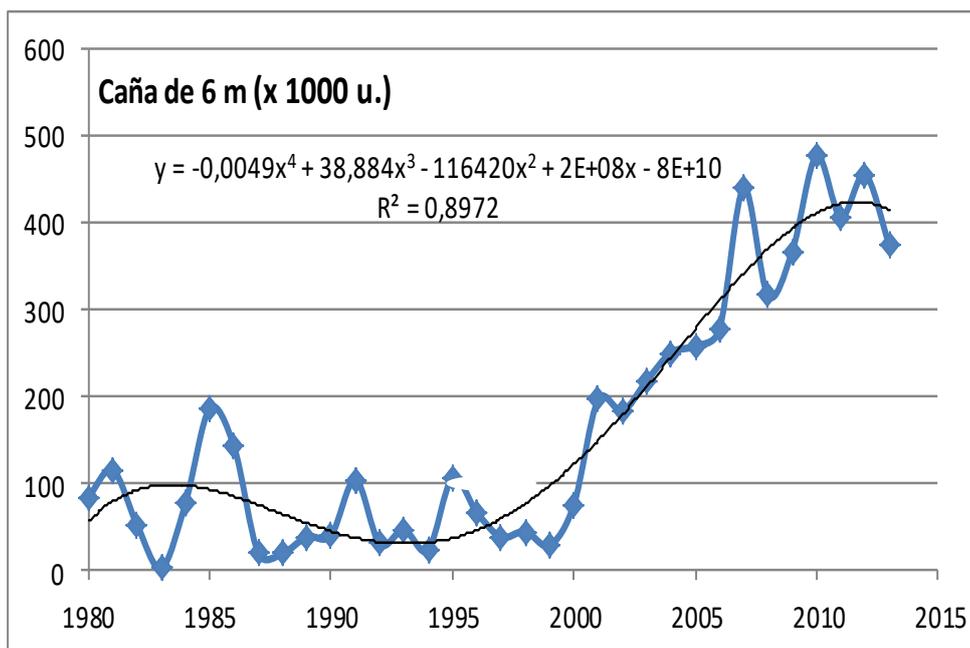


Figura 10: Producción nacional de bambú periodos 1980 – 2013

Fuente: Gonzales (2015)

¹ producción del 2003, hasta el mes de junio

2.2.7. Producción de *Guadua* en el Perú.

Las regiones que abastecen de bambú al mercado nacional son Cajamarca, Lambayeque, Piura y Amazonas, así mismo existen plantaciones pequeñas que son aprovechadas comercialmente al Sur de Lima (Añazco y Rojas 2015).

Gonzales (2005) muestra el consolidado de información sobre la producción del promedio anual de tallos de *Guadua angustifolia* en la región Piura, registrados entre los años 1995 al 2013 en la Tabla 6.

Tabla 6. Producción promedio de tallos de *Guadua angustifolia* en la región Piura (1995 – 2013)

Unidad	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Total	Promedio anual
	9	9	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1995	
	9	9	9	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	-	
	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	2013	
1000 u.	34,98	26,06	22,43	16,67	12,12	20,69	35,56	58,85	67,95	98,95	140,1	157,6	168,6	152,0	170,2	217,5	184,3	175,2	174,8	1934,4	101,8

Fuente: DGFFS: Anuarios estadísticos 1995-2013

2.2.8. Usos del bambú.

En el Perú se encuentra al bambú como una planta de múltiples usos como: la fabricación de utilitarios, instrumentos musicales, la construcción de viviendas, otros usos menores son la construcción de puentes, muebles, artesanías, tejidos (Mercedes 2006), pisos fabricación de papel, modulares, combustible, en la defensa riverseña, escaleras, corrales, cercos vivos, tendales, así como productos personales de higiene como jabones, champú, y cremas a partir de los aceites esenciales extraídos de sus hojas. Se observa que la mayoría de las partes del bambú se aprovechan así las ramas se utilizan como tutores para los cultivos de arveja, tomate, frijol, fabricación de escobas, así como en la elaboración de aglomerados, paneles y hojas de papel. Las hojas caulinares son usadas en la artesanía y el follaje para alimento de animales menores, los culmos jóvenes son usados para la elaboración de canastos y adornos, los culmos delgados son usados en la producción de instrumentos musicales como quenenas, así también los brotes se usan en la elaboración de diversos alimentos como encurtidos (Valdez 2013), así mismo su comercialización contribuye una renta para esta poblaciones que lo comercializa en la costa, por ello es importante fortalecer la cadena de valor del bambú para que sea un motor de desarrollo económico en las regiones más pobres de la población así como fomentar su uso masivo de forma sostenible permitiendo la preservación de las cuencas hidrográficas y la conservación del suelo (Barnet y Jabrani 2014).

Otra peculiaridad que indica Espinoza (2004) es que el bambú *Guadua angustifolia* Kunth es una de las especies que puede mejorar los ingresos de las poblaciones rurales debido a la alta demanda del sector productivo, ya que esta gramínea presenta rápido crecimiento y fácil propagación que permite que los productores puedan cumplir con la demanda de este sector.

2.2.9. Bambú *Guadua angustifolia*.

Siendo el objeto de este estudio la cadena de valor del bambú *Guadua angustifolia* Kunth, especie introducida en el Perú y en otros países, cuyo hábitad natural se encuentra en Colombia, Venezuela y Ecuador, se le considera como una de las gramíneas más altas, llegando ocupando el tercer lugar entre los bambúes más altos (Añazco 2013). La Figura 11 muestra que esta especie forestal presenta tallos modulados largos, es uniforme, liviano, suave, hueco, resistente, de rápido crecimiento, de bello color e imperceptiblemente cónico, y además es una especie protectora en cuencas hidrográficas, e imprescindible para el desarrollo socio cultural (Salas 2006).



Figura 11: Plantación de bambú (*Guadua angustifolia*)

Un factor determinante para su distribución en latitud y altitud es la temperatura, ya que esta especie no soporta temperaturas por debajo de los 0° C (6 horas diarias de exposición del sol). El género *Guadua* se ha caracterizado por ser de origen amazónico (sus primeras

colectas se encuentran ubicadas en esta cuenca amazónica), representando un 45 por ciento de todo el género. Entre las principales especies son: *Guadua weberbaueri* Pilger y *Guadua Sacrocarpa* (Arancibia 2017).

2.2.10. Taxonomía.

En la Tabla 7 se muestra la taxonomía del bambú *Guadua angustifolia*, por ser la especie objeto de estudio de este trabajo

Tabla 7. Taxonomía del bambú

Reino	:	Plantae
División	:	Espermatofita
Sub- división	:	Angiospermae
Clase	:	Monocotiledónea
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae
Sud-Familia	:	Bambusoidae
Súper-tribu	:	Bambusodae
Tribu	:	Bambuseae
Sub-tribu	:	Guaduinae
Género	:	Guadua
Especie	:	Angustifolia
Nombre científico	:	<i>Guadua angustifolia</i> Kunth

Fuente: López *et al.* (1987)

2.2.11. Características del Bambú *Guadua angustifolia*

Este bambú según Londoño (2010) se caracteriza por ser leñoso y espinoso. Presenta un rizoma del tipo paquimórfo cuyo culmo mide de 15-20 m de altura, presenta un diámetro de 7-10 cm. La planta joven son de color verde con rayas longitudinales más oscuras, esta se encuentra recubierto por una película ceroso y por tricomas blanquecinos, se torna verde grisáceo con la edad, erecto en la base y arqueado apicalmente; presenta entrenudos huecos, con longitudes entre 12-30 cm en el 1/3 basal y 30-43 cm en el 1/3 medio; nudo solitario, línea nodal horizontal, pronunciada, con banda de pelos blancos, ubicado arriba y abajo de la línea nodal: banda superior 1.1-1.5 cm, banda inferior 0.8-1.3 cm; yema solitaria, ampliamente triangular, protegida por un profilo apicalmente obtuso, pubescente, cubierto por tricomas cafés y ciliado en las márgenes. Hoja caulinar coriácea, deciduas, de color café rojizo, abacialmente hispida, cubierta por dos tipos de pubescencia: a) pelos cortos, tomentosos y, b) pelos hispídos, rígidos, cafés, removibles, márgenes conspicuamente ciliadas, cilios de color café pardo, adaxialmente glabra, brillante; lámina triangular, erecta, persistente, ligeramente abombada, mucronada en el ápice, el mucrón fuerte; lígula interna invaginada y asimétrica, finalizando antes de las márgenes.

Ramificación intravaginal, rama primaria solitaria y con espinas, desarrolla (1-) 3- 5 (-9) espinas por nudo; en el 1/3 basal puede desarrollar 0-2 ramas con espinas, sin embargo siempre se observa la presencia de una yema en cada nudo la cual se desarrolla en una sola espina, gruesa, ahusada y muy puntuda, en el 1/3 medio no desarrollo ramas con follaje ni con espinas pero se observa la presencia de una yema en cada nudo la cual se desarrolla en una espina gruesa, ahusada y muy puntuda, y en el 1/3 superior desarrollan las ramas con follaje.

- **Hoja foliar** con la vaina glabrescente y con las márgenes finamente ciliadas, registra en el sumit de la vaina fimbrias de color blanco marfil, erectas en la base y onduladas a crispadas en el ápice.
- **Inflorescencia** en pseudoespiguilla, terminal al complemento foliar. Pseudoespiguilla de color verde a verde con purpura, delgada, recta a ligeramente arqueada, 3-4 cm longitud x 0.3 cm ancho, compuesta por 1 bráctea subtendente, 4 brácteas fértiles o no, 1 flósculo inmaduro, 4-6 flósculos maduros y 1 antecio rudimentario terminal; raquilla ca. 3 mm longitud, puberulos, con anillo de pelos muy cortos en la unión con el flósculo; brácteas gemíferas pubescentes por el lado

abaxial, mucronadas y con las márgenes ciliadas; lema puberulos por la superficie abaxial, glabra por el lado adaxial, excepto en el 1/3 más apical, por debajo del mucrón, márgenes cilioladas; palea pubescente entre las nervaduras, con las alas conspicuas, ca. 0.8 mm de anchas, adaxialmente pubescentes, abaxialmente glabras y brillantes excepto en el 1/3 superior y con presencia de pequeñas cilios sobre las márgenes, siendo más evidente en la parte superior; márgenes envolventes puberulos hacia las márgenes luego glabros y brillantes, márgenes lisos o finamente ciliado hacia la parte superior; estambres 6, amarillo pálido; estigmas 3, plumosos, con la nervadura conspicuamente purpura y las plumas blancas.

2.3. RESIDUOS SÓLIDOS

2.3.1. Definición

El Ministerio del Ambiente (MINAM) en el año 2013 define a los residuos sólidos como aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente, incluyendo a los residuos generados por eventos naturales.

En la elaboración de las tablillas de bambú se producen residuos agroindustriales en un 87.6% el cual por el Decreto Legislativo (D.L) 1278 se le llama material de descarte. Los residuos sólidos agroindustriales constituyen un gran problema al interior del país dado que el Perú cuenta con 3 rellenos de seguridad y 12 rellenos sanitarios que en su mayoría se encuentran en Lima, afectando al productor por los elevados costos del transporte y disposición final, a los rellenos sanitarios y rellenos de seguridad de estos residuos, generados por las actividades agroindustriales lo que hace necesaria la búsqueda de soluciones para su correcta disposición y tratamiento (Reyes 2016).

Como ejemplo de la mencionada problemática, en el 2012 el Banco Mundial (BM) indica que las ciudades del mundo generan alrededor de 1.3 billones Ton/año de residuos sólidos y para el año 2025 la estimación es de aproximadamente de 2.2 Billones Ton/año. Así mismo, en países de bajos ingresos se generará el doble de residuos sólidos en los próximos 20 años. La estimación del costo mundial de gestión de residuos sólidos para el 2012 fue de \$ 205.4

billones y para 2025 será de \$ 375.5 billones, lo cual indica que para los países de bajo ingreso el costo aumentaría cinco veces y en países de ingreso medio-bajo aumentaría cuatro veces. Siguiendo con el ejemplo de los residuos sólidos mencionados en el párrafo anterior, la Figura 12 muestra que están constituidos por 46 por ciento de materia orgánica, 17 por ciento de papeles, 10 por ciento de plásticos, 5 por ciento de vidrio, 4 por ciento de metal y 18 por ciento de otros materiales (Banco Mundial 2012).

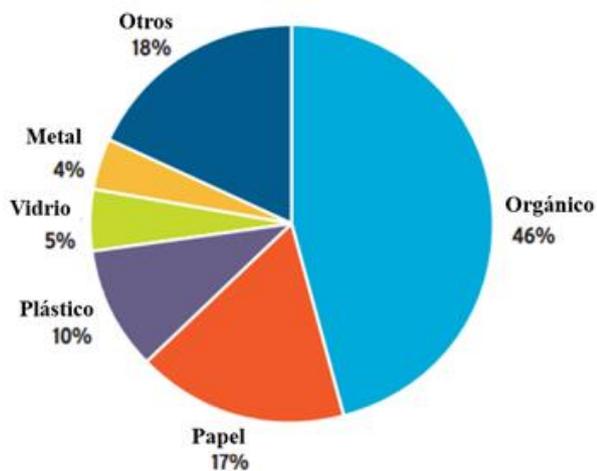


Figura 12: Composición de los residuos sólidos (porcentaje)

Fuente: Banco Mundial (2012)

Por su composición, estos residuos y otros de procedencia orgánica presentan un gran potencial para su reaprovechamiento energético o para la obtención de productos de valor añadido. En esta línea, la pirólisis constituye una alternativa tecnológica sostenible para el tratamiento de los residuos orgánicos, tanto urbanos como agro industriales o de otro tipo.

2.3.2. Marco legal

El Decreto Legislativo N° 1278, indica que la gestión integral de los residuos sólidos en el Perú tiene como primera finalidad, la prevención o minimización de la generación de residuos sólidos en origen, frente a cualquier otra alternativa. La disposición final de los residuos sólidos en la infraestructura respectiva constituye la última alternativa de manejo y deberá realizarse en condiciones ambientalmente adecuadas. Con respecto de los residuos

generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente.

Así mismo el Art. 47-48 del Decreto Legislativo N° 1278 indica que la valorización material consiste en la reutilización, reciclado, compostaje a través de procesos de transformación física, química, u otros, que demuestren su viabilidad técnica, económica y ambiental. Mientras la valorización energética, son aquellas destinadas a emplear residuos con la finalidad de aprovechar su potencial energético, tales como: coprocesamiento, incineración, generación de energía en base a procesos de biodegradación, biochar, entre otros.

2.4. PIRÓLISIS

2.4.1. Definición

El término pirólisis proviene de dos palabras griegas “*pyro*” que significa fuego y “*lisis*” que indica la descomposición de la biomasa en sus partes constituyentes. Autores como Urien (2013) definen a la pirólisis como el proceso termoquímico donde se transforma la biomasa aplicando energía y en ausencia de oxígeno en tres productos (ruta clásica): líquido (bioaceites), gas (biogás o syngas) y residuo carbonoso (biocarbón).

Autores como Chiaramonti *et al.* (2007) definen a la pirólisis como un proceso termoquímico que en ausencia de oxígeno y a temperatura moderadamente alta (350-650°C) convierte la biomasa de baja densidad en combustible de mayor poder calorífico, con un alto rendimiento. Indican también que los factores que influyen en las reacciones que se dan en la pirólisis son: el tiempo de residencia, tecnología utilizada, temperatura del proceso, tipo de materia prima, velocidad de calentamiento y de enfriamiento.

Otra definición de pirólisis lo da el autor Stauffer (2013) quien indica que se trata de un proceso de descomposición térmica, en el cual mediante el calor y en ausencia de oxígeno (que limita la oxidación de los componentes) muchos componentes se convierten en estructuras más pequeñas que se volatilizan. A continuación, en la Figura 13 se muestra un sistema de pirólisis.

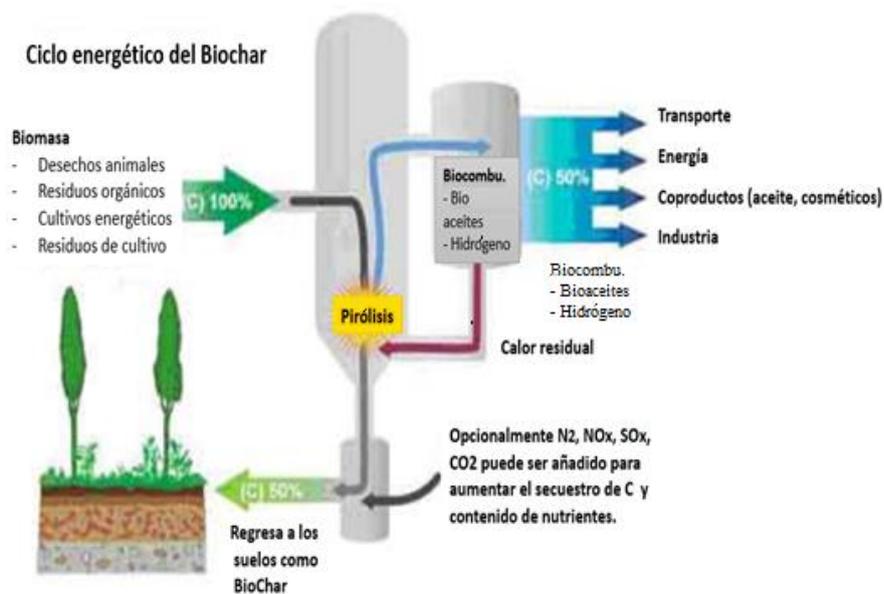


Figura 13: Sistematización del proceso de pirólisis

Fuente: Paco (2012)

2.4.2. Tipos de pirólisis

Mohammad *et al.* (2012) indican que este proceso se lleva a cabo entre temperaturas de 500 a 700 °C y en tres tipos de pirólisis siendo las siguientes: la primera, pirólisis lenta (100 – 300°C); la segunda, pirólisis intermedia (300 – 500°C) y la tercera, pirólisis rápida (500 – 700°C). Al finalizar el proceso se obtienen productos: sólido (biochar), líquido (licor pirolíoso) y gaseosos formados en cada etapa. En la siguiente Tabla 8 se muestran los productos obtenidos en estas tres etapas:

Tabla 8. Componentes de la biomasa lignocelulósico y sus rangos de descomposición térmica

Componente	Temperatura de descomposición (°C)
Agua	>120
Hemicelulosa	200 – 260
Celulosa	240 -350
Lignina	280 -500

Fuente: Ospina-Guarín *et al.* (2014)

2.4.3. Pirólisis lenta.

Este proceso se caracteriza por temperaturas bajas y tiempos largos de residencia de los sólidos y el gas así como lapsos de calentamiento pausados de la biomasa. Siendo los lapsos de calentamientos cerca de 0.1 a 2 °C por segundo a 500°C de temperatura aproximadamente (Escalante 2016). Autores como Rincón y Silva (2014) reportaron que en este tipo de pirólisis se obtienen tres productos: sólidos, líquidos y gaseosos en menores proporciones, siendo la fracción predominante el carbón vegetal, así el vapor permanece entre 5 hasta 30 minutos lo cual permite a los productos gaseosos continuar reaccionando con otros productos para formar el carbón.

2.4.4. Pirólisis rápida

En este proceso Rosas (2015) publico que la materia prima sufre un rápido calentamiento y que el vapor tiene bajos tiempos de residencia en la zona de reacción del proceso, conllevando a una mayor producción de bioaceites en comparación con la producción de biocarbones. Autores como Escalante (2016) manifiestan que la temperatura de calentamiento es mayor a 200 °C s⁻¹, prevaleciendo temperaturas mayores a los 550 °C, lo cual permite obtener productos de alta calidad (bioaceites y gases ricos en etileno) que podrían ser usados para producir gasolinas o alcoholes.

2.4.5. Gasificación

Urien (2013) indica que a temperaturas entre 800-900°C se produce la oxidación parcial de la biomasa con aire, oxígeno o vapor de agua produciendo gas combustible, el cual puede utilizado como combustible para motores de gas y turbinas o como gas de síntesis para la producción de productos químicos, como metanol.

2.5. BIOCHAR

2.5.1. Definición

Según la International Biochar Initiative (IBI) en “Standardized Product Definition and Product Testing Guidelines for Biochar that is Used in Soil”, por conversión termoquímica de la biomasa y con el ingreso de oxígeno limitado se produce el biochar (IBI, 2014). Así

mismo para obtener el mayor porcentaje de biochar se utiliza un proceso de pirólisis lenta a presión atmosférica (Pastor *et al.* 2013).

El término de biochar o biocarbón ha sido ampliamente discutido por muchos investigadores desde diferentes perspectivas, el reconocimiento de la diferencia determinante entre el biocarbón y el carbón vegetal. Aker (2014a) y García *et al.* (2014), demostraron que la producción de biochar es similar al carbón vegetal, la diferencia entre estos productos radica en la finalidad de su producción: el carbonizado se aplica como enmienda orgánica al suelo recibe el nombre de biochar. Autores como Lehmann y Joseph (2009) indican que no hay diferencia entre el biochar y el carbón vegetal si no en el destino de su uso, es así que el biochar tiene la finalidad de ser aplicado al suelo para la mejora de sus propiedades y el secuestro de C, mientras que el carbón vegetal es utilizado para fines energéticos.

En la actualidad los estudios sobre el biochar se han inspirado en la forma como los indígenas de la Amazonía trataban el suelo mediante el uso del carbón vegetal (Bedussi 2016). El uso del biochar por sus propiedades agronómicas se remonta desde la época precolombina, ya que, para mejorar la baja productividad de los suelos, pobres a causa de su origen y la fuerte escorrentía, enterraban el carbón; ésta práctica fue descubierta en los suelos de la selva amazónica (Terra Preta dos Indios) por su alto grado de persistencia y altas concentraciones de carbón vegetal poco alterada a pesar del largo tiempo de permanencia en los suelos.

Técnicamente se obtiene el biochar de la biomasa (residuos vegetales y residuos animales) en ausencia de oxígeno en hornos pirólítico. Llamado también biocarbón, el cual es un subproducto obtenido por degradación térmica de materiales orgánicos los cuales pueden ser residuos forestales, agrícolas y madereros en un ambiente limitado de oxígeno (pirólisis lenta), llegando a temperaturas menores de los 700 °C se caracteriza por ser rico en carbono (Lehmann *et al.* 2011). Esta tecnología emergente apunta potencialmente el secuestro de carbono (C) para mitigar el cambio climático (Lehmann y Joseph, 2009 y Masek *et al.* 2011). Así, el biochar es utilizado con fines agronómicos y ambientales más no para combustible, sus propiedades son distintas al carbón de leña tradicional. Se han realizado diversos estudios sobre los beneficios de usarlo para mejora del suelo, cubriendo temas como la gestión de residuos, aumento de la fertilidad del suelo por alteración del pH del suelo, retención de nutrientes a través de la adsorción de cationes, la reducción de óxido de nitrógeno (NO) y el metano (CH₄), y emisiones de CO₂ y absorción de contaminantes

orgánicos, entre otros beneficios de productividad (Atkinson *et al.* 2010, Saranyó *et al.* 2011, Choppala *et al.* 2012, Jones *et al.* 2012, Cayuela *et al.* 2010 y Jeffery *et al.* 2015). La mejora del suelo ha sido recientemente confirmado por varios estudios (Atkinson *et al.* 2010, Beesley y Dickinson 2011, Lehmann *et al.* 2011 y Junna *et al.* 2014), aunque los peligros, riesgos y otras consecuencias negativas asociadas con la tecnología de biocarbón aún no se entienden completamente (Kookana *et al.* 2011 y Singh *et al.* 2015).

2.5.2. Fuentes del biochar

Se puede producir biochar con todo tipo de residuos orgánicos, Nieto (2015) considera que entre las fuentes se sitúan los restos de poda y lodos de tratamiento de aguas residuales, que han sido estudiados en los últimos años como materia prima para la fabricación de biocarbones. Wang *et al.* (2012) indican que también los residuos ganaderos son buenos insumos para la producción de biochar, así la pirólisis es un tratamiento térmico que permitirá reducir los problemas de solubilidad de nitrógeno cuando se aplica el estiércol directamente al suelo, y también el contenido de potasio y fósforo de la materia prima puede ser fijado completamente en el biochar producido.

Escalante (2016) menciona que los residuos de cosecha como del arroz, aceitunas, plantas secas, residuos orgánicos urbanos, desechos de papel son los materiales más nombrados en la literatura, así mismo autores como Brick y Wisconsin (2010), también reportaron como materias primas para la producción de biochar las: residuos sólidos urbanos, cama de aves, cascara de naranja, algas y cascara de nueces.

2.5.3. Sistemas de producción de biochar

La producción de biochar mediante procesos de transformación termoquímica como la pirólisis constituye una buena tecnología; así Capraro (2012) indicó que la pirólisis presenta mejor eficiencia energética a diferencia de los métodos tradicionales de producción de carbón vegetal ya que estas presentan elevadas emisiones de gases contaminantes. En la pirólisis se pueden reducir estas emisiones al usar reactores de pirólisis a espiral, hornos de doble tambor, estufas leño-gas (modificadas), hornos a tambor, hornos rotativos, reactor de pirólisis rápida. Los autores Rincón y Silva (2014) mostraron que en los últimos años en diferentes países se han producido grandes avances tecnológicos en los procesos de pirólisis

desarrollando tecnologías comerciales, como hornos a tambor, hornos rotativos y reactores que permiten obtener un carbón de calidad y además que reducen las emisiones de gases contaminantes.

Con respecto a la pirólisis lenta este se realiza en dispositivos cilíndricos metálicos con chimeneas y cavidades que permiten la recirculación de los gases, los cuales pueden ser unidos o separados si son reactores móviles. Con respecto a la pirolisis rápida los reactores pueden ser circulantes con lecho burbujeante, con cono rotatorio a espiral y caída libre, que por medio de un tornillo sin fin mueve la biomasa en toda la longitud del horno (Rincón y Silva 2014). Autores como Brick y Wisconsin (2010) clasifican a los sistemas de producción de biochar como: pequeños sistemas denominados estufas mejoradas y sistemas móviles (reactores móviles), unidades de pirólisis y gasificación (menor y mayor escala) y carbonización hidrotermal (HTC). Brick y Wisconsin (2010) indican que los rendimientos en la producción de biochar varían según los tipos de sistema tecnológicos de pirólisis usado, así en: estufas pirolíticos 20 por ciento, portátiles entre 20-35 por ciento, pirólisis rápida 12 por ciento, pirólisis lenta 35 por ciento, sistemas de gasificación entre 10 a 20 por ciento y entre 37 a 60 por ciento en sistemas HTC, así mismo proponen que los sistemas como las estufas y los portátiles deben tener protocolos de monitoreo y verificación rigurosos.

El biochar producido a bajas temperaturas, presenta gran cantidad de carbono oxidable, esto se debe al incremento del área superficial por destrucción de la pared celular, degradándose los componentes de la pared celular, primero la celulosa y hemicelulosa con la formación de carbono amorfo, finalizado este proceso se inicia la degradación de la lignina formando carbono aromático de estructura estable (Chen *et al.*, 2016). Lo anterior es confirmado por los autores Ospina-Guarín *et al.* (2014), relacionan la temperatura con la descomposición de la biomasa en etapas; la primera consiste en eliminar la humedad (90 °C), la siguiente consiste en incrementar la temperatura a partir de 200 °C para descomponer celulosa, hemicelulosa y lignina, las cuales presentan átomos como oxígeno, nitrógeno, azufre, así como una gran variedad de grupos funcionales produciendo CO, CO₂ y compuestos volátiles, ácidos, fenoles, alcoholes, etc. Al seguir incrementándose la temperatura hasta los 600 °C se descompone la mayor parte del material, produciéndose como residuo el carbono fijo, que corresponde al material carbonoso no volátil.

2.5.4. Producción del biochar

La producción de biochar puede realizarse con todo tipo de biomasa residual, como son las podas de árboles frutales, residuos avícolas (pollinaza y gallinaza), agrícolas, lodos de tratamientos de aguas residuales, residuos forestales, residuos sólidos urbanos, etc., los cuales al no ser tratados adecuadamente contaminan el medio ambiente por la gran carga orgánica que presentan, por ello, la transformación termoquímica como la pirólisis, es considerada como una tecnología medioambiental en la producción del biochar. En el año 2008 la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) publicó que las tecnologías medioambientales permiten la reducción de insumos, consumo de energía y emisiones generando economías más sostenibles al minimizar los problemas de la eliminación de estas biomásas. Lehman y Joseph (2009) indican que una buena gestión de esta biomasa residual puede contribuir a la disminución de las emisiones de metano en los vertederos así como una reducción del consumo de energía y de emisiones en las industrias mediante el reciclado de estas.

2.5.5. Elaboración de biochar mediante procesos de pirólisis

El estudio termoquímico para la producción de biochar mediante la pirólisis identifica tres reacciones asociadas a la degradación de los componentes (lignocelulosicos hemicelulosa, celulosa y lignina) de la biomasa (Gómez *et al.* 2008).

Demirbas (2019) indica que el proceso de la pirólisis se inicia con el acondicionamiento de la biomasa mediante la eliminación del contenido de humedad por el proceso de secado (Ec.1), luego procede la etapa intermedia en donde se producen los compuestos volátiles, gases y el biochar primario (Ec.2). Finalmente en la tercera etapa el biochar primario sigue formado compuestos volátiles, gases y biochar, el cual se caracteriza por ser un sólido con alto contenido de carbono fijo, finalizando la generación de los compuestos volátiles y gases (Ec.3).

a) Biomasa \rightarrow Agua + residuos no reactivos (Ec.1)

b) Residuo no reactivo \rightarrow (compuestos volátiles + gases) + (biochar primario) (Ec.2)

c) (Biochar Primario) (compuestos volátiles + gases finales) + (biochar final) \rightarrow (Ec.3)

Cabe recalcar, que durante la pirólisis se generan lixiviados de coloración marrón oscuro, con olor a humo llamados bioaceites, que por sus propiedades no son considerados como combustibles comerciales (Rincon y Silva 2014).

Laird *et al.* (2009) indican que los productos obtenidos en el proceso de pirólisis son sólidos (biocarbón), líquidos de alta densidad energética (bioaceites) y gas de baja densidad energético denominado gas de síntesis (syngas/gas), en diferentes proporciones. García *et al.*, (2014) reportan además que los gases y residuos líquidos pueden ser utilizados como combustible.

2.5.6. Rendimiento

Los rendimientos de biochar de la pirólisis lenta pueden ir de 20 por ciento a 50 por ciento, en una amplia variedad de materias primas o residuos, es común que se obtengan rendimientos del 35 por ciento. Existen factores que pueden influenciar el rendimiento del biochar como las velocidades de calentamiento, presiones altas, humedad, la resistencia del vapor y composición química de la materia prima (Edmunds 2012). El rendimiento es una forma de calcular la producción del biochar, que se obtiene entre la relación de masa de la biomasa que se coloca en el horno pirolítico, y la masa del carbón obtenido expresado en porcentaje (Capraro 2012). El rendimiento se calculó con base en la relación entre la cantidad o peso del producto final obtenido (biochar enfriado) y de la materia prima (biomasa seca) usada al inicio del proceso. La relación es expresada en porcentaje:

$$\% \text{ Rendimiento} = \frac{\text{Masa del biochar}}{\text{Masa de la biomasa}} \times 100$$

2.5.7. Propiedades del biochar

Las propiedades, tanto de producción y rendimiento del biochar dependen de las características de la biomasa residual y de las condiciones de producción (Cueto 2016). Así mismo los estudios realizados por Zhao *et al.*, (2013) indican también que las propiedades del biochar (carbono total, el carbono fijo y minerales) dependen de la materia prima y las propiedades como el pH y área superficial del biochar están influenciados por los tratamientos térmicos (a temperaturas altas mayor pH).

2.5.8. Propiedades físico-químicos

Escalante *et al.* (2016) indican que el biocarbón presenta una superficie intrincada y desordenada conformada por partículas de diferentes tamaños constituyendo un sólido carbonoso, de color negro. Fontana (2012) observaron que el biochar es una enmienda para el suelo que mejora sus propiedades físicas como son: alta microporosidad, baja densidad, alta superficialidad, alta capacidad de intercambio catiónico y pH básico. Cabe recalcar que otros autores consideran a los biocarbones muy similares al carbón usado como combustible, diferenciándolo de este por el uso que se le da como mejorador del suelo, siendo otra diferencia del biochar sus relaciones altas de O/C que este.

Fontana (2012), indica que son muy importante las condiciones operativas durante la pirólisis ya que esto influye directamente en las propiedades físicas del producto, siendo estas condiciones las siguientes: temperatura alta de tratamiento, velocidad de calentamiento, tiempo de duración del proceso, presión, velocidad de flujo de los gases volátiles, acondicionamiento de la biomasa (secado) y finalmente el post-tratamiento del biochar (tamizado), esto es corroborado por Conti (2013) propone que las propiedades del biochar dependen de las condiciones de pirólisis como son principalmente las siguientes: la temperatura y tiempo de tratamiento, velocidad de calentamiento y características del horno. Urien (2013) afirma que la biomasa al ser expuesta a temperaturas de (400°C) se produce el 27.6 por ciento de materia volátil y al incrementar de la temperatura (600°C) los compuestos volátiles desciende a 7.9 por ciento, sin embargo el contenido de carbono se incrementa de 80.8 por ciento a 92 por ciento respectivamente. La Tabla 9 muestran los resultados de análisis elemental y termogravimétrico.

Tabla 9. Composición química de los biocarbones en función de la temperatura

T° (°C)	Humedad (%p.)	M. V. (%p.)	Cenizas (%p.)	C (%p.)	H (%p.)	N (%p.)	S Total (%p.)	PCS (kcal/ kg)	PCI (kcal/ kg)
400	2.49	27.64	1.44	80.82	3.30	0.48	0	7277	7115
500	1.24	14.63	1.69	88.96	3.36	0.52	0	8185	8020
600	1.31	7.91	1.87	92.04	2.62	0.59	0.02	8347	8218

Fuente: Urien (2013)

La composición química del biochar además de contener carbón presenta: hidrógeno (H), oxígeno (O) y en menor porcentaje azufre (S) y nitrógeno (N) así como diferentes minerales,

incorporados predominantemente dentro de anillos aromáticos como heteroátomos (Rosas, 2015).

La presencia de diferentes minerales en el biochar depende de la materia prima; usar hierbas, cascarilla de arroz, pajas y residuos de las granjas producen alto contenido de cenizas, en comparación a materiales leñosos (poda de arboles), este punto es muy importante a tomar en cuenta a la hora de elegir la materia prima, así el biochar de gallinaza o pollinaza presentan aproximadamente 45 por ciento en peso de cenizas (Fontana 2012).

Fontana (2012) indica que el biochar presenta una composición química altamente heterogénea, sin embargo el pH que presenta es relativamente homogéneo, siendo este mayor a 7, esto depende de una amplia variedad de materias primas que tienen como pH pH 8,1 en un intervalo de pH 6,2-9,6.

2.5.9. Propiedades texturales

Conti (2013) obtuvo como resultados del análisis de difracción de rayos X (XRD) del biochar que este material carbonoso presenta en forma mayoritaria una estructura amorfa, pudiéndose medir las partículas cristalinas del carbono en unidades de nanómetros, cuyo estado alotrópico es de tipo grafitico delineado de forma no lineal. En la Figura 14 se muestra que a mayor temperatura se ve un ordenamiento de la propiedades texturales.

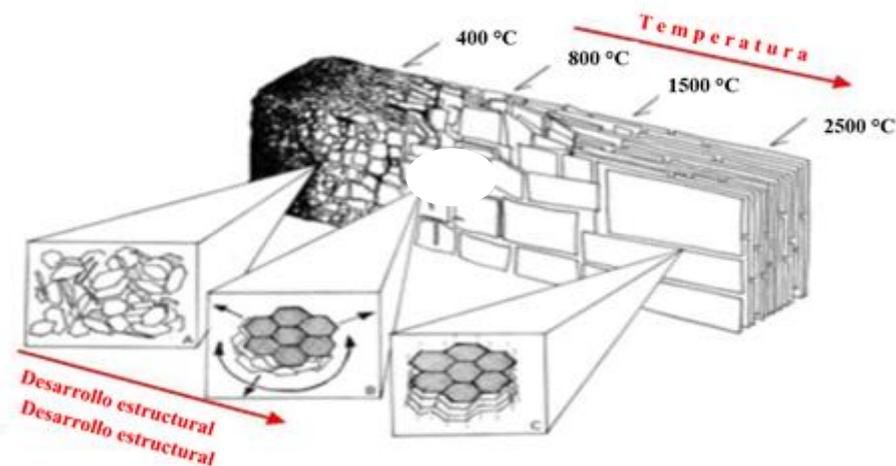


Figura 14: Dependencia de la temperatura en la formación de la estructura del Biochar

Fuente: Adaptado por Downie *et al.* (2009)

En la Tabla 10, se muestra la caracterización textural de los biocarbones obtenidos de la madera de abeto la cual puede observarse que está en función del incremento de la temperatura de pirólisis. Se observa que con el incremento de la temperatura de la pirólisis se incrementa el volumen de poros, microporos y superficie específica (Urien 2013).

Tabla 10. Características texturales de los biocarbones obtenidos en función

T° (°C)	BP (cm ³ g ⁻¹)	Won (cm ³ g ⁻¹)	E (kJmol ⁻¹)	Lo (+)	Si (m ² g ⁻¹)	Se (m ² g ⁻¹)	SBET* Total (m ² g ⁻¹)	Stop [averigüe] (m ² g ⁻¹)
400	0.05	0.05	16.2	> 2	-	2	124	51
500	0.09	0.09	13.1	> 2	-	2	199	91
600	0.17	0.16	24.7	0.82	390	3	405	374

Fuente: Urien (2013)

BP: volumen total de poros; Won: volumen de micro poros; Lo: tamaño medio de los micro poros; Si: superficie micro porosa; Se: superficie externa (no micro porosa); Stop [averigüe]: Superficie específica total estimada por distintos métodos= $[S_{DR}+Comp.+S_{DFT}]/3$. Puede considerarse como una buena estimación de la superficie real.

La presencia de poros y microporos es una propiedad muy importante en el biochar al ser usada como mejora del suelo, dado que estos permiten el intercambio gaseoso e hidrológico, así como el movimiento de las raíces de las plantas y la vida microbiana. Siendo el volumen de los macroporos más grande que de los microporos y el área superficial de los microporos superior respecto a los macroporos (Capraro 2012).

Otra propiedad interesante del biochar es su alta recalcitrancia, este parámetro indica cuán lenta es su degradación en el suelo, dado que el biochar puede permanecer más de 100 años en el suelo, lo cual que podría mitigar los efectos del cambio climático (Verheijen *et al.* 2010).

2.5.10. Empleo del biochar

García (2015) señala de algunas de las primeras investigaciones científicas sobre la aplicación del biochar, reportan los efectos beneficiosos del biochar en la germinación y en la química del suelo. El interés global en el estudio del biochar y aplicación ha comenzado tan sólo en los últimos años y se ha orientado a dos aspectos. En primer lugar, el descubrimiento de qué materias tipo biochar explican las elevadas cantidades de carbono orgánico (Glaser *et al.* 2001) y por último la prolongada fertilidad encontrada en ciertas regiones de la Amazonía, conocidas como Terra Preta do Indio (Lehmann *et al.* 2003).

2.5.11. Mejora de suelos

Por sus propiedades, el biochar es usado como una mejora orgánica en la agricultura, por ello García *et al.* (2014) lo describen como un buen “acondicionador de suelos” y Olmo (2016) indica que la adición de biochar incrementa la capacidad de retención hídrica del suelo, y su pH así como reduce la densidad aparente, la compactación y la conductividad eléctrica del suelo y autores como Ayodele *et al.* (2009) sostienen que mejora la filtración del agua. Otros beneficios que da el uso del biochar en el suelo es el incremento de la porosidad, permitiendo incrementar la capacidad de filtración y su permeabilidad, lo que permite el intercambio gaseoso permitiendo la respiración microbiana y al desarrollo de la raíz (Olmo 2016).

En la Figura 15 se muestra el resumen de los principales efectos del biochar sobre las características del suelo

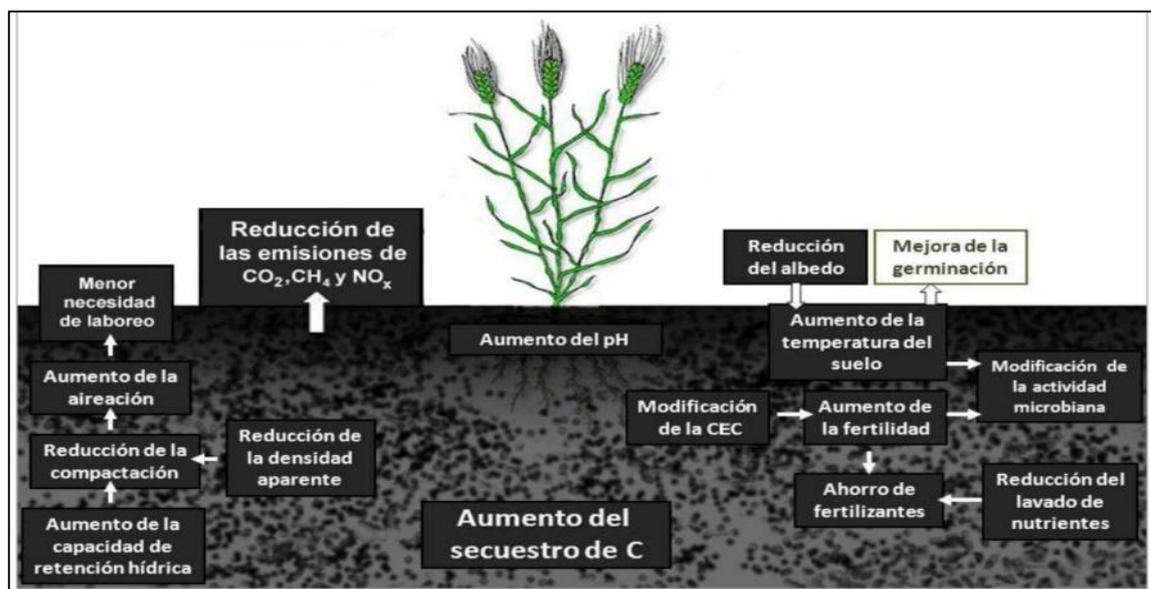


Figura 15: Resumen de los principales efectos del biochar sobre las características del suelo

Fuente: Olmo (2016)

Guerra (2015) indica que los agricultores al aplicar esta técnica se promueve una agricultura sostenible, dado que el biochar es producido con biomasa residual, al ser usado como una herramienta de sumidero de carbono, lo cual permitiría reducir la huella de carbono en la agricultura y reducir los costos de inversión en insumos agrícolas.

Hay una tendencia creciente de estudios sobre el uso del biochar, como mejora en la calidad, del suelo, productividad; esto gracias al rol fundamental del carbono en los procesos químicos, físicos e biológicos, pero también por reducir las emisiones de CO₂ en atmósfera y mitigación del cambio climático. Lehmann (2007) concluye que estas ventajas podrían ser el comienzo una revolución del biochar aplicable a una variedad de usos del suelo.

Escalante *et al.* (2016) sostienen que la incorporación de biocarbón al suelo puede alterar sus propiedades físicas tales como textura, estructura, distribución del tamaño de poro, área superficial total, y densidad aparente, con repercusión en la aireación, capacidad de retención de humedad, crecimiento de las plantas y facilidad de laboreo del suelo.

Los investigadores Kimetu *et al.* (2008) han evidenciado de los diversos estudios de la producción y aplicación del biochar como una forma sostenible de conseguir y mantener niveles apropiados de materia orgánica en suelos. Observaron que la adición del biochar mejora ligeramente la disponibilidad de nutrientes para las plantas, siendo los resultados más significativos en suelos muy degradados; y da una mejor capacidad de intercambio catiónico, pH y saturación de bases.

El biocarbón ha sido considerado como una enmienda en los suelos tropicales por miles de años al mejorar su capacidad de retención de nutrientes, reducir las pérdidas por lixiviación, aportar carbono orgánico, mejorar la retención de agua y la capacidad de intercambio catiónico entre otras propiedades físicas y químicas del suelo, sin embargo, las investigaciones científicas sobre los efectos en el suelo son escasas (Novak *et al.* 2009).

2.6. ENSAYO DE TOXICIDAD

2.6.1. Test de toxicidad con semillas de lechuga (*Lactuca sativa* L.)

Consiste en evaluar el efecto ecotoxicológico del biochar de bambú al exponer el extracto del biochar sobre las semillas de lechugas, para determinar su toxicidad aguda al ser expuesta 120 horas y determinar su efecto sobre la germinación de la semilla y el desarrollo de las plántulas de lechugas en sus primeros días de desarrollo. En la Tabla 11 se muestra las definiciones operacionales.

Tabla 11. Definiciones operacionales

Concentración	Definición	Autor/s
Concentración Letal 50 (CI50) o Dosis Letal 50 (DL50)	Esta expresión estadística se hallará utilizando el software PROBIT que indica la dosis o concentración del extracto de biochar que produzca la muerte del 50% de la población, después de un determinado período. Este indicador se hallará para el bioensayo con dhapnias y lombrices de tierra.	OECD.1984
Concentración efectiva 50 (CE50) o Concentración de inhibición 50 (CI50)	Esta expresión estadística se hallará con el PROBIT, que muestra la concentración de un agente tóxico que se espera cause un efecto agudo, que cause la inhibición al 50 % de la población expuesta durante un determinado periodo de tiempo. Se hallará para el bioensayo de Semillas de rabanito o lechuga	Sobrero y Ronco. 2004.

Fuente: Elaboración propia apartir de Sobrero y Ronco (2004) y OECD (1984)

La evaluación consistio en determinar cuántas semillas germinaron, y medir la elongación de la radícula y del hipocótilo, considerando, que en sus primeros días de crecimiento las semillas sufren diversas reacciones fisiológicas, que pueden ser afectadas por la presencia de una sustancia tóxica que puede inhibir su crecimiento y su supervivencia por ser una etapa de gran sensibilidad a factores nocivos (Díaz *et al.* 2004).

Se emplean las semillas de lechuga en pruebas de bioensayos por su fácil y rápida germinación, lo cual hace posible desarrollar la prueba y obtener resultados en pocos días. (OECD, 1984; Wang, 1987; US EPA, 1989; Boutin et al., 1993). Castillo Morales, Gabriela. Eds. Ensayos Toxicológicos y Métodos de Evaluación de Calidad de Aguas, protocolos de ensayo. México, 2004. 71-73.

2.6.2. Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

La lechuga *Lactuca sativa* es originaria de Asia, encontrándose la especie *Lactuca serriola*. Esta se caracteriza por presentar variedades para diferentes estaciones, esta pertenece a la familia de las asteráceas y presenta muchas variedades botánicas, entre las que destacan (Krarup y Moreira 1998):

- *Lactuca sativa* L. var. Capitata (L.) Janchen, conocida como de amarra, mantecosa,

española.

- *Lactuca sativa* L. var. Crispa L., que corresponde a las lechugas de cabeza, great lakes, Batavias o escarolas (Celis *et al.* 2006).
- *Lactuca sativa* L. longifolia (lam) janchen, también llamada romana o costina.
- *Lactuca sativa* L. var. Acephala dill, conocida como de corte o de hojas sueltas.

La lechuga es una planta herbácea, que se caracteriza por tener un tallo muy corto, hojas verdes, hojas internas de menor longitud con respecto a las hojas externas.

Dentro de su taxonomía y morfología se identifica:

- Raíz: Se desarrolla durante la germinación de la semilla; no llega nunca a sobrepasar los 25 cm de profundidad, es pivotante, corta y con ramificaciones.
- Tallo: Este tiene una formación cilíndrica y ramificada de poca longitud.
- Hojas: Órgano de las plantas especializado en la fotosíntesis que crece en las ramas o el tallo, generalmente de color verde, ligera, plana y delgada, y que puede tener diversas formas dependiendo de la especie, el borde de los limbos puede ser liso, ondulado o aserrado.
- Semillas (espermatofitas): Son las pepitas en las cuales está todo el material genético que debe emplear el desarrollo de una planta (Celis *et al.* 2006).

2.6.3. Características de las semillas

Las semillas de lechuga generalmente presentan forma oval o globular, variación en su tamaño, color, textura, forma de propagación. Las semillas pueden almacenarse vivas por largos periodos, asegurándose así la preservación de especies y variedades de plantas valiosas.

La semilla constituye el principal órgano reproductivo de la mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas (Celis *et al.* 2006). Siendo esta la unidad de diseminación necesaria, protege el contenido genético contra la desecación y factores adversos, así mismo suministra el alimento necesario para que la planta joven crezca hasta que elabore por sí misma su propio alimento.

La estructura de la semilla está formada por una capa externa o cubierta, generalmente dura, sólida y leñosa, dentro de la cual se encuentra ubicado el embrión. Aunque normalmente hay un embrión, existen algunas semillas que pueden llegar a tener más de uno. Esto da lugar a que dos o más plantas sean originadas de una sola semilla. Debido a esto la semilla es uno de los principales recursos para el manejo agrícola y silvícola de las poblaciones de plantas, para la reforestación, para la conservación del germoplasma vegetal y para la recuperación de especies valiosas sobreexplotadas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El área delimitada para el estudio de investigación de esta cadena de valor se concentra en la región nor oriental del Perú, la cual está constituida por el distrito de La Florida provincia de San Miguel, Departamento de Cajamarca, ubicada en la parte media de la cuenca del Río Zaña (Paralelos 6° 46' y 7° 06' Latitud Sur y Meridianos 78°54' y 79° 44' Longitud este), las encuestas se realizaron en dos caseríos: La Laja, Limoncito. Así el distrito de La Florida tiene un área total de 61.33 km², ubicándose en la parte media de la Cuenca del Río Zaña, en la Yunga Marítima. La Zona de Vida es el Bosque Seco- Premontano Tropical. Una parte de la zona de producción corresponde a Bosque de neblina, entre 1200-1800 msnm. Limitando por el al oeste con el distrito de Oyotún, al sur con el distrito de Niepos, al este con el distrito de Calquis, al norte con el distrito Catache (Figura 16).

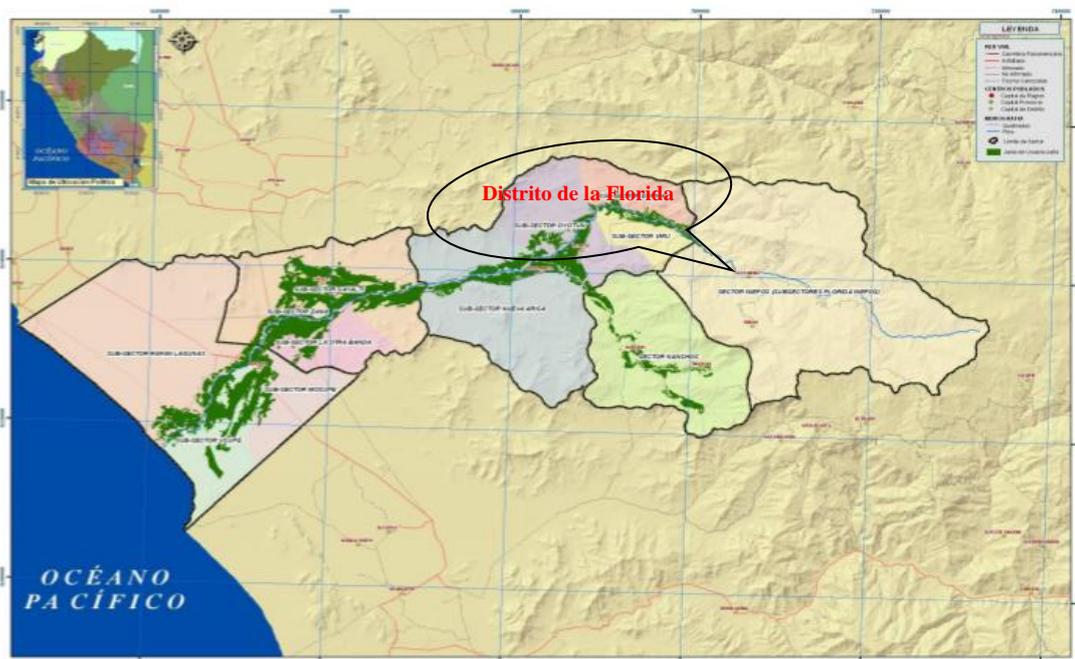


Figura 16: Mapa de ubicación del Distrito de la Florida región Cajamarca

Fuente: Ministerio de Agricultura. Autoridad Nacional del Agua (2010)

3.2. AREAS PRODUCTIVAS Y MUESTRA

3.2.1. Delimitación de las áreas productivas

Se delimito el área de estudio de producción de bambú desde la localidad de Limoncito hasta el caserío de Río azul. Se decidió plicar las encuestas en los caseríos de Limoncito, Hualango y la Laja, zonas donde se ha comprobado la existencia de cultivos con bambú, dado que en el trayecto hacia los caseríos se denota la presencia de cultivos de bambú.

3.2.2. Alcance

En el estudio se identificaron los eslabones de la cadena de valor del bambú *Guadua angustifolia*, en el distrito de la Florida

3.2.3. Localización de la muestra

- **Muestra de suelo:** Se recolectaron 3 muestras compuestas de suelo al azar dentro de los caseríos Limoncito, Hualango y La Laja, siendo estos lugares zonas exteriormente productoras de café que fueron reemplazadas por bambú por los bajos rendimientos en producción de café por efecto de la broca.
- **Muestra de bambú:** Los residuos lignocelulósicos de la especie de bambú *Guadua angustifolia* K. de cinco años de edad aproximadamente, proveniente de la zona de Limoncito, distrito de la Florida de la región Cajamarca, Perú.

3.3. ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE LAS MUESTRAS

3.3.1. Lugar de análisis

Los análisis experimentales de la caracterización del suelo de la Florida, así como de los residuos de bambú *Guadua angustifolia* Kunth y del biochar se llevaron a cabo en:

- Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Laboratorio de pulpa y papel de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

- Laboratorio de Energías Renovables de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Laboratorio de tesis del Departamento de Química de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.3.2. Análisis del bambú y del biochar *Guadua angustifolia*

Se realizó, la caracterización química y física tanto del bambú como del biochar del bambú *Guadua angustifolia* con el fin de conocer las características químicas, físicas y el análisis del contenido energético para ambas muestras.

- **Acondicionamiento de la muestra:** La biomasa fue secada en estufa por 24 horas a 105°C y enfriada en un desecador de vidrio, siendo la humedad adecuada dentro del 10%, moliéndose posteriormente en un molino de cuchillas GRINDOMIX GM 300 de la marca Retsch, y tamizado. Se utilizó un tamiz N° 20 para el análisis elemental, tamiz N°40 para el análisis proximal y tamiz N° 60 para la determinación del poder calorífico (Figura 17).



Figura 17: Determinación de la humedad del residuo de bambú

Fuente: Elaboración propia

- **Caracterización Física del bambú y biochar de bambú *Guadua angustifolia*:** El análisis físico para el bambú y el biochar consistió en la determinación de la densidad por el método de Arquímedes.

- **Análisis de poder calórico – TGA (Calorímetro):** Se usó un calorímetro LECO AC600 llevando a cabo una combustión en atmósfera de oxígeno seco. Usando 0.4 g de masa de muestra sólida en base seca. El cálculo del poder calorífico se realizó de acuerdo a la metodología propuesta por la norma ASTM D5865-13 (Figura 18).



Figura 18: Equipo calorimétrico

Fuente: Elaboración propia

- **Análisis químico elemental:** El análisis elemental (C, H, N, O, S) se realizó siguiendo la metodología propuesta por ASTM D4239, se procesó la muestra por triplicado en base seca (las muestras fueron secadas a 24 horas a 105°C).
- **Análisis Termo gravimétrico – TGA (Proximal):** El análisis proximal (% H, %MV, %C) se realizó de acuerdo a la metodología propuesta en la norma ASTM D7582, el análisis se realizó por triplicado en base húmeda, usándose una termobalanza TA INSTRUMENT TGA Q600.
- **Caracterización química lignocelulósico:** Se realizó la caracterización de los componentes lignocelulósico del bambú *Guadua angustifolia* como son: lignina, celulosa por los métodos Klason TAPPI (T 222) y TAPPI (T 212) respectivamente y la hemicelulosa se determinó por diferencia de la cantidad en porcentaje de la holocelulosa ASTM (D1104) y celulosa, cuyo contenido de lignina, hemicelulosa y celulosa se encontró por diferencia de pesos entre los residuos. La digestión con métodos ASTM D1104, se hizo para tener en cuenta el contenido de extractivos del bambú, luego se encontró el contenido de lignina en el material molido a partir del

residuo insoluble que quedó después de hidrolizar con ácido sulfúrico los carbohidratos del material (Figura 19).

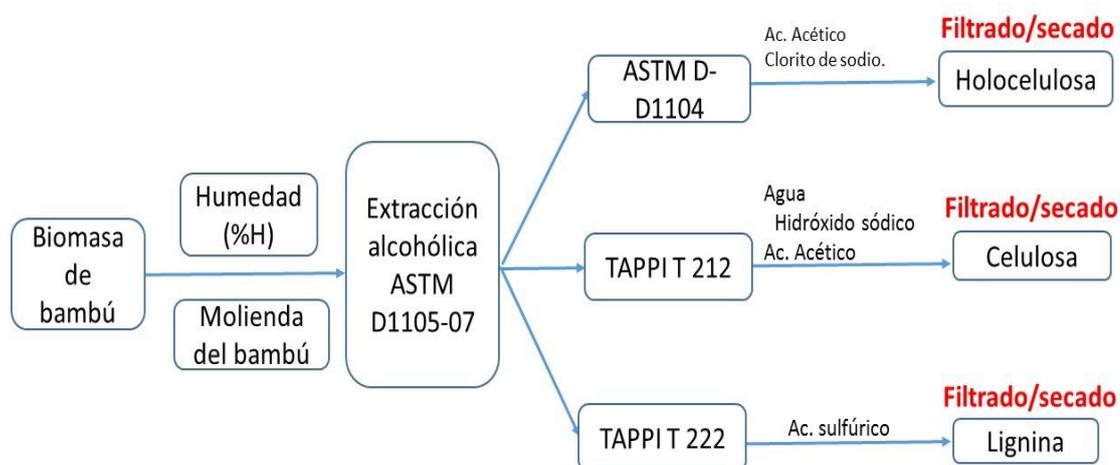


Figura 19: Esquema del análisis lignocelulósicos

- Fuente: Elaboración a partir de las metodologías ASTM D-105-07, ASTM D-1104, TAPPI T 212 y TAPPI T 222.
- **Caracterización química del suelo del distrito de la Florida:** En la Tabla 12, se la relacionan los análisis realizados a las muestras de suelo.

Tabla 12. Relación de análisis y metodología usada en la caracterización del suelo

Nº	Parámetro	Unidad	Metodología
1	pH		Potenciómetro, relación suelo agua 1:1 y en pasta saturada
2	Conductividad eléctrica (C.E.)	ds/m	Lectura del extracto de relación suelo agua 1:1 y en pasta saturada
3	Análisis mecánico:		
4	Arena	%	Hidrómetro de Bouyucos
5	Limo	%	Hidrómetro de Bouyucos
6	Arcilla	%	Hidrómetro de Bouyucos
7	Clase textural		Triangulo textural
8	Materia Orgánica	%	Walkley & Black
9	Fosfato disponible	ppm	Olsen modificado
10	Potasio disponible	ppm	Acetato de amonio pH7.0
11	Cationes cambiables		
12	C.I.C Total	Cmol(+)/Kg	Acetato de amonio pH7.0
13	Ca+2	Cmol(+)/Kg	Espectroscopia de adsorción atómica
14	Mg+2	Cmol(+)/Kg	Espectroscopia de adsorción atómica
15	Na+	Cmol(+)/Kg	Espectroscopia de adsorción atómica
16	K+	Cmol(+)/Kg	Espectroscopia de adsorción atómica

Fuente: Elaboración propia.

- **Determinación de la toxicidad del biochar:** Se usó el método del TCLCP de la EPA, para las pruebas de germinación en semillas de lechuga *Lactuca sativa*. Para estas pruebas se realizó la extracción de los lixiviados del bambú por el método del TCLCP 1311 (Figura 20).

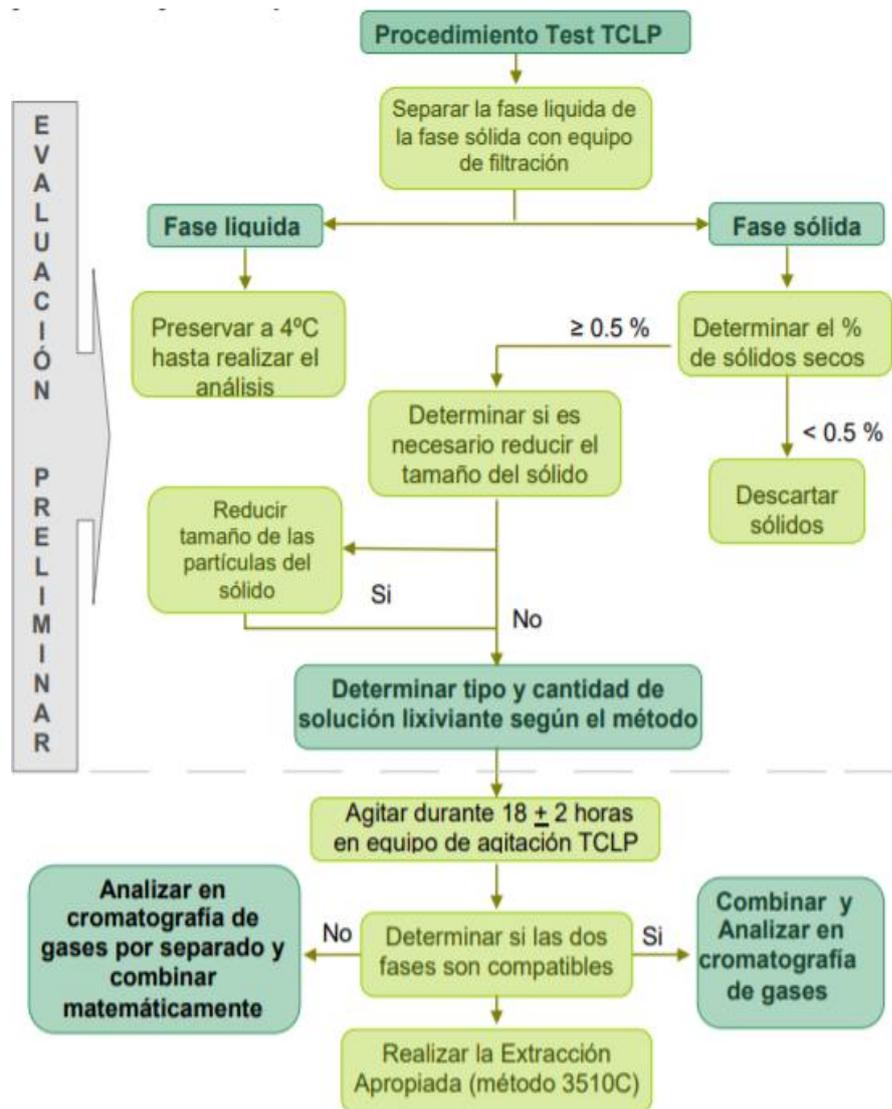


Figura 20: TCLCP 1311: Procedimiento de caracterización toxicológica

Fuente: Reinel (2009).

- Con el extracto obtenido se realizó la prueba de bioensayo de toxicidad con semillas de rábano de las especies *Lactuca sativus* L. con base en los principios de prueba estática de toxicidad aguda en las que se pueden evaluar los efectos fitotóxicos del

biochar de 4 concentraciones (1, 3, 5, y 7 por ciento respectivamente) en el proceso de germinación de las semillas y en el desarrollo de las plántulas durante los diez primeros días de crecimiento. En la Tabla N°13, se observan los volúmenes necesarios para cada dilución en el rango de concentración establecido.

Tabla 13. Concentraciones del extracto de biochar

Patrón N°	Concentración (%)	Volumen (ml)
1	1.5	100
2	3.175	100
3	6.25	100
4	12.5	100
5	25	100
6	50	100
7	100	100

Fuente: Sobrero y Ronco (2008)

Previo a la implementación de la prueba, se verificó que cada muestra de semilla utilizada tuviera un porcentaje de germinación al 95 por ciento, para esto; se caracterizaron las condiciones de germinación de los tratamientos: germinación en ausencia de luz y temperatura óptima de crecimiento de 23°C en promedio. Se tomaron los siguientes pasos:

- a) Se colocó en cada maceta un extracto de arena gruesa, arena fina (lavados previamente), y un tercer extracto de tierra agrícola tamizado.
- b) Se identificó cada maceta correspondiente al tratamiento (concentración del biochar) y el número de repeticiones correspondientes.
- c) Con la ayuda de una pinza se colocaron y distribuyeron cuidadosamente 10 semillas de rábano previamente pesados en una balanza analítica, dejando espacio suficiente entre las semillas para permitir la elongación de las raíces.
- d) Se suministró humedad a cada una de las macetas y se acomodó en un ambiente oscuro condicionado para la germinación en ausencia de luz por 240 horas (10 días) a una temperatura de 22 ± 2 °C.
- e) Se realizó un control diario de humedad y número de semillas germinadas.

Previo al cálculo de índice de germinación se calcularon dos índices: el porcentaje de germinación relativo (PGR) y crecimiento de tallo relativo (CTR) de cada tratamiento.

$$\text{PGR} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de semillas germinadas en maceta}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas sembradas en maceta}} \times 100$$

$$\text{CTR} = \frac{\text{Elongación del tallo de la plántula por maceta}}{\text{N}^\circ \text{ de semillas sembradas en maceta}} \times 100$$

$$\text{IG} = \frac{\text{PGR} \times \text{CTR}}{100}$$

Dónde:

PGR: Porcentaje de Germinación Relativo.

CTR: Crecimiento de Tallo Relativo.

IG: Índice de Germinación

Así mismo para determinar el % de inhibición del crecimiento de la lechuga se utilizo la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de inhibición} = \frac{[(\text{Prom. crecimiento tratamiento} - \text{Prom. crecimiento control} (-)) \times 100]}{\text{Promedio crecimiento control} (-)}$$

Luego, se determinó el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación de los datos obtenidos, para después calcular el porcentaje de germinación de semillas y el porcentaje de inhibición del crecimiento de la raticula e hipocótilo, tomado como referencia el control negativo. Y por último se obtuvo la concentración de inhibición media (EC50), para la cual será uso del programa estadístico PROBIT. 34.

3.4. PRODUCCIÓN DE BIOCHAR DE BAMBÚ *GUADUA ANGUSTIFOLIA*

Se recogió y cuantificó el material de descarte que se produjo en todo el proceso de elaboración de tablillas de bambú. El tratamiento de estos residuos consistió en la elaboración de biochar por medio de la pirólisis con oxígeno controlado. La elaboración del biochar se realizó en el Centro Modelo de Tratamientos de Residuos Sólidos (CEMTRAR) de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

3.4.1. Materiales de campo

Se realizó la elaboración de una tablilla de bambú para determinar la generación de material de descarte (Figura 21).

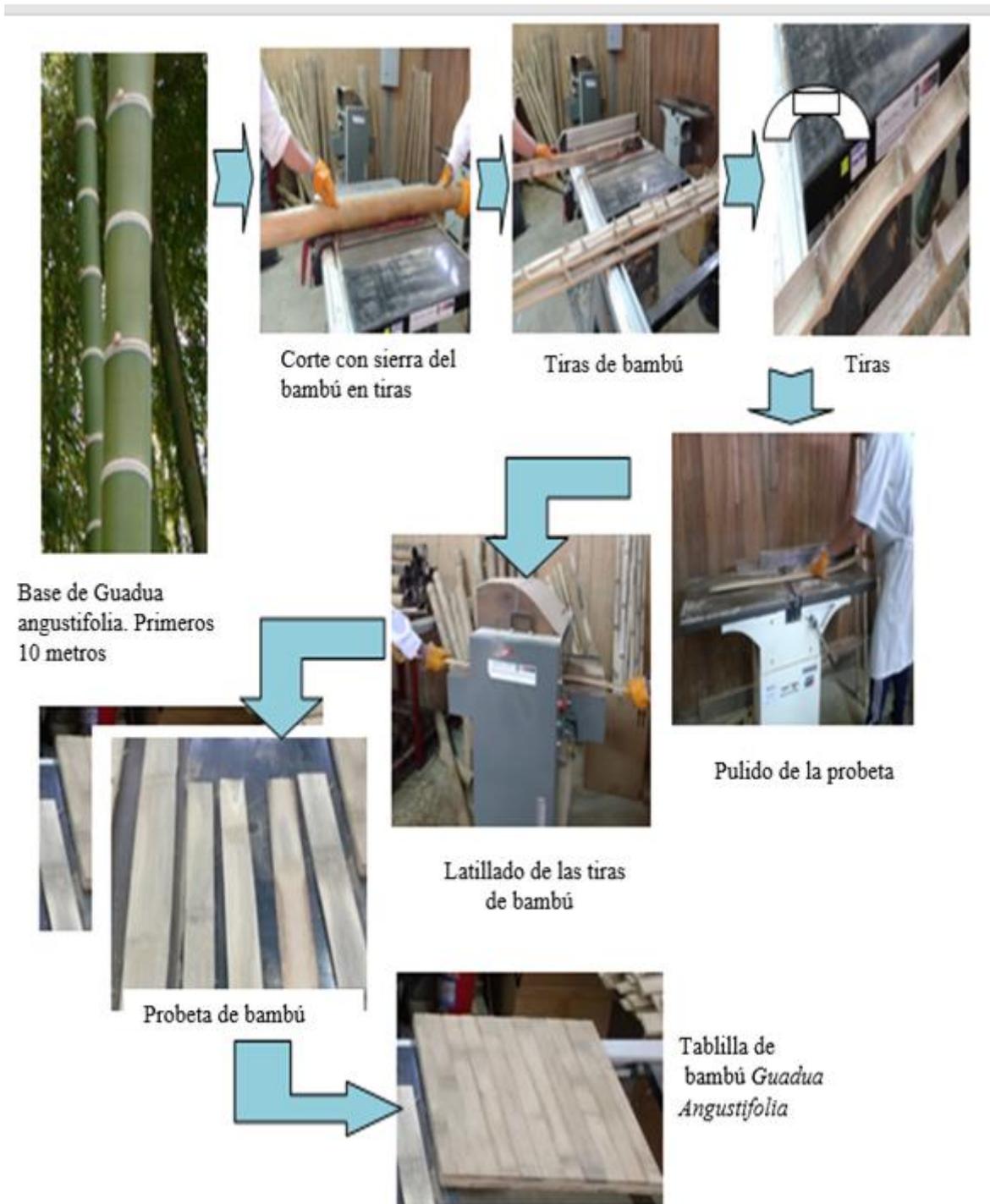


Figura 21: Esquema de producción de una tablilla de bambú *Guadua angustifolia*

Fuente: elaboración propia

La Figura 22 muestra el material de descarte generado en la producción de la tablilla de bambú el cual servirá para la producción del biochar.



Figura 22: Materias primas seleccionados para la producción de Biochar

*a) Residuos de bambú *Guadua angustifolia* Kunth, b) Tablillas de bambú que no cumplen las especificaciones técnicas. c) Bambú sin preservación, deteriorado por hongos. d) Material de descarte de bambú *Guadua angustifolia* Kunth.*

Fuente: Elaboración propia

Las muestras de los residuos orgánicos de bambú *Guadua angustifolia* Kunth, han tenido un pre tratamiento de secado antes de la elaboración de biochar. Para su recolección y selección se utilizaron: sacos de plástico de 50 kg de capacidad, guantes de cuero para el proceso de pirolisis, balanza para el peso de materia prima.

3.4.2. Equipos y materiales de producción del biochar

Para la producción del biochar se utilizaron los siguientes equipos: horno pirolítico, cuya capacidad es de 50 kilogramos y un horno pirolítico de 3 kilogramos de capacidad, en el primer horno se realizó la combustión a 350 y 450 °C y en el 2do horno se usó 550 °C de temperatura, se usó termómetro digital infrarrojo Infrared Thermometer (-32°C-700°C), balanza BRDO4KF (1g - 5 kilogramos), bandejas de aluminio y espátula.

Horno pirolítico: primer horno, está diseñado y fabricado en base a la necesidad de producción del biochar necesarias para las muestras requeridas para la investigación, se encuentra compuesto por dos componentes. Un cilindro externo donde se coloca la materia prima para la producción del biochar, el otro cilindro interno tiene la finalidad contener la biomasa de combustión que alimenta calor al proceso de la pirolisis, este cilindro está condicionado para el ingreso limitado de aire.

En el caso del segundo reactor este consta de un tambor externo de forma circular que tiene en común una cámara para la producción de biochar con perforaciones para la liberación de energía, compuestos volátiles y gases de combustión. El otro cilindro interno tiene la finalidad contener la biomasa de combustión que alimenta calor al proceso de la pirolisis, este cilindro está condicionado para el ingreso limitado de aire (Figura 23).



Figura 23: Hornos pirolíticos para la producción de biochar

Fuente: Elaboración propia

3.4.3. Producción del biochar

La biomasa residual de bambú *Guadua Angustifolia* se colocó en el reactor de 50 kilos a temperaturas de 350 y 450 °C, para la temperatura de 550 °C se usó el reactor pequeño colocándose en el ánfora de acero el bambú destinado para la producción del biochar, la cual fue colocada en el horno piloto de conversión térmica:

Para la producción del biochar, la biomasa de bambú, debe contar con una humedad de 10 por ciento, lo cual se determinó con el uso de un hidrómetro. Figura 24a.

- a) Se pesó y llenó el ánfora con la biomasa residual del bambú *Guadua angustifolia* Kunth. La cantidad dependió del tipo y cantidad necesaria de material sin compactar en las cámaras. Sucesivamente se selló las cámaras para no permitir o limitar el ingreso del aire y se volteó todo el componente del horno pirolítico. Ver Figs. 24b.
- b) Es importante en la producción de biochar el control de la entrada de aire en el ánfora dado que la pirólisis se lleva a cabo en condiciones de oxígeno limitado. Para ello, se acondicionaron las entradas de aire en el centro de la tapa del ánfora, la cual será sellada una vez terminado el proceso de la pirolisis, tal como se observa en la Figura 24c.
- c) Se colocó el ánfora en el centro de la cámara externa, luego se llenó de material combustible de podaduras (restos de madera, leña, ramas secas, hojas). Una vez completado todo el espacio libre, se suministró el fuego. Ver Figuras 24d, 24e.
- d) Se controló constantemente la temperatura durante el proceso de pirolisis, con un termómetro infrarrojo tanto en el tope, medio y en el fondo de la unidad exterior.
- e) A los 10-15 minutos (aproximadamente) de iniciado el proceso de combustión, se observó sobre el orificio de la tapa del ánfora una flama de color azul, señal evidente que la conversión térmica de la biomasa residual inicia su proceso.
- f) El tiempo del proceso de pirólisis duró aproximadamente un total de 2.5 a 3 horas.
- g) Una vez transcurridos las tres horas se procedió a tapan el orificio del ánfora, dejándolo enfriar por el lapso de unas 6 horas. Luego se procedió a pesar el biochar obtenido para poder realizar el cálculo de rendimiento. Así el biochar resultante se separó guardo en bolsas para el análisis de laboratorio. Ver figuras 24f, 24g. 24h.
- h) Con cada lote de producción de biochar, se estimó el rendimiento de producción de biochar a partir de cada tipo de materia prima utilizada, se recopilaron los rangos de temperatura y el tiempo de producción. Se obtuvieron en total 3 muestras de biochar. En la figura 24 se detalla el proceso con imágenes (a, b, c, d, e, f, g, h).
- i) Figura 24. Producción del biochar de bambú



Figura 24: Producción del biochar de bambú

- a) *Determinación de la humedad del residuo de bambú *Guadua angustifolia* Kunth. b) Pesado de los residuos de bambú. c) Ánfora llena con los restos de bambú dentro del horno de pirolisis. d) Acondicionamiento del combustible en el horno de pirolisis para suministro de térmico e) Encendido del horno paralítico. f) Cierre del horno. g) Medición de la temperatura durante la pirolisis de la materia prima, h) Biochar obtenido. i) Pesado de muestras del biochar.*

Fuente: Elaboración propia

IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1. DIAGNÓSTICO SOCIOECONÓMICO DE LA ZONA PRODUCTORA DE LA FLORIDA (CAJAMARCA).

Se realizaron las encuestas a 42 pobladores del distrito de La Florida, siendo la población de encuestados, los pobladores de los caseríos La Laja y Limoncito.

4.1.1. Sexo, edad y estado civil de la población

- Se observa que la población está conformada por el 52 por ciento de los pobladores del sexo masculino y del 48 por ciento de pobladores del sexo femenino, en estos caseríos (Figura. 25).

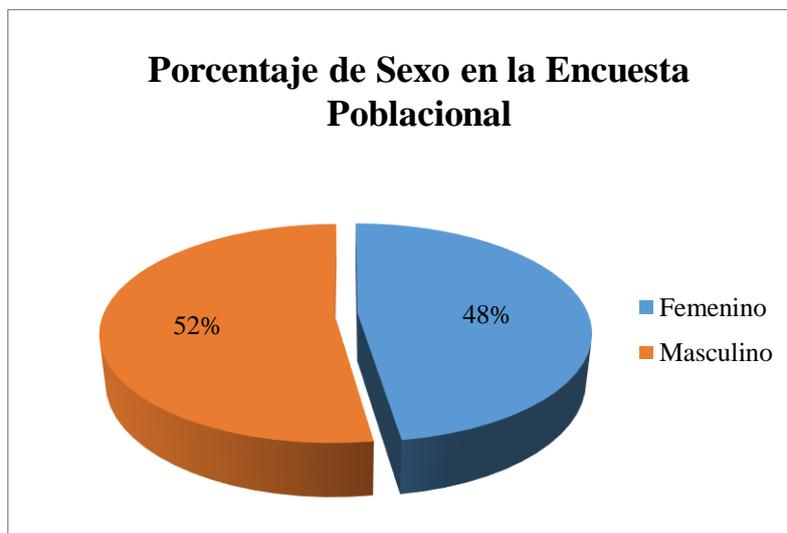


Figura 25: Sexo de los productores de bambú (*Guadua angustifolia K*)

- Con respecto a las edades se encontró que fluctúan entre 15 a 75 años, encontrándose con mayor proporción personas con edades menores a los 45 años (28.6 por ciento), de similar proporción a las personas mayor a 60 años (28.5 por ciento) (Figura 26).

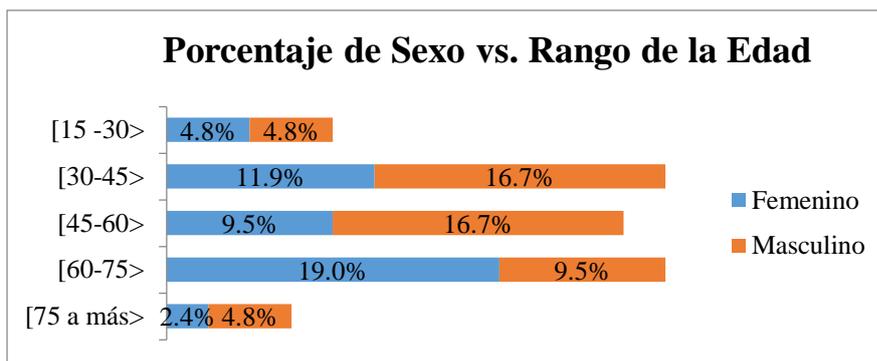


Figura 26: Edad y sexo de los productores de bambú (*Guadua angustifolia K*) en el Distrito La Florida

Los resultados de la encuesta, muestran que un 42.9 por ciento de la población está dedicada a la actividad agrícola, y que la población masculina constituye un 38.2 por ciento, comprendidos en un rango de edades entre 15 a 60 años. Se ha encontrado además que el 21.4 por ciento de la población femenina se encuentra en el rango de edades entre 30 - 45 y 45 -60 años, ver Fig. 25., cuya participación agrícola para el cultivo de bambú es muy importante dado que esta población cuenta con experiencias con el manejo de otros cultivos como el café orgánico, ya que han participado como miembros activos de la marca de exportación Café Femenino (Chavez 2015). Esto evidencia que existe la mano de obra necesaria y capacitada para el manejo de este cultivo, que, a diferencia de otros cultivos, requiere menos inversión para su mantenimiento y cosecha, llegando incluso el comprador a cortar sus propias cañas según sus requerimientos.

- Respecto al estado civil se observa que 31.0 por ciento de los pobladores son solteros, 28.6 por ciento casados, así como el 23.6 por ciento convivientes y sólo el 14 por ciento son separados (Figura 27).

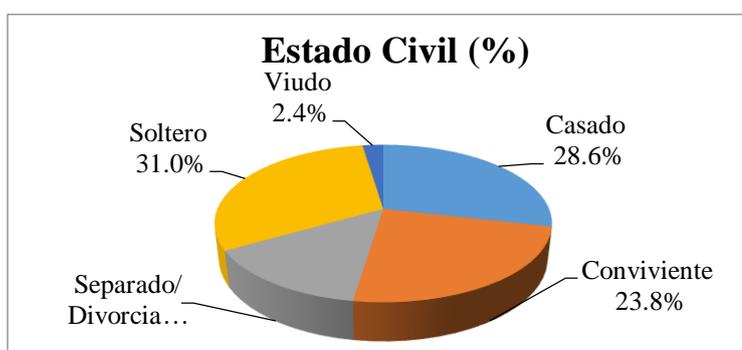


Figura 27: Estado civil de los pobladores del Distrito La Florida

4.1.2. Ingreso mensual familiar

Se observa que solo el 12 por ciento de los pobladores de estos caseríos tiene un ingreso mensual entre el rango de 1500 a 2800 soles, seguido del 4.8 por ciento de pobladores que perciben 1000 soles, 4.8 por ciento de pobladores perciben entre 800 a 850 soles mensual y 600 soles (Figura 28).

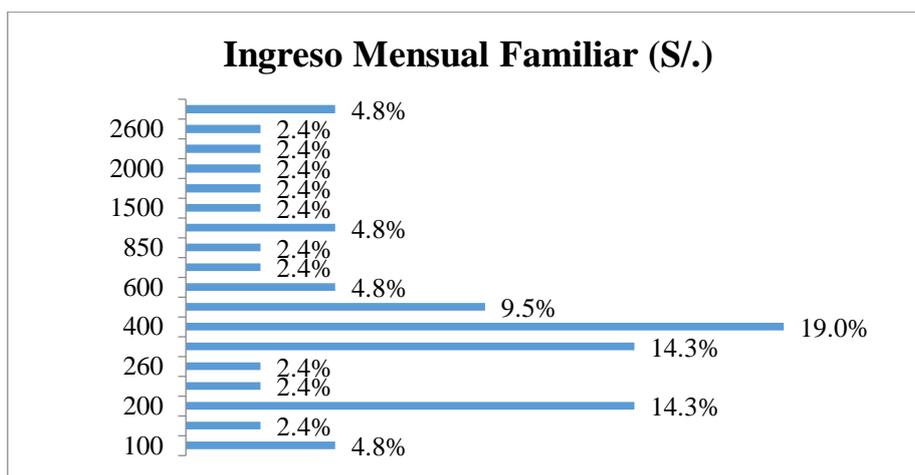


Figura 28: Ingreso mensual familiar (S/.) de los pobladores del Distrito La Florida

Así mismo el INBAR ha encontrado que el cultivo de bambú en el Perú se ha desarrollado en la zona Nor oriente del país, siendo la localidad de la Florida (Cajamarca) la que ha desarrollado este cultivo para ser usado como cerco vivo. Así en los últimos años se está realizando la producción de plántones de bambú en viveros usando como método de propagación el uso de chusquines, constituyéndose como una fuente de ingresos adicional.

4.1.3. Lugar de nacimiento

El 31 por ciento de productores entrevistados nacieron en el caserío de Limoncito, seguido el 26.2 por ciento del caserío de Agua Azul, en tercer lugar, de La Laja con 21.4 por ciento, siendo el lugar de nacimiento en menor porcentaje los distritos de La Florida (11.9 por ciento), Hualango 87.1 por ciento) y Monte eco con 2.4 por ciento (Figura 29).

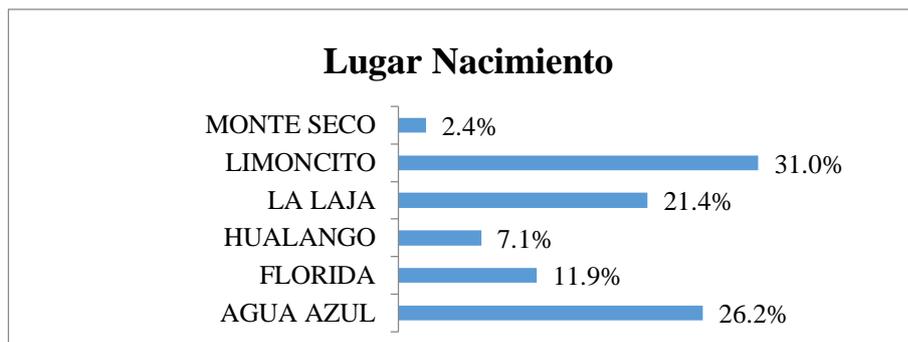


Figura 29: Lugar de nacimiento de los pobladores del Distrito La Florida

4.1.4. Ocupación principal

Se observa que solo el 42.9 por ciento de los pobladores de estos caseríos se dedican al rubro agropecuario y el 33.3 por ciento son amas de casa, 4.8 por ciento de dedican al comercio, transporte y son empleados profesionales y el 2.4 por ciento se dedican a la carpintería, a los campos y son estudiantes (Figura 30).

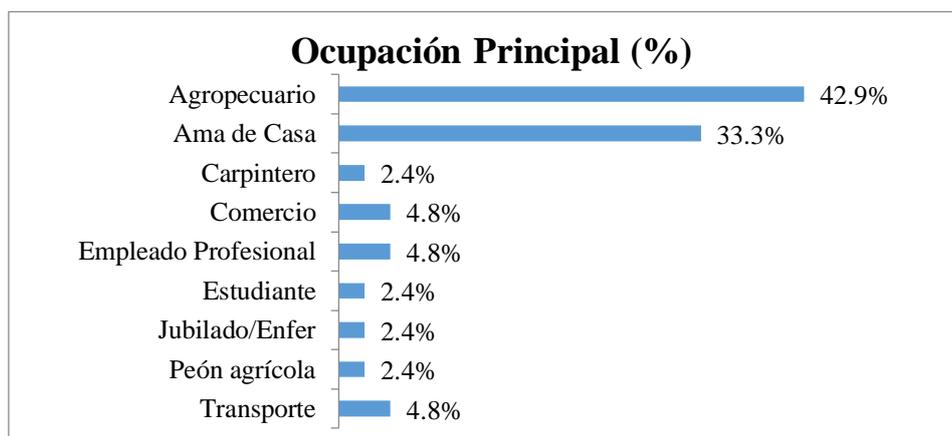


Figura 30: Ocupación principal de los pobladores del Distrito LaFlorida

Este porcentaje alto (42.9 por ciento) de la actividad Agrícola se puede corroborar con el estudio realizado por Chávez en el año 2015, donde indica que esta población es exclusivamente rural y que en los 90s han incursionado en la agricultura orgánica asociándose a la marca Café Femenino, siendo el móvil principal de su participación la oportunidad de contar con un ingreso económico adicional, siendo las mujeres las principales protagonistas en esta asociación, quienes han contado con el apoyo de sus esposos o padre.

4.1.5. Nivel de instrucción y capacitaciones

Los pobladores del distrito de La Florida cuentan con la siguiente composición del nivel de instrucción: 38.1 por ciento tienen primaria completa, el 11.9 por ciento tiene primaria incompleta, el 28.6 por ciento tiene secundaria completa, el 11.9 por ciento tiene secundaria incompleta, el 31.67 por ciento tiene secundaria completa y el 7.1 por ciento no tienen educación superior y solo el 2.4 por ciento tiene educación superior completa. Como se puede observar en la Figura 31, la población presenta bajo nivel de instrucción.

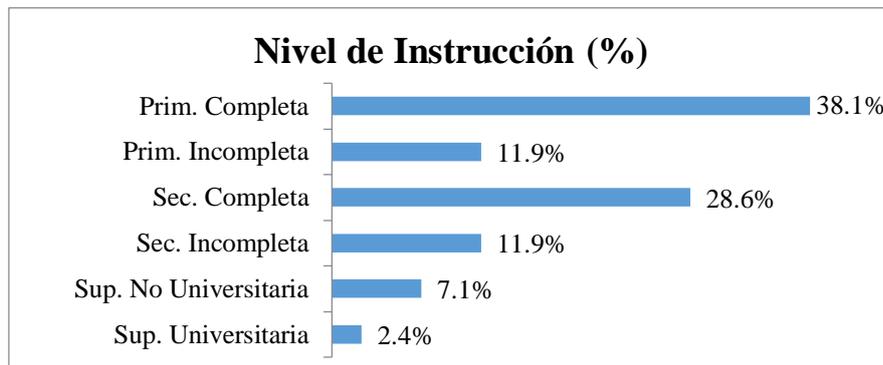


Figura 31: Nivel de instrucción del Distrito La Florida

Sin embargo, eso no ha sido impedimento tanto para las mujeres, en el rango de edad entre 30 – 40 años, quienes se asociaron a la marca Café Femenino, y los otros agricultores que fueron capacitados por diferentes instituciones (CICAP, PROCAP, INIA y la UNALM).

Los resultados de la encuesta muestran que el 19 por ciento de los pobladores del distrito La Florida recibieron asistencia técnica por parte de Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), privadas (ASPRO) y la ONG (CICAP), siendo los porcentajes de capacitación los siguientes: 16, 67% y 16 por ciento respectivamente (Figura 32).

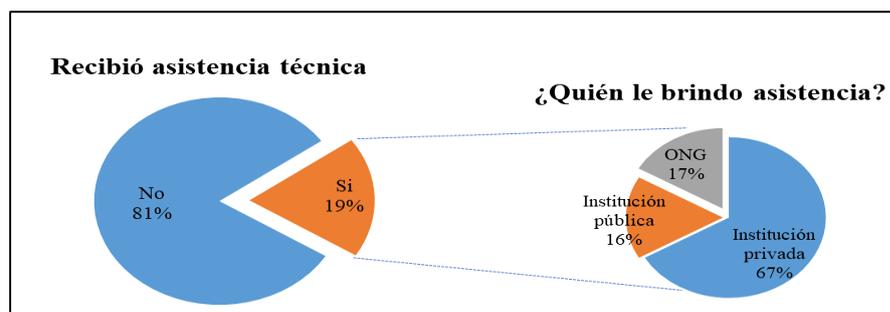


Figura 32: Capacitación de los pobladores del Distrito La Florida

4.1.6. Migración

Se observa que la población del distrito de La Florida presenta una fuerte migración, siendo un motivo fuerte la falta de trabajo, en la zona tal como se puede observar en la figura 33, manifestándose que el 84.7 por ciento de la población migra por la falta de trabajo, y solo el 6,9 por ciento por estudios. Así mismo se observa que son los hijos de los pobladores los que migran en su mayoría, constituyéndose el 66.7 por ciento de la población y el 23.6 por ciento de migrantes lo constituyen los hermanos. Se observa que la población mayoritaria que migra constituye el 48.6 por ciento siendo la edad del migrante entre los 33 a 45 años, seguido 36.1 por ciento cuya edad fluctúa entre los 15 a 30 años, quienes constituyen la población económicamente activa, se observa una población adulta la que se encuentra en estas zonas cuyas edades fluctúan entre 45 a 60 (11.1 por ciento) y de 60 a 75 (4.2 por ciento) (Figura 33).

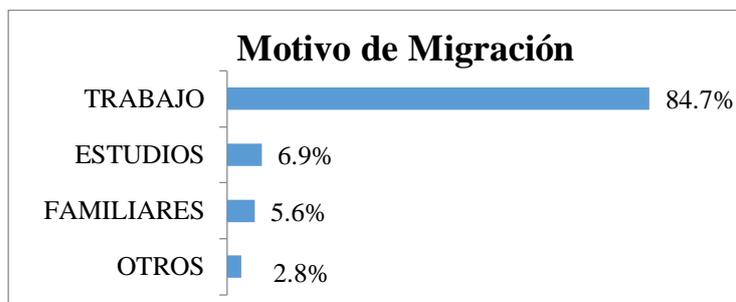


Figura 33: Motivo de la migración de los pobladores del Distrito La Florida, Provincia San Miguel, Región Cajamarca, 2017

- Parentesco del migrante: Los migrantes están conformado por una mayoría de 66.7 por ciento de hijos, seguidos de un 23.6 por ciento de hermanos, siendo los migrantes en menor porcentaje tanto los sobrinos como padres conformando un 5.6 y 4.2 por ciento respectivamente (Figura 34).

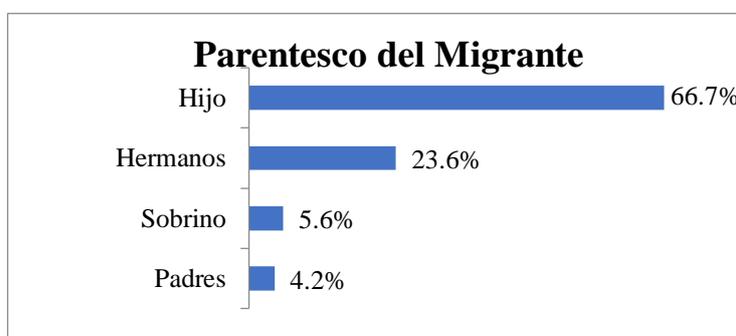


Figura 34: Parentescos del migrante de los pobladores del Distrito La Florida

- Rango de edad del migrante: Los migrantes en su mayoría están conformados por 48.6 por ciento entre las edades de 30 a 45 años seguido de los migrantes con edades de 15 a 30 años, quienes conforman el 36.1 por ciento de los migrantes mayoritarios, siendo estos, la población económicamente activa de la zona, siendo los migrantes minoritarios 11.1 por ciento conformado por las edades entre 45 a 60 años y los migrantes de 60 a 75 años con 4.2 por ciento (Figura 35).

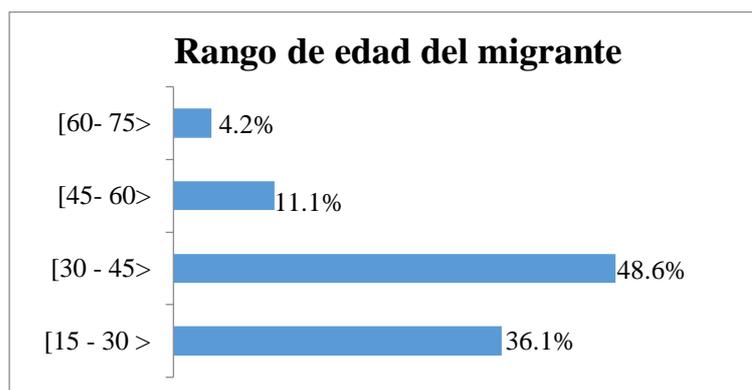


Figura 35: Rango de edad del migrante de los pobladores del Distrito La Florida, Provincia San Miguel, Región Cajamarca, 2017

- **Sexo del migrante:** Se observa que el porcentaje mayoritario de pobladores migrantes lo constituyen el 62 por ciento de la población masculina y el 38 por ciento del sexo femenino (Figura 36).

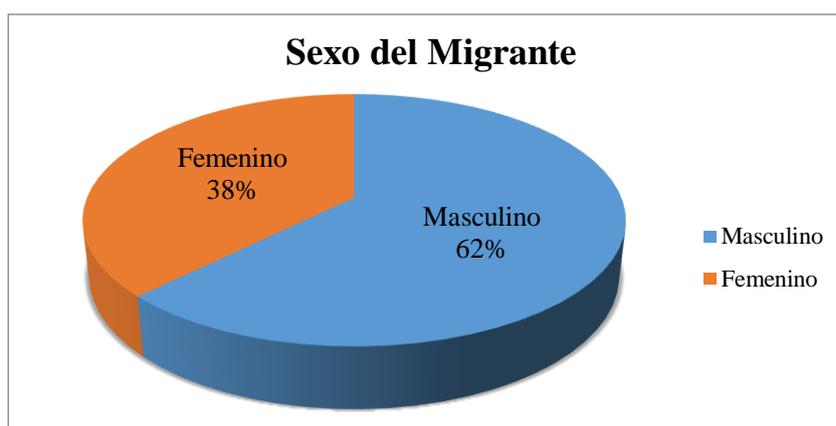


Figura 36: Sexo del migrante de los pobladores del Distrito La Florida, Provincia San Miguel, Región Cajamarca, 2017

4.1.7. Características económicas de los pobladores del distrito de la Florida

Actividades económicas: El 76 por ciento de los productores se dedica a la actividad agrícola, (generando un ingreso familiar promedio de 300 soles mensuales, por la venta de café y caña rolliza, los demás cultivos sirven solo para el autoconsumo), el 33.33 por ciento la complementa con la actividad pecuaria productiva y un 13.34 por ciento se dedica además de la producción de bambú y caficultura a los servicios de carpintería y otras actividades múltiples (no relacionadas a la actividad agropecuaria) (Figura 37).

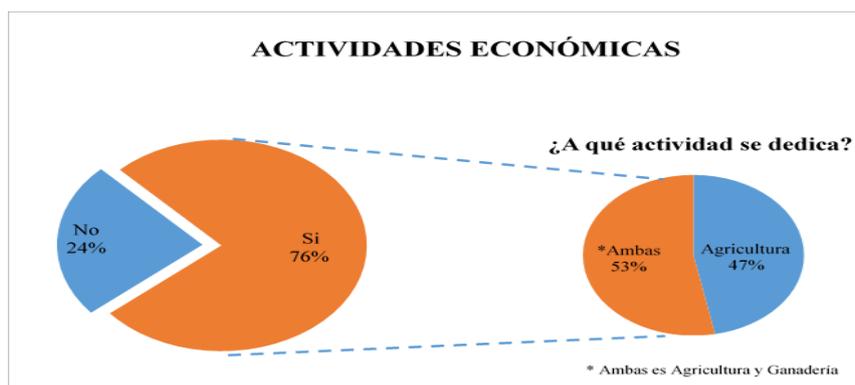


Figura 37: % de productores de bambú (*Guadua angustifolia* K.) por actividades económicas complementarias del Distrito La Florida

4.1.8. Disponibilidad de mano de obra

Las familias en los caseríos encuestados pertenecientes al distrito de La Florida, se encuentran constituidos en promedio por 4 a 5 personas; en la que la mayoría de ellos ha migrado, siendo el rango de edad de los migrantes entre 30 a 45 (48.6 por ciento) seguido de los migrantes con edades de 15 a 30 años quienes conforman el 36.1 por ciento cuyo porcentaje sumando es bastante alto (84.7 por ciento), siendo los destinos elegidos las grandes ciudades como Chiclayo y Trujillo en busca de mejores ingresos para sus familias, observando la poca disponibilidad de mano de obra para los cultivos.

4.1.9. Parcelas y tipos de cultivos

El total del área de la parcela de cada poblador incluye áreas dedicadas a cultivos para el autoconsumo, áreas destinadas al café, al bambú y áreas libres (sin cultivar). Encontrándose mayor porcentaje de pobladores (28.1 por ciento) con superficies totales menores a 0.5 hectáreas y 21.9 por ciento con 1 y 2 hectáreas, 12,5 por ciento con 3 hectáreas solo el 3,1 por ciento presentan 0,25, 5 y 10 hectáreas (Figura 38).

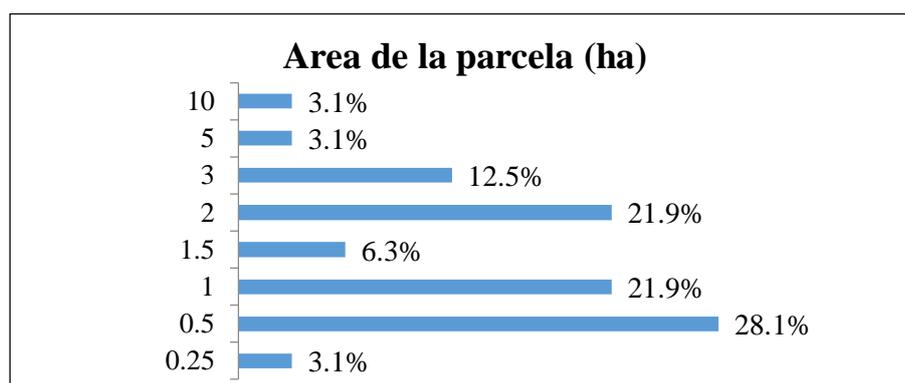


Figura 38: Extensión de parcelas de los pobladores del Distrito LaFlorida

- Número de parcelas sembradas: El 28,65 por ciento de la población indica que tiene 0.5 ha sembradas, seguido del 21.4 por ciento de hectáreas de 2 y 1 hectárea sembrada, 3.6 por ciento indican que tienen 1.5, 3 y 7 hectáreas sembradas respectivamente, solo el 7.1 por ciento tienen 0.25 hectáreas sembradas y el 10.7 por ciento no tienen áreas sembradas (Figura 39).

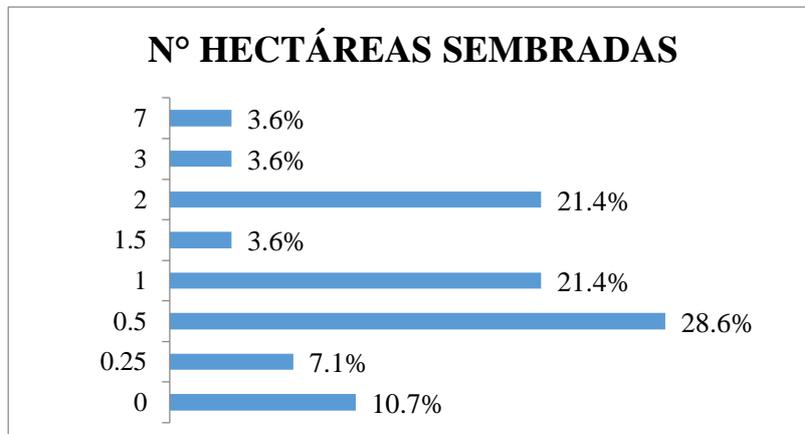


Figura 39: hectáreas sembradas del Distrito La Florida

4.1.10. Título de propiedad

Se observa que el 97 por ciento de la población tiene título de propiedad, siendo el tipo de título de propiedad 68 por ciento escritura y el 12 por ciento posesión del terreno (Figura 40).

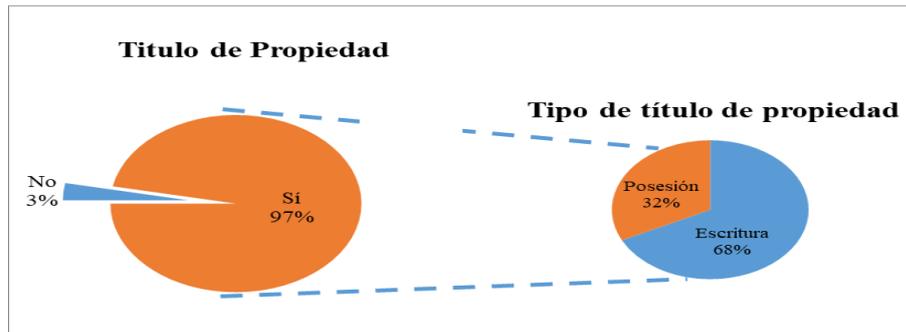


Figura 40: Título de propiedad de los pobladores del Distrito La Florida

4.1.11. Promedio de áreas cultivos por caseríos de la Florida

Se observa 2.3 por ciento el cultivo de plátano es mayoritario en el caserío de Agua Azul, seguido de un 1.62 por ciento en el distrito La Laja y 0.5 por ciento en el distrito de Limoncito, seguido de los cultivos de café el cual es mayoritario en el caserío de Hualango, seguido de 1.3 por ciento del distrito de Agua Azul casi similar al de la Laja (1.25 por ciento) y con 1% en el caserío de Limoncito, así mismo se observa que las áreas de cultivo de bambú en tres de los caseríos son similares, siendo en la Florida y Hualango en cada uno 1.5 por ciento seguido de Limoncito con 1.3 por ciento, La Laja con 1.0 por ciento y Agua Azul con 0.5 por ciento, con respecto a los frutales este se encuentra en su mayoría con 1.0 por ciento en Limoncito y 0.5 por ciento en Agua Azul y Monte seco respectivamente, solo en La Florida se observan cultivos 0.5 por ciento de cultivos de yuca (Figura 41).

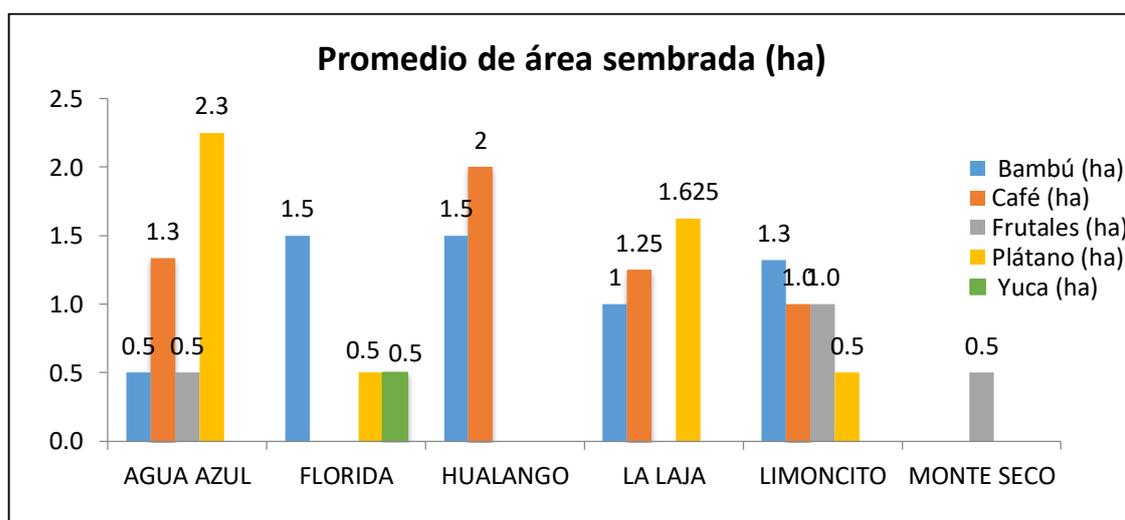


Figura 41: Promedio de área sembrada por lugar (ha)

4.1.12. Productos agrícolas de la zona

el porcentaje (40.0 por ciento) de producción de café es igual al porcentaje de producción de bambú, este valor es diferente al obtenido en el año 2014 donde indica que la producción de café está en 60 por ciento y la producción de bambú en 38 por ciento, esta diferencia debe ser porque los cafetales han bajado sus rendimientos de producción, por lo cual los productores están reemplazando sus cultivos de café por cultivos de bambú, se observa también que la producción de plátanos de 20.0 por ciento, frutales 6.7 por ciento y solo de 2.2 por ciento de yuca (Figura 42).

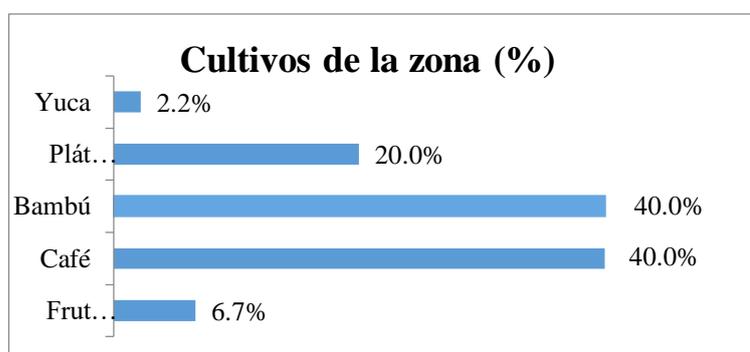


Figura 42: Productos agrícolas del Distrito La Florida

4.1.13. Fuentes de agua usados para el riego

La Figura 43 muestra que las fuentes de agua más usada son los canales de riego constituyendo 53 por ciento los canales de riego, seguido del agua de lluvia con 31.3 por ciento y un 15.6 por ciento el agua del río.

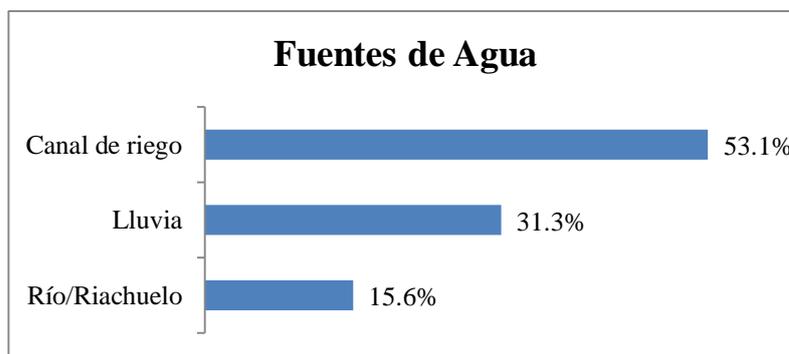


Figura 43: Fuentes de agua del distrito de La Florida

4.2. ANALISIS DE LA CADENA DE VALOR FRENTE A LA DEFORESTACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO

4.2.1. Condiciones meteorológicas del Distrito La Florida

Las condiciones climatológicas registradas por el SENAMHI, en el año 2019 muestran 85.8% promedio anual de humedad relativa, 3.3 mm promedio de precipitación de 39.6 mm de precipitación total, la variación de temperatura máxima oscila entre 20.9 a 18.4°C siendo el promedio 19.5 °C, mientras para la temperatura mínima varía de 11.9 a 9.4 °C y un promedio de 10.4 °C. Estas condiciones no son adecuadas para el desarrollo de las plantaciones de bambú; ocasionando que el desarrollo de los tallos no llegue al diámetro y las alturas de primera calidad deseadas. Con respecto a la humedad relativa registrada en este año (promedio anual 85.8), ésta tampoco es la más adecuada, pues también perjudica el buen desarrollo de las plantaciones y el manejo de post cosecha. Esto puede explicar la razón por la cual el Perú es un país altamente vulnerable. Añazco (2013) indica que para el 2030, disminuirán las lluvias y se incrementará la temperatura por efecto del cambio climático. La Tabla 14 muestra, los resultados de las condiciones meteorológicas del distrito de La Florida.

Tabla 14. Condiciones meteorológicas del Distrito La Florida, Provincia

Mes	Parámetros climatológicos			
	Temperatura máxima	Temperatura mínima	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm/mes)
Enero	18.5	10.5	90.2	2.1
Febrero	18.4	11.8	91.7	14.1
Marzo	19.4	11.9	90.9	8.2
Abril	19.1	11.0	90.3	4.4
Mayo	19.5	10.5	88.7	2.6
Junio	20.5	9.9	83.2	0.5
Julio	20.1	9.4	77.4	1.1
Agosto	20.9	8.6	77.0	0.0
Setiembre	20.7	9.6	83.0	0.5
Octubre	18.9	10.3	87.4	2.3
Noviembre	18.9	10.4	82.3	0.8
Diciembre	18.9	10.9	87.0	3.0
Promedio	19.5	10.4	85.8	39.6*

*Valor acumulado

Fuente: Elaborado a partir de los datos del SENAMHI 2019

4.2.2. Extensión en hectáreas de bambú Distrito La Florida, Provincia de San Miguel Región Cajamarca

El distrito de la Florida cuenta con un total de 274.4 ha. de superficie ocupada por cultivo de bambú, siendo la superficie máxima sembrada con bambú 6.6 ha, superficie mínimo de mata sembrada con bambú 0.01 ha y la superficie promedio de mata sembrada con bambú 0.5 ha (Sainz 2012). De los resultados de la encuesta realizada en el distrito de La Florida el tamaño promedio de superficie continua es de 0.5 ha, la superficie continua más grande registrada es de 10 ha y la superficie más pequeña es un cuarto de ha, así mismo la superficie en la zona de Limoncito es ligeramente inclinado y la zona de La Laja es plano, lo que confirma que el distrito de la Florida presenta una superficie irregular. Así mismo la población indica que debido a la enfermedad de la roya los cultivos de café han bajado sus rendimientos, lo que ha incentivado el reemplazo del cultivo de café por sembríos de bambú, que no les representa gastos de mantenimiento como es el caso del café que tienen que cultivarlos por el rápido crecimiento de las malezas.

4.2.3. Edad de la plantación

El distrito de La Florida se inicia desde los años 50, inducida por la modernización de la Hacienda cafetalera Monte Seco, propiedad de la familia De la Piedra. En los años 70 por la Reforma Agraria, la hacienda fue transferida a los trabajadores en la modalidad de cooperativa, la cual no prosperó, quebrando económicamente al inicio de los 90 por las oscilaciones de los precios internacionales del café que desestabilizó la economía familiar cafetalera, sin embargo surgió una oportunidad con respecto por el café orgánico, al tener una gran demanda y buenos precios en el Mercado internacional, tal es así que crearon la marca Café de mujer en el año 2004, logrando vender café orgánico a los mercados de Estados Unidos, sin embargo los precios fluctuantes y la variación del clima por efecto del cambio climático expresado en el incremento de la humedad y la temperatura (mayor duración de las bajas neblinas) inciden de la caída de los frutos Chávez (2015).

4.2.4. Formas de siembra

La mayoría de los productores indicaron que la siembra se realiza a través de plantones (chusquines) de bambú, para ello construyen sus propios viveros (Figura 44). Otra alternativa que indicaron es la compra de estos chusquines, que son llevados a sus parcelas

y sembradas directamente. También indicaron que realizan la propagación vegetativa a través de rizomas, cuya ventaja es que la primera cosecha se realiza en menos tiempo. Así mismo el productor instala su parcela en un sistema cuadrangular con distanciamientos de 6x6 o 4x4 lo que le permite obtener entre 278 y 625 plantas de bambú por hectárea respectivamente.



Figura 44: Vivero de chusquines de bambú *Guadua angustifolia* en el Distrito La Florida, Provincia San Miguel

4.2.5 Labores culturales que realizan en las plantaciones de bambú

- **Riego:** El riego se realiza con las aguas del río Zaña, las plantaciones están ubicadas en la parte baja del Distrito La Florida (parte media de la cuenca del río de Zaña); sin embargo, la precipitación anual para el 2019 fue 39.9.72 mm, valor no óptimo para el buen desarrollo de las plantaciones.
- **Fertilización:** Los productores no cuentan con recursos económicos necesarios para la aplicación de productos químicos, para abonar sus cultivos, sin embargo, adicionan el estiércol de sus animales menores (guano de cuy y gallinaza) y pulpa de café, así mismo se observa el abandono de las hojas caulinares en los campos de cultivo de bambú que cubre el suelo como un mulch, protegiéndolo de las lluvias evitando la erosión hídrica y proveyéndole de nutrientes al descomponerse esta materia orgánica (Figura 45).



Figura 45: Hojas caulinares del bambú *Guadua angustifolia* en el Distrito La Florida, Provincia San Miguel

4.2.6 Producción de bambú en el distrito de La Florida

En el distrito de la Florida el bambú *Guadua angustifolia* es una especie introducida cuyo uso data desde hace 25 años, siendo usado principalmente para la construcción de cercos vivos con la finalidad de la separación de parcelas, con el paso de los años, se ha incrementado su demanda, por ello para atender esta demanda se implantaron en el año 2005 viveros comunales de chusquines ubicados en los caseríos de Limoncito, La Laja, Pampas de Sequez y Agua Azul, que abastecen de 20000 chusquines aproximadamente a las regiones demandante, así como asesoramiento técnico en la instalación de estos viveros, siendo la asociación de productores asesorados técnicamente por diferentes organizaciones como la ONG CICAP, Sierra Exportadora y el INBAR (Figura 46).



Figura 46: a Culmos cosechados listos para su embarque b) Embarque de culmos de bambú *Guadua angustifolia* en el Distrito La Florida,

4.3. ANALISIS DEL SUELO DEL DISTRITO DE LA FLORIDA

4.3.1 Análisis de fertilidad de las plantaciones de bambú (*Guadua angustifolia K.*) del Distrito

A continuación, se muestran los resultados del análisis de fertilidad de los suelos de tres caseríos del distrito de La Florida como se observa en la Tabla 15:

Tabla 15. Análisis de fertilidad de los suelos de las plantaciones de bambú

MUESTRA	pH (1:1)	C.E (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P (ppm)	K (ppm)
Hualango	5.76	0.38	0	5.22	6.8	105
Limoncito	5.66	0.41	0	5.73	2.9	123
La Laja	5.68	0.41	0	4.83	3.3	115
Promedio	5.7	0.4	0	5.26	4.33	114.33

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM

Los resultados de pH obtenidos del suelo del distrito de La Florida se encuentran en el rango de (5.6 - 6.0) lo que indica que se trata de un suelo moderadamente ácido y se corrobora con los resultados bajos (0.0 por ciento) de CaCO₃. Estos resultados son óptimos para que las plantaciones de *Guadua angustifolia K.* tengan buen desarrollo, ya que se desarrollan bien en suelos ligeramente ácidos (5.5 - 6.5). La conductividad eléctrica (0.4 dS/m) menor a 2 dS/m, indica que el suelo es ligeramente salino, ninguno de los suelos presenta problemas de sales; así mismo el contenido de fósforo (P) es bajo (4.33 ppm) y el contenido de potasio (K) es medio (114.33 ppm) siendo el resultado de la materia orgánica (M.O) promedio igual a 5.26 por ciento variando entre los valores 4.8 - 5.73 por ciento respectivamente; este valor es muy bajo, propio de este tipo de suelo.

4.3.2 Análisis textural del suelo de los caseríos del Distrito de La Florida

A continuación, se muestran los resultados del análisis mecánico y textural de los suelos de tres caseríos del distrito de La Florida como se observa en la Tabla 16:

Tabla 16. Caracterización del suelo

MUESTRA	Análisis Mecánico			Clase textural
	Arena %	Limo %	Arcilla %	
Hualango	39	34	27	Franco arenoso
Limoncito	37	36	27	Franco arenoso
La Laja	37	36	27	Franco arenoso
Promedio	37.67	35.33	27	Franco arenoso

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM

Como se puede observar en la Tabla 16 los resultados muestran que el contenido promedio de arena (39 por ciento) es mayor al contenido de arcilla promedio (27 por ciento) esto nos indican que los suelos del distrito de La Florida presentan clase textural Franco arenoso. A continuación, en la Tabla 17 se encuentran los resultados de las bases cambiables

Tabla 17. Caracterización del suelo

MUESTRA	Cationes Cambiables					Suma de cationes	Suma de bases	% Sat. de bases
	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺³ + H ⁺			
1	13.72	3.3	0.33	0.15	0.1	0.95	17.5	99
2	14.52	3.27	0.36	0.17	0.1	18.42	18.32	92
3	14.31	3.2	0.31	0.13	0.1	18.05	17	93
Promedio	14.18	3.26	0.33	0.15	0.1	12.47	17.61	94.67

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM

En la Tabla 18 se tiene los resultados de las relaciones catiónicas.

Tabla 18. Caracterización del suelo

Muestra	Relaciones Catiónicas	
	Ca ⁺² /Mg ⁺²	K ⁺ /Mg ⁺²
1	4.158	0.1
2	4.196	0.11
3	4.288	0.097
Promedio	4.214	0.102

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM

4.3.3 Caracterización microbiológica de los caseríos del Distrito de La Florida

A continuación, se muestran los resultados de la caracterización microbiológica del suelo del distrito de la Florida, como se observa en la Tabla 19:

Tabla 19. Caracterización microbiológica del suelo

Muestra	Humedad gravitatoria	Organismos mesofilos (UFC/g de suelo seco)			respiración microbiana (mg CO ₂ /g suelo)
		Bacterias	actinomicetos	Hongos	
1	5.24	4.00x10 ⁶	6x10 ⁴	9x10 ³	0.01
2	14.94	1.02x10 ⁷	2.07x10 ⁶	2.6x10 ⁴	0.04
3	16,10	3.6x10 ⁶	4.27x10 ⁵	2.3x10 ⁴	0.02

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM

La Humedad Gravitatoria o Gravimétrica es el primer dato tomado en cuenta en el análisis, ya que la actividad microbiana en el suelo se ve influenciada principalmente por factores como el manejo del suelo, la temperatura y la humedad. En los resultados, se observa que el porcentaje de humedad en la primera muestra es más bajo que en la segunda y la tercera, y eso limitaría la actividad microbiana con respecto a las otras dos, sin embargo, no es completamente determinante.

En cuanto a la evaluación de la actividad de los microorganismos del suelo, se puede observar que la segunda muestra presenta mayor cantidad de bacterias mesófilas y hongos respecto a las otras dos muestras. Es importante conocer la población de estos microorganismos que, se encuentra presente debido a que son los que realizan la mayor parte de la respiración celular en los suelos, junto con los hongos, siendo estos los que liberan la mayor cantidad de CO₂.

Por otro lado, se realizó una evaluación de la población de actinomicetos, son un tipo de bacterias Gram Positivas filamentosas, de muchos de ellos producen sustancias de naturaleza antibiótica; por lo tanto, son importantes en la regulación de las poblaciones microbianas en un suelo, ya que pueden controlar a algunos microorganismos patógenos. En los resultados, se observa que la segunda muestra también presenta una población más elevada de estas bacterias con respecto a las otras muestras, lo cual podría conferirle una resistencia mayor a las poblaciones patógenas, dependiendo del tipo de antibióticos que puedan estar produciendo los actinomicetos presentes.

La medida de la respiración microbiana ayuda a interpretar la actividad metabólica de los microorganismos que existen en el suelo, la cual varía en función de factores biofísicos y climáticos. Tomando en cuenta los resultados con base en la cantidad de CO₂ producida en el suelo, se observa que la muestra 2 es la que posee mayor actividad, siendo así directamente proporcional a la cantidad de microorganismos encontrados en los recuentos anteriores. Esto podría indicar que existe una mayor interacción entre comunidades microbianas y, por lo tanto, una mayor fertilidad del suelo (Tabla 20).

Tabla 20. Comunidades microbiológicas del suelo

Muestra	Biomasa microbiana (mg C/g suelo seco)	Organismos/g de suelo seco)	
		Bacterias fijadoras de nitrogeno de vida libre	Bacterias nitrificantes
1	0.04	2.3x10 ⁸	4.3x10 ⁴
2	0.31	2.3x10 ⁴	2.3x10 ⁴
3	0.36	4.3x10 ⁶	4.3x10 ⁶

Fuente: Laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la UNALM

La cantidad de biomasa microbiana está es determinada por el contenido de C en el suelo. Una mayor cantidad de biomasa indica que existe una mayor población de microorganismos en el suelo. En este caso, la muestra 3 posee mayor contenido de biomasa microbiana que las otras muestras, sin embargo, las UFC de microorganismos mesófilos y la producción de CO₂ es mayor en la muestra 2 como se había visto anteriormente. Se podrían relacionar estos resultados con una acelerada mineralización de los nutrientes en el suelo.

Finalmente, están los análisis de cantidad de bacterias fijadoras de nitrógeno de vida libre y bacterias nitrificantes. Las primeras se encargan de fijar el nitrógeno proveniente de la materia orgánica presente en el suelo y el N₂ libre en la atmósfera en forma de amonio (NH₄⁺), y las bacterias nitrificantes son las que se encargan de convertir ese amonio en nitritos y posteriormente a nitratos, siendo esta la forma en la que las plantas pueden asimilar el nitrógeno. En este caso, se puede observar que las poblaciones en la segunda y tercera muestra se hallan en equilibrio, mientras que en la primera muestra esto no ocurre.

4.3.4 Herramientas utilizadas en las plantaciones

Para la ejecución de las labores agrícolas típicas los productores tienen herramientas básicas como al machete, siendo la herramienta de mayor uso (34 por ciento) seguido de la palana (20.8 por ciento), barreta y lampa (11.1 por ciento), pico (8.3 por ciento), rastrillo (6.9 por ciento) y manguera y tijera podadora ambos con 1,5 por ciento respectivamente, lampa, punzón, machete, serrucho que permiten realizar las actividades de: cortar, deshierbar, podar y cosechar el bambú los jornaleros usan machetes (Figura 47).

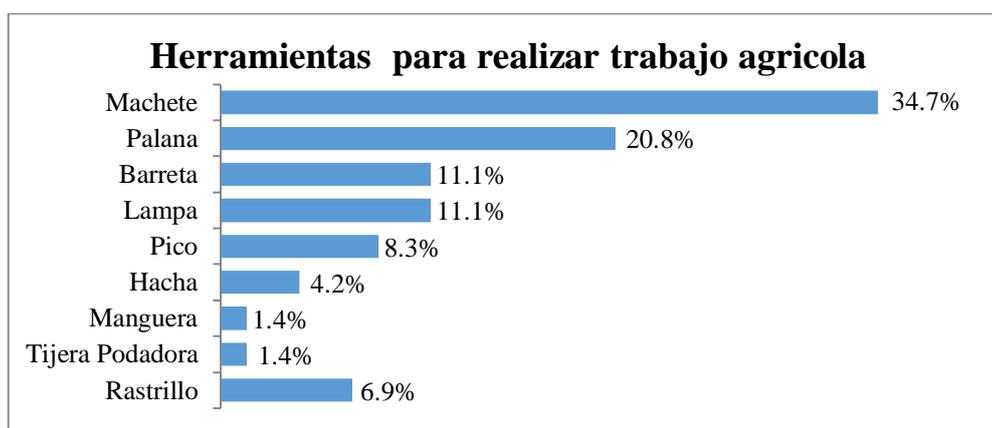


Figura 47: Herramientas utilizadas en los cultivos por los agricultores

4.3.5 Cosecha

Los cortes se realizan al raz del primer nudo, para evitar el acumulo de agua de lluvia en la zona expuesta a agentes abióticos (humedad, precipitación, temperatura, etc.) y bióticos (hongos, bacterias, virus, etc.) produciendo podredumbres a la planta de bambú, lo cual perjudica la rentabilidad (cosechas posteriores) y sostenibilidad de este cultivo en las próximas cosechas. Para la cosecha el agricultor contrata 25 jornaleros/hectárea; pagando 25 nuevo soles/ jornal, el transporte de los culmos de bambú en la zona de acopio, el agricultor lo hace cargándolo manualmente al hombro o utiliza animales como burros, mulas. El tiempo de cosecha se realiza a partir de 5 años, tiempo que alcanza la madurez el bambú, esta actividad puede hacerlo cada 12 meses, en el caso de La Florida, tienen un buen manejo haciéndolo en cualquier mes del año, dependiendo de la demanda del cliente, las calidades pueden ser de super extra, extra, primera, tercera y cuarta calidad eso depende del diámetro requerido por el cliente, así como las puntas que quedan al final de estandarizar el culmo de 6 metros de largo (Tabla 21).

Tabla 21. Calidad de las cañas de bambú (*Guadua angustifolia*)

<i>Calidad</i>	<i>Diámetro de la caña (cm)</i>
<i>Super extra</i>	<i>21 -25 o más (30 cm)</i>
<i>Extra</i>	<i>16- 20</i>
<i>1ra</i>	<i>11-15</i>
<i>2da</i>	<i>8- 10</i>
<i>3ra</i>	<i>5 -7</i>
<i>4ta</i>	<i>4</i>

Fuente: Elaboración propia en base a encuesta a productores

4.3.6 Asistencia técnica

Los productores de La Florida reciben asistencia técnica de las entidades: ASPRO y ONG CICAP, sin embargo son pocos los pobladores que reciben este asesoramiento, por estar dispersos, algunas veces no acuden a las charlas que son organizadas por estas entidades (ONG CICAP y ASPRO); las universidades, se encuentran difundiendo el cultivo del bambú a través de su Círculo de Investigación del bambú (CIB), invitando a los productores a asistir a las charlas y talleres de capacitación sobre manejo del bambú *Guadua angustifolia*, en estos talleres de difusión explican todas las investigaciones sobre las técnicas innovadoras que se han estado realizando sobre este bambú y otras especies. Del mismo modo, la presencia del bambú en esta región data desde hace 25 años sin embargo en los últimos 10 años se ha visto el incremento de las plantaciones de bambú promocionadas por las cooperativas CICAP, Sierra Exportadora, INBAR y el Municipio de la Florida. No obstante, la población indica que solo el 19 por ciento ha recibido asistencia técnica siendo las instituciones ONGs el 17 por ciento y entidades públicas el 16 por ciento (Figura 48).

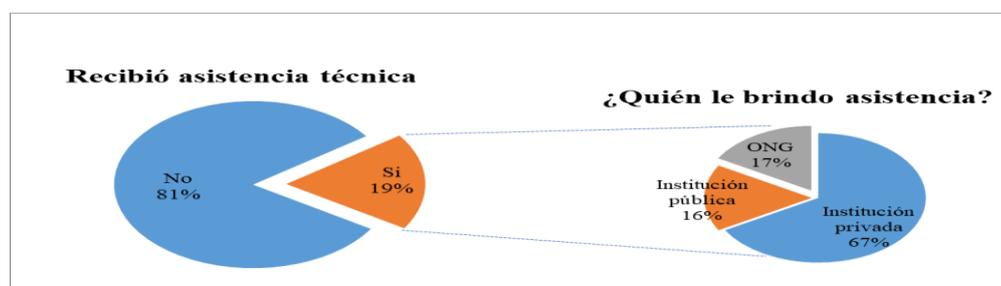


Figura 48: Asistencia técnica recibida por los pobladores del Distrito La Florida

4.3.7 Costos de producción

4.3.7.1. Costos de producción de vivero de bambú *Guadua angustifolia*

A continuación, se propone el costo de la instalación de un vivero de 625 plántones (chusquines) de bambú *Guadua angustifolia* equivalentes para una hectárea sistema 4x4 (Tabla 22).

Tabla 22. Costos de producción de vivero de bambú (*Guadua angustifolia*)

INSUMOS	CANTIDAD	PRECIO POR UNIDAD (S/.)	PRECIO TOTAL (S/.)
Bolsas	1000	2.5	2.5
Tijeras de podar	2	12	24
Lampas	1	25	25
Pico	1	40	40
Carretilla	1	60	60
Malla raschel (15X20 M)	-	-	100
Vigas	8	10	80
Regadera	2	25	50
Manguera (2 pulgadas)	8 m	8	64
Arena (transporte)	120 kg	-	45
Tierra (transporte)	-	-	45
Abono (guano)	80 kg	0.5	40
Ceniza (transporte)	-	-	45
Agua para riego (potable)	3 meses	1	3
TOTAL (S/.):			623.5

4.3.7.2. Costos de una plantación de bambú *Guadua angustifolia*

La estimación se basó para una plantación de *Guadua angustifolia* K. con un distanciamiento de 4x4 metros y diseño en cuadrado a partir de chusquines de un vivero de local. Tabla 23.

Tabla 23. Costos de una plantación de una heptarea de bambú (*Guadua angustifolia*) distanciamiento 4x4

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO S/.	COSTO TOTAL S/.
ADQUISICIÓN DE PLANTONES Y TRASLADO				
Insumos				
Plantones de <i>Guadua angustifolia</i> + 10% recalde	Unidad	224	3	S/672.00
Sub total de costos 1				S/672.00
Transporte				
Flete de vivero al caserío costo aproximado	Flete 224 plantones	4	25	S/100.00
Cargado y descargado	Jornal	4	25	S/100.00
Sub total de costos 2				S/200.00
TOTAL				S/872.00
LABORES DE INSTALACIÓN				
Establecimiento de Plantación				
Limpieza de terreno maleza suave/ si es purma duplica el jornal	Jornal	10	25	S/250.00
Marcado/trazado/Hoyado	Jornal	10	25	S/250.00
Distribución de planta a hueco + abono	Jornal	4	25	S/100.00
Siembra /depende pendiente <50°	Jornal	4	25	S/100.00
Recalde	Jornal	1	50	S/50.00
Análisis de suelo	Laboratorio de suelos - UNALM	1	750	S/750.00
Sub total de costos 1				S/1,500.00
Abonamiento y herramientas				
Machete	und	4	9.5	S/38.00
Lampa	und	4	65	S/260.00
Lima triangular	und	2	8	S/16.00
Pico	und	2	23	S/46.00
Wincha 50m.	und	1	120	S/120.00
Cordel	metros	1	20	S/20.00
Insecticida	ml	1	120	S/120.00
Abono NPK (20-20-20) Compomaster	Kilo	5.1	2.5	S/12.76
Compost y/o humus (Saco de 50kg)	Sacos	16.33	25	S/408.16
Sub total de costos 2				S/1,040.92
TOTAL				S/3,412.92

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Internacional del Bambú y el Ratán-INBAR

La estimación se basó en una plantación de *Guadua angustifolia* K. con distanciamiento de 6x6 metros y un diseño en cuadrado a partir de chusquines de un vivero de local (Tabla 24).

Tabla 24. Costos de una plantación de 1 hectarea de bambú (*Guadua angustifolia*) distanciamiento 6x6

AÑO 0 una hectarea sistema 6x6				
ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO S/.	COSTO TOTAL S/.
ADQUISICIÓN DE PLANTONES Y TRASLADO				
Insumos				
Plantones de <i>Guadua angustifolia</i> + 10% recalce	Unidad	305	3	S/917.40
Sub total de costos 1				S/917.40
Transporte				
Flete de vivero al caserío costo aproximado	Flete 224 plantones	2	25	S/50.00
Cargado y descargado	Jornal	2	25	S/50.00
Sub total de costos 2				S/100.00
TOTAL				S/1017.00
LABORES DE INSTALACIÓN				
Establecimiento de Plantación				
Limpieza de terreno maleza suave/ si es purma duplica el jornal				
Marcado/trazado/Hoyado	Jornal	10	25	S/250.00
Distribución de planta a hueco + abono	Jornal	5	25	S/125.00
Siembra /depende pendiente <50°	Jornal	2	25	S/50.00
Recalce	Jornal	2	25	S/50.00
Análisis de suelo	Laboratorio de suelos - UNALM	1	750	S/750.00
Sub total de costos 1				S/1,250.00
Abonamiento y herramientas				
Machete	und	2	9.5	S/19.00
Lampa	und	2	65	S/130.00
Lima triangular	und	2	8	S/16.00
Pico	und	2	23	S/46.00
Wincha 50m.	und	1	120	S/120.00
Cordel	metros	1	20	S/20.00
Insecticida	ml	1	120	S/120.00
Abono NPK (20-20-20) Compomaster	Kilo	2.6	2.5	S/6.5
Compost y/o humus (Saco de 50kg)	Sacos	8.2	25	S/205.00
Sub total de costos 2				S/682.5
TOTAL				S/2949.5

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Internacional del Bambú y el Ratán-INBAR

4.3.8 Costos de mantenimiento

El mantenimiento de la plantación se realiza al cabo de los dos años de edad del sembrío, cuyas actividades se muestran en Tabla 25 consiste en retirar la maleza que podría cubrir al sembrío compitiendo con este por los nutrientes y la aplicación del abono, se lleva a cabo 2 veces al mes, lo cual se cubre con 2 jornales/mes cuyo costo es S/. 25 por jornal, y la aplicación del abono o fertilizante de 2 a 3 el riego se realiza dependiendo de las lluvias

Tabla 25. Costos de mantenimiento de una hectárea de bambú

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO S/.	COSTO TOTAL S/.
MANEJO SILVICULTURAL/LABORES CULTURALES				
Herramientas				
Machete	Unidad	8	9.5	S/76.00
Lima triangular	Unidad	4	8	S/32.00
Sub total de costos 1				S/108.00
Mano de obra y fertilizante				
limpieza y control de malezas/3 veces/año	Jornal	24	25	S/600.00
Costo de fertilizante organica/3 veces/año	saco	4	25	S/100.00
aplicación de fertilizante químico/3 veces/año	Jornal	3	25	S/75.00
Sub total de costos 2				S/750.00
TOTAL				S/883.00

Fuente: Elaboración propia a partir de Red Internacional del Bambú y el Ratán-INBAR y Sierra exportadora

4.3.9 Costos de las actividades de cosecha

En la Tabla 26 se muestran las diversas actividades que realiza el productor para cosechar una hectárea de bambú, se considera que la guía de transporte forestal debe ser tramitada por el productor.

Tabla 26. Costos de las actividades para cosechar bambú

ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO S/.	COSTO TOTAL S/.
MANEJO SILVICULTURAL/LABORES CULTURALES				
Herramientas depreciación 1año				
Machete	Unidad	2	10	S/20.00
Lima triangular	Unidad	2	8	S/16.00
Marcador	Unidad	4	240	S/20.00
Sub total de costos 1				S/56.00
Mano de obra e insumos				
Marcado de cañas	Jornal	1	25	S/25.00
Tumbado corte y acarreo	Jornal	15	25	S/375.00
Traslado de cañas almacen	Jornal	10	25	S/250.00
Guia de transporte forestal	Unidad	1	10.35	S/10.40
Sub total de costos 2				S/600.40
TOTAL PRODUCCIÓN				S/716.40

Fuente: Elaboración a partir de Red Internacional del Bambú y el Ratán-INBAR

4.3.10 Costos de producción total

Costo total de la producción desde el establecimiento hasta la primera cosecha Tabla 27:

Tabla 27. Costo total de la producción

Actividades	Costo 6x6 (S/.)	Costo 4x4 (S/.)
Establecimiento de plantación (1 Ha.)	2949.5	4,604.92
Mantenimiento (bambú en producción 5 años)	883.0	883.0
Cosecha	716.4	716.4
TOTAL (S/.)	4548.9	6204.32

Fuente: Elaboración a partir de Red Internacional del Bambú y el Ratán-INBAR

Como se puede observar en la Tabla 29 el productor de bambú invierte para una hectárea de bambú Sistema 4x4 el valor de S/. 4548.9 y para el Sistema 6x6 el valor de S/. 4347.90 El aprovechamiento del cultivo se realiza al Quinto año, cuando el bambú ha alcanzado su maduración, sin embargo, a las 7 años el bambú alcanza la mejor calidad del culmo y un estimado aproximado de 900 a 1000 cañas/ hectárea en promedio

4.3.11 Comercialización de bambú

En el distrito de La Florida, se comercializan, desde chusquines (plantones) cuyo costo es de 3 soles la unidad, tallos de bambú cuyo estándar es de 6 metros de largo y de 6 calidades (según el diámetro) comúnmente llamadas cañas rollizas, estas pueden tener alguna modificación como por ejemplo la caña chancada, y la caña preservada, según el tratamiento el valor del bambú se incrementa en el Mercado, en las siguientes imágenes se diagrama la ruta que siguen estos productos en su comercialización

4.3.12 Comercialización de chusquines

LLerena (2015) indica que el distrito de La Florida abastece de chusquines de bambú tanto localmente como a nivel nacional. Localmente distribuye a Oyotún y a nivel nacional a los departamentos de Trujillo, Piura, Chiclayo, trasladadas en bolsas de almasegus, también indica que han proveído de chusquines a Cuzco, unos 2000 mil plantones siendo el trayecto muy distante, los chusquines fueron trasladados sumergidos en una solución química llamada Hidrosorb (Figura 49).



Figura 49: Comercialización de chusquines de bambú del Distrito La Florida

4.3.13 Comercialización de la caña en sus diferentes presentaciones

El incremento de la demanda de bambú en los últimos 10 años, ha hecho que el Distrito de la Florida incremente los sembríos de bambú *Guadua angustifolia*, lo que ha hecho posible atender la demanda de este material a otras regiones más distantes, siendo el Dpto. de Piura uno de ellos.

4.3.14 Corte en chacra

En esta modalidad, el comprador corta los culmos de bambú junto a los jornaleros y puede escoger las cañas que les guste, sin embargo, en esta modalidad el comprador no respeta la edad del culmo de bambú y puede que realice cortes inadecuados al bambú, que a la larga podrían restarle rentabilidad al productor.

4.3.15 Venta junto a la carretera

En esta modalidad de venta el productor corta las cañas y lo apila junto a la carretera esperando que venga el comprador, en esta modalidad el productor puede obtener mejores precios, debido a que lo vende al mejor postor, este tipo de comercialización es la más adecuada para el productor, quien optimiza la cosecha de las cañas priorizando las que requieren cortarse según su inventario (Figura 50).



Figura 50: Ciclo de venta del bambú

4.3.16 Venta en la ciudad

En esta modalidad el productor, corta las cañas y lo lleva al pueblo, obteniendo mejores ganancias que en los otros casos, debido a que, para el poblador, le es dificultoso trasladarse a los centros de producción por la lejanía en los que se encuentran estos y la dificultad del transporte y malos caminos.

4.4. ANÁLISIS FODA

Con los resultados de las encuestas y con la definición de todas las actividades que involucra la cadena de valor del bambú se pudo construir una matriz de análisis FODA, cuyo resultado se muestra en la Tabla 28.

Tabla 28. Análisis FODA

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<p>Existencia de bambú en la zona Existencia de personas dispuestas a trabajar con bambú Carreteras de acceso Versatilidad de elaboración de diferentes productos. Nuevas políticas de gobierno para la promoción y desarrollo de bambú. Normativas que impulsa el cultivo de bambú y su uso como material estructural (D. S 004-2008-AG, Decreto Supremo 011-2012-Vivienda). Capacitación por instituciones publicas y ONG´s Incremento del precio de venta de la caña de bambú. Incremento de la población con la consecunte incremento en construcción de viviendas de bambú. Alta demanda de biomateriles de cnstrucción.</p>	<p>Bajos niveles de ingreso Migración de la juventud Falta de organización de los campesinos Inexistencia de redes comerciales Falta de transferencia tecnológica Comercio informal de bambú importado (Ecuador).</p>
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<p>Demanda de productos elaborados con bambú Creciente demanda de productos orgánicos y sostenibles Disminución de la huella de carbono Disminución de emisiones de gases de efecto invernadero Disminución del uso de plásticos Alta demanda de plantones de bambú (chusquines) por las regiones.</p>	<p>Disminución de precios internacionales (laminados de bambú) Importación de productos semi elaborados con menores precios (tablillas, paneles, caña entera, caña chancada, caña preservada, esterillas). Uso de biomateriales (bambú y derivados, palmeras).</p>

Fuente: Elaboración propia

4.5. ANALISIS DE LAS VENTAJAS QUE TRAERÍA LA CADENA DE VALOR FRENTE A LA DEFORESTACIÓN EN LA ZONA DE ESTUDIO - CADENA DE VALOR

Michael Porter (1986) al referirse a la cadena de valor de un producto consideran como eslabones de una cadena a las principales actividades de una empresa que van permitiendo valorar el producto a medida que éste pasa por cada una de ellas. Siguiendo este concepto se identificaron los principales eslabones implicados en la reforestación de la zona de estudio por la producción de bambú *Guadua angustifolia* en el Distrito de la Florida.

4.5.1. Identificación de eslabones de la cadena productiva del bambú

- **El primer eslabón** de la cadena productiva del bambú para la reforestación del distrito de La Florida lo constituyen los productores primarios conformados por los viveristas de plantones (chusquines) de bambú así como los productores de caña rolliza, quienes deben tener un manejo de la silvicultura sostenible sobre sus plantaciones requiriendo por ello registrar sus sembríos al SERFOR, siendo sus actividades exclusivas la de plantar, cuidar, regar, abonar y darle el mantenimiento de las plantaciones así como su posterior cosecha de los culmos maduros del bambú para su comercialización.
- **Segundo eslabón** después de la cosecha, se encuentra conformado con los actores que se encargan de realizar la semi transformación de los culmos de bambú como son el preservado que garantiza una mayor durabilidad del culmo y no sea atacado por los insectos, en este eslabón también se encuentran los comercializadores intermedios (transportistas) quienes se encargan de llevar los culmos hacia los lugares de venta intermedios, también se considera como uno de los actores en este eslabón a los productores de caña chancada.
- **Tercer eslabón**, llamado eslabón industrial ya que está conformado por aquellos usuarios que transforman la caña totalmente y está constituido por constructores, arquitectos, artesanos, diseñadores e industriales quienes producen muebles, casa, sillas, papel, telas etc.

- **Cuarto eslabón** es la comercialización, siendo los actores los comerciantes quienes en función de la demanda tanto nacional o internacional colocan el producto en el mercado hacia el consumidor final (Figura 51).

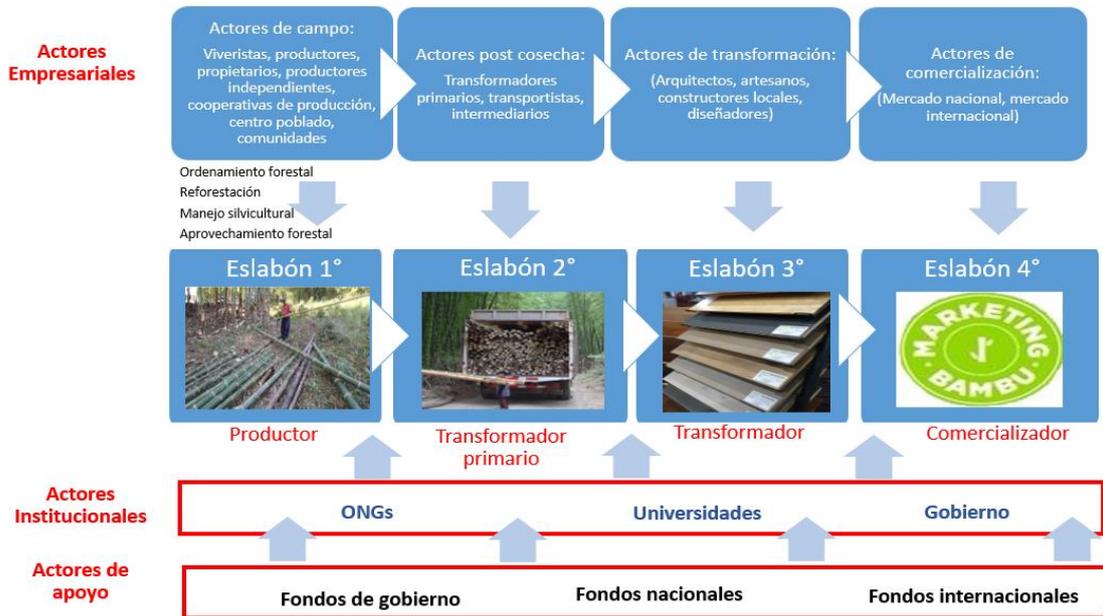


Figura 51: Cadena de valor del bambú *Guadua angustifolia* en el Distrito de La Florida

Fuente: Elaboración propia a partir de Fuentes (2018) y Nieto Herrera (2018)

Como se puede observar la cadena de valor del bambú *Guadua angustifolia*, traería muchos beneficios para la recuperación de suelos deforestados en la región Cajamarca producido por la agricultura migratoria que crece día a día, así el MINAM reporto que la deforestación para el año 2018 fue de 1615 hectáreas promedios en un lapso de tres años lo cual es preocupante la pérdida de suelos por la erosión del suelo ya sea de tipo hídrico y eólico al estar el suelo descubierto, dado que la formación de suelos requiere miles de años así mismo pondría freno a este tipo de agricultura al tener un cultivo que no empobrece el suelo, y tenga el productor un cultivo que no requiere muchas herramientas sofisticadas como es el uso de tractores, arados y cosechadoras para sus cultivos. Cruz (s/f) indica que los bambúes en especial los gigantes capturan un promedio de 78.5 ton/CO₂/Ha/año, lo por ellos son consideradas como plantas altamente adsorbentes de CO₂ dentro del reino vegetal. Su gran follaje atrae a la fauna silvestre, el bambú permite controlar la erosión y regulan las corrientes de agua.

Resultado de la encuesta pasado a los caseríos del Distrito la Florida, se ha notado una fuerte migración de la población económicamente activa en su mayoría hombres, en busca de mejores ingresos hacia las grandes ciudades, donde corren dificultades hasta que se logren insertar en un puesto de trabajo que les cubra sus requerimientos vitales, resultando el bambú una alternativa a la falta de trabajo en la zona, pudiéndose dedicarse al cultivo de bambú a la venta de chusquines, venta de cañas rollizas, artesanía o a la preservación de las cañas rollizas y cañas chancadas, siendo el bambú en la actualidad muy demandada por los industriales y consumidores por sus bondades eco sostenibles. Cruz (s/f) indica que por cada 1000 hectáreas de bambú establecidas se generan 166 empleos directos y 830 indirectos, así industrias medianas pueden generar 120 empleos directos y 600 indirectos.

Los cultivos de bambú, al perder sus hojas caulinares y sus hojas al llegar a la madures forman un sistema acolchado de hojas que protegen el suelo, de la erosión hídrica, adsorben agua evitando que esta se infiltre y evapore, así mismo la descomposición libera nutrientes que favorecen al cultivo ayuda afijar el carbono.

Otro aspecto que favorece el establecimiento de la cadena de valor en el distrito de La Florida es que el crecimiento del mercado mundial de productos de bambú es permanente, está impulsado por mecanismo de innovación en productos y en industrias que han explorado potenciales usos, en el campo de la construcción partiendo de identificar al bambú como un insumo versátil, de bajo costo comparativamente y sobre el cual se han realizado estudios que permiten desarrollar no solo viviendas ecológicas sino espacios públicos que incluso generan un impacto visual positivo.

El desarrollo de la cadena de valor en la zona daría una reactivación económica para la población, permitiendo el desarrollo de actividades de transformación parcial y total de las cañas de bambú generando clúster de transformación como por ejemplo la elaboración de tablillas y paneles de bambú, con fines de construcción de casas modulares.

El bambú puede ser usado en la producción de papel cuya industria es altamente demandante de fibras largas que son proveídas de plantaciones de pino y eucalipto, los cuales requieren muchos años para lograr una fibra larga, para su aprovechamiento en comparación con el bambú, que solo requiere 3 a 5 años.

En el rubro de la energía, el bambú puede ser destinado a la producción de combustibles sólidos como son el carbón, pelles y las briquetas, en el caso de biocombustibles líquidos el

bambú puede ser usado para la elaboración de bioetanol y finalmente como combustibles gaseosos, el bambú puede ser usado para la cogeneración.

4.6. PRUDUCCION DE BIOCHAR Y CARACTERIZACIÓN DEL BAMBÚ Y DEL BIOCHAR DE BAMBÚ

En esta parte se muestra los resultados obtenidos de la producción de biochar y la caracterización lignocelulósica del bambú *Guadua angustifolia*, así como los análisis físicos, análisis elemental y termogravimétrico de bambú (residuos de la elaboración de tablillas de bambú) como del biochar producido, simultáneamente se discuten los resultados obtenidos de los variables de análisis comparándolos con la bibliografía disponible.

4.6.1. Rendimiento del biochar producido

En la Tabla 29, se muestran los resultados promedios obtenidos del biochar elaborado, el cual consistió en determinar el rendimiento de la producción en función de la temperatura y el tiempo de la pirólisis de los residuos de las tablillas de bambú.

Tabla 29. Rendimiento del biochar de bambú a diferentes temperaturas

Biochar	Prom. T (°C)	Tiempo (Hrs)	Biomasa (kg)	Biochar (g)	Rendimiento (porcentaje)
Guadua	350	3	2493	0.7	29.92
	400	3	2633	0.735	27.91
	530	3	3125	0.915	26.35

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 29, la pirólisis del residuo de bambú se realizó, en un tiempo de tres horas. Este tiempo se debe al tipo de horno usado, dado que la conversión termoquímica de la biomasa depende de la temperatura, los componentes del bambú se descompondrán en diferentes etapas; la primera está asociada a la humedad (90 °C), para después en el rango de 200 a 260 °C iniciar la descomposición de hemicelulosa y celulosa, en el rango de 240 a 350 °C se da la descomposición de la celulosa y en el rango de 280 a 500°C la descomposición de la lignina para dar paso a CO, CO₂ y compuestos volátiles, como alcoholes, ácidos, fenoles, etc. Ospina-Guarín *et al.* (2014). La medición de la temperatura se realizó con un termómetro infrarrojo observando un rango promedio de temperatura de la elaboración de tres biochar a temperaturas promedios de 350, 400 y 530

°C, siendo esta última temperatura alcanzada en la elaboración del biochar la más adecuada para uso agrícola. Así mismo se observa que el rendimiento promedio obtenido en la elaboración de biochar de los residuos de bambú es menor a medida que se incrementa la temperatura de 350 °C (29.92 por ciento), a 400 °C (27,91 por ciento) y a 530 (26.35 por ciento), estos resultados se corroboró con Brick y Wisconsin (2010) quienes indican que el rendimiento del biochar será menor cuando se incrementa la temperatura, para temperaturas entre 300 a 500 el rendimiento es menor al 35 por ciento, Hayes indica para este rango de temperaturas se optimiza el rendimiento del biochar.

4.6.2. Caracterización físico química del bambú y del biochar

4.6.2.1. Análisis lignocelulósico del bambú

En la siguiente Tabla 30 se muestran los resultados obtenidos del análisis químico lignocelulósico realizado a las muestras de bambú *Guadua Angustifolia*.

Tabla 30. Análisis de la composición lignocelulósico del bambú *Guadua Angustifolia* Kunth (porcentaje)

Bambú	Lignina	Holocelulosa	Celulosa	Hemicelulosa	Extractivos
<i>Guadua angustifolia</i>	24.95	54.67	56.13	10.18	6.56

Fuente: Laboratorios de Facultad de Ciencias Forestales - UNALM

La Tabla 30 muestra el contenido promedio de 24.95 por ciento de lignina el cual se encuentra un poco lejano al valor de 24.07 obtenido por Gutiérrez (2015), a diferencia de 20,6 por ciento obtenido por Salgado, Azini (1992), 21.88 por ciento Cuellar, Muños (2010) y 22.7 por ciento obtenido por Gonzales (2002) quienes obtuvieron menores promedios en los estudios realizados para la misma especie, inclusive mayor al promedio encontrado para el bambú por Otavio *et al.* (1987), al comparar diferentes especies de bambúes podría decirse que la diferencia va a depender del estado de madurez del bambú.

Analizando otro componente químico de gran importancia es la holocelulosa, cuyo contenido promedio es de 54.67 por ciento. Gutiérrez (2015) encontró un mayor valor (60,4 por ciento), así mismo Salgado y Azimi (68.3 por ciento) (1992), el valor obtenido se

encuentra más cercano (58.8 por ciento) a lo obtenido por Cuellar, Muñoz, (2010) y Otavio et al. (1987) se encontró un valor promedio de (64,60 por ciento).

El análisis de celulosa dio un valor promedio es de 56.13 por ciento, sin embargo, en otros análisis realizados se puede encontrar que, según Cuellar, Muñoz (2010), el valor es menor (47.06 por ciento) por otro lado según Gonzales (2002), el valor para la celulosa es de (54.00 por ciento), es un valor cercano referente al encontrado.

También se analizó el valor promedio de la hemicelulosa resultando 10.18 por ciento, valores diferentes encontrados por Cuellar, Muñoz (2010), 11.82 por ciento, pero no tiene un valor significativo.

Según lo señalado por Liese, Kumar (2003), otros componentes químicos del bambú *Guadua angustifolia* que se encuentran en menores proporciones son los extractivos. En el análisis realizado se encontró un contenido de extractivos de 6.56 por ciento, valor similar (6.47 por ciento) encontrado por Cuellar y Muñoz (2010) y menor al encontrado por Gutiérrez (2015) que fue de (7.54 por ciento).

4.6.2.2. Análisis físico del bambú y del biochar de *Guadua Angustifolia* Kunth

La Tabla 31 muestra el análisis físico del bambú con el objetivo de ver si estas propiedades son similares para el suelo.

Tabla 31. Análisis Físico del bambú *Guadua angustifolia* Kunth

Muestra	Temperatura (°C)	pH	C.E (mS/cm)	Densidad aparente (kg/m ³)	Porosidad (porcentaje)	Retención de agua (porcentaje)
B1	350	8.20	3.39	0.218	86.052	72.15
B2	400	8.67	4.03	0,215	86.209	72.25
B3	530	9.88	4.63	0.213	86.365	76.35

FUENTE: Laboratorio de tesis. Dpto. de Química. Fac. Ciencias – UNALM

Como se puede observar el valor del pH es de 8.2, 8.7 y 9.8 a temperaturas de 350, 400 y 530 °C, como se puede observar este aumenta conforme se incrementa la temperatura lo cual es corroborado por (Van Zwieten *et al.* 2010).

4.6.2.3. Análisis químico elemental

En la Tabla 32 se muestran los resultados del análisis químico elemental tanto del bambú *Guadua Angustifolia* y del biochar del bambú *Guadua angustifolia* Kunth.

Tabla 32. Análisis químico elemental del bambú y del biochar de bambú *Guadua Angustifolia* Kunth (porcentaje)

Muestra	C	N	H	O	S
Bambú <i>Guadua angustifolia</i>	45.711	0.331	5.962	45.756	0.151
Biochar 350 (°C)	45.711	1.256	2.5705	10.644	0.202
Biochar 400 (°C)	52.800	0.600	2.4271	8.6037	0.181
Biochar 530 (°C)	80.552	0.588	2.3731	9.1263	0.151

Fuente: Laboratorios de Energías Renovables (LER) UNALM

El análisis químico elemental del bambú muestra un valor promedio de 45.711 por ciento de carbono y 5.962 por ciento de hidrogeno, cuyos valores son menores al encontrado por Rojas (2014) de 52.3 por ciento y 6.3 por ciento respectivamente, sin embargo, el valor obtenido de oxígeno fue ligeramente mayor (45.756 por ciento), a 41.4 por ciento al encontrado por rojas (2014). Con respecto al contenido de azufre el contenido es bastante bajo, si el bambú fuera destinado para la producción de combustible este emitiría bajas concentraciones de compuestos azufrados.

Con respecto al biochar del bambú *Guadua angustifolia* el análisis químico elemental, muestra un valor promedio de 45.711 por ciento de carbono a 350 °C observándose conforme aumenta la temperatura, se incrementa el contenido de carbono llegando a un valor de 80.552 a 530 °C de temperatura, lo cual es corroborado con la afirmación de Urien (2013), esto se debe a la descomposición de la lignina, así como el aumento del rendimiento de los compuestos volátiles (gases y líquidos) al incrementarse la temperatura de calentamiento y en ese caso los residuos sólidos disminuyen (Sohi *et al.* 2010), así mismo en los intervalos de 250 y 350 se forman muchos compuestos volátiles como vapores de agua y alquitrán, hidrocarburos, ácidos, H₂, CH₄, CO y CO₂ por la descomposición de la celulosa, al incrementarse la temperatura se descompone la lignina formándose una matriz de carbono amorfa y rígida (Novak *et al.* 2009). Al aumentar la temperatura, se incrementa la proporción

relativa de carbono aromático por la pérdida de compuestos volátiles y se lleva a cabo la conversión de carbonos., que a su vez influye en la disminución tanto del hidrogeno como del oxígeno, siendo la disminución del oxígeno de 10.644 a 350 °C y de 9.1263 por ciento, a 550°C tal como lo indica Primera, Colpas,*et al.* (2011) en cuanto al nitrógeno observamos que este disminuye a mayor temperatura, así el contenido de nitrógeno a 350, 450 y 530°C disminuye de 1,256, 0,600 y 0,588 por ciento respectivamente, siendo estos valores mayores (0.331 por ciento) al obtenido por el bambú *Guadua angustifolia*.

4.6.2.4. Análisis termo gravimétrico

La Tabla 33 muestra los resultados del analisis termogravimetrico tanto para el Bambú *Guadua Angustifolia* y para el biochar de bambu *Guadua angustifolia*

Tabla 33. Análisis Termo gravimétrico – TGA (Proximal) del bambú *Guadua angustifolia* Kunth (por ciento)

Muestra	Humedad	Material volátil	Ceniza
Bambú <i>Guadua angustifolia</i>	11.145	76.360	3.185
Biochar 350 (°C)	6.509	15.32	4.039
Biochar 400 (°C)	5.295	12.02	8.715
Biochar 530 (°C)	2.099	8.05	4.039

Fuente: Laboratorios de Energías Renovables (LER) UNALM

Como se puede observar los resultados el bambú *Guadua angustifolia* presenta al mayor contenido de humedad (11.145 por ciento) y material volátil (76.360 por ciento) con respecto a los biochares, cuyo contenido de humedad disminuye (6.509, 5.295 y 2.099) por ciento y contenido de material volátil (15.32, 12.02 y 8.05) por ciento respectivamente conforme se incrementa la temperatura (350, 400 y 530) °C respectivamente, lo que no sucede con el contenido de cenizas el bambú presenta el menor contenido (3.185 por ciento) y los biochares obtenidos a 350, 400 y 530 °C presentan mayor contenido (4.039, 8.715 y 4.039) por ciento respectivamente, esto se debe a que se van quemando, y alto contenido de cenizas (3.185) por ciento esta condición no serían las óptimas para usarlo como combustibles.

4.6.2.5. Análisis de la recalcitrancia de biochar de bambú

Así mismo, para poder determinar la recalcitrancia que tendría el biochar de bambú *Guadua angustifolia* se realizó el cálculo de la relación H/C y O/C, lo cual se puede observar en la Tabla 34.

Tabla 34. Recalcitrancia del biochar de bambú

Muestra	Temperatura (°C)	H/C
B1	350	0.056
B2	400	0.045
B3	530	0.030

La tabla muestra que la relación H/C a medida que se incrementa la temperatura disminuye así mismo que estos valores son menores a 0.2, indicándonos que todos los biochar obtenidos son bastante estables, estos biochar podrían tener una vida mayor a 1000 años, tal como lo indica Spokas (2010), si la relación es de 0.6 entonces el biochar tendría un tiempo de vida inferior a 100 años.

4.6.2.6. Análisis químico del biochar

A continuación, en la Tabla 35, se muestran los resultados obtenidos de la caracterización química del biochar obtenido a diferentes temperaturas.

Tabla 35. Análisis químico del biochar (porcentaje)

Muestra	Temperatura (°C)	Materia Orgánica	P2O5	K2O	CaO	MgO	CIC (meq/100)
B1	350	2.46	32.785	62.8	2.46	0.5	14.4
B2	400	4.98	1.31	5.59	0.21	0.26	17.6
B3	530	9.69	0.52	3.37	0.13	0.28	20.0

FUENTE: Laboratorio de Análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes – UNALM.

Se observa que la capacidad de intercambio catiónico (CIC) así como el contenido de la materia orgánica se incrementa en función de la temperatura, cabe destacar la presencia de nutrientes asociados a su fracción mineral (K, Ca, Mg, P, S, etc.) se corrobora los resultados de (Lehmann y Joseph 2009, 2015).

4.6.2.7. Microscopia electrónica del bichar de bambú *Guadua angustifolia*

La Figura 52 muestra los resultados de microscopia electrónica

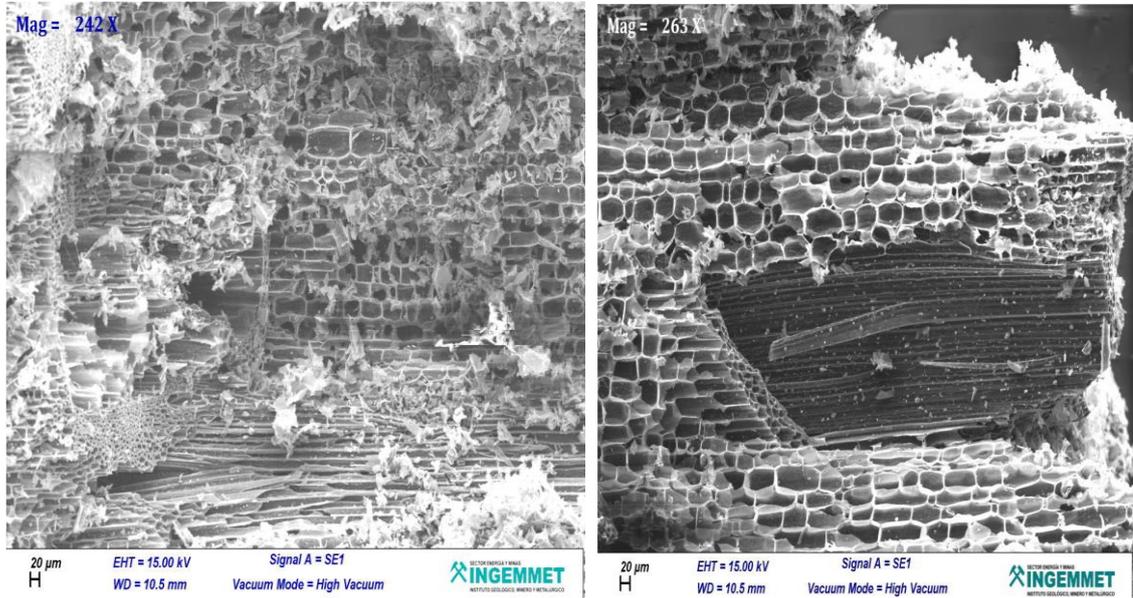


Figura 52: Microscopia electrónica del biochar de bambú *Guadua Angustifolia*

Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET 2018)

Las imágenes de microscopia electronica, muestran relación directa con el análisis de porosidad, se observar claramente la gran porosidad que presenta el biochar de bambú *Guadua angustifolia*, esto está directamente relacionado con la baja densidad que tiene el biochar.

4.6.2.8. Análisis de difracción de rayos X

En la Figura 53, se muestran los resultados de los analisis de difracciónm de rayos X, realizados en los laboratorios del Instituto Geologico Minero (INGEMMET).

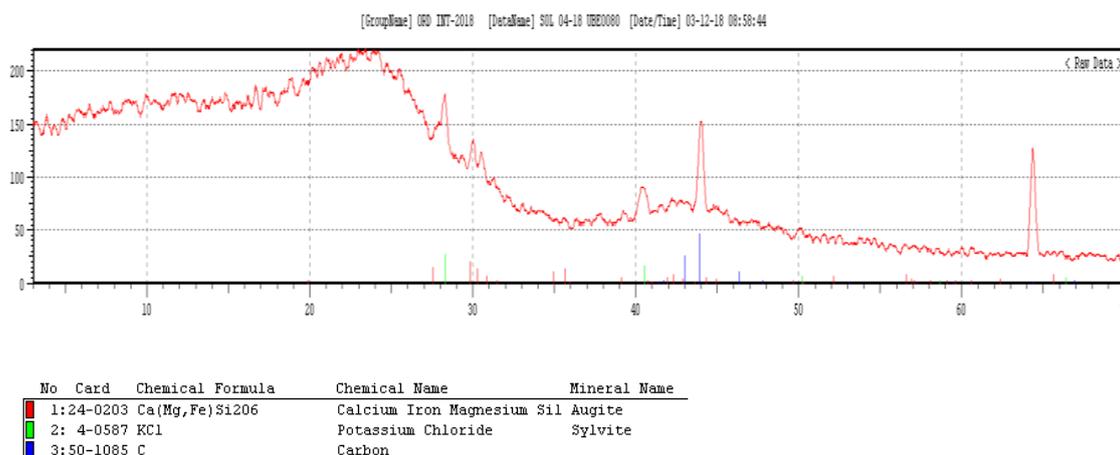


Figura 53: Difractograma de rayos X del biochar de bambú *Guadua angustifolia*

Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET, 2018)

Los resultados de difracción de rayos X indican las fases presentes como son la augita la cual está formada por calcio, magnesio, así como cloruro de potasio y silvita; esta composición explica el carácter altamente básico del biochar.

4.6.3. Bioensayos de la toxicidad

La Tabla 36 y la Figura 54 presentan los resultados de los bioensayos del índice de germinación (IG) como producto del porcentaje de germinación relativa (PGR) y el crecimiento del tallo relativo (CTR). Siguiendo la metodología del test para la determinación del Índice de Germinación (IG) se determinó con la media del porcentaje de germinación de las semillas y el crecimiento de las plántulas o tallos.

Tabla 36. Resumen de indicadores de bioensayos de toxicidad del biochar de bambú *Guadua angustifolia*

Porcentaje de biochar	Índice de germinación
1.5	23.6
3.175	20.4
6.25	20.4
12.5	21.6
25	11.2
50	7.5
100	3.5

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 54 los resultados del índice de germinación (IG) de las semillas de lechuga *Lactuca sativa* de los tratamientos 1.5 y 12.5 por ciento respectiva de biochar muestran valores altos 23.6 y 21.6 por ciento respectivamente con una ligera variación. Estos resultados indican presencias moderadas de sustancias tóxicas, pero los biochars de concentraciones superiores al 25 por ciento muestran elevada disminución de la germinación de las semillas de lechuga.

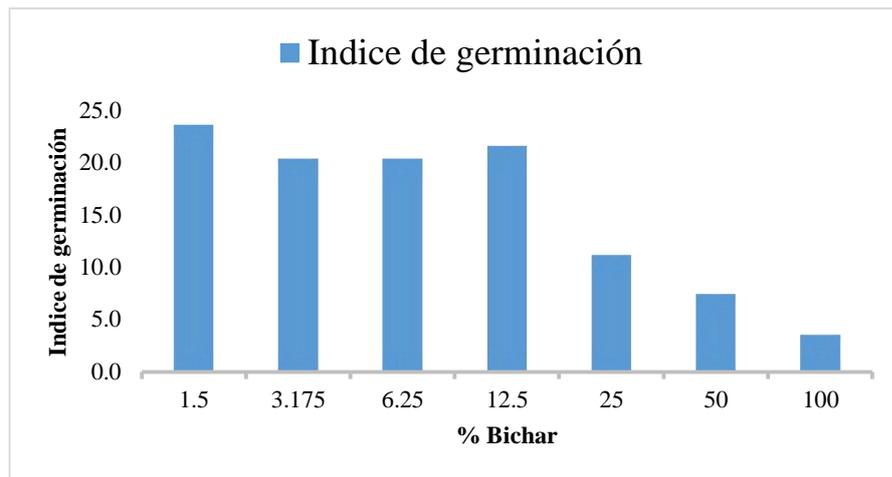


Figura 54: Índice de germinación de semillas de lactuca sativa en extractos de biochar

En la Figura 55 se observa que hay una relación inversa a mayor concentración de biochar menor índice de germinación de la Lechuga *Lactuca sativa*.

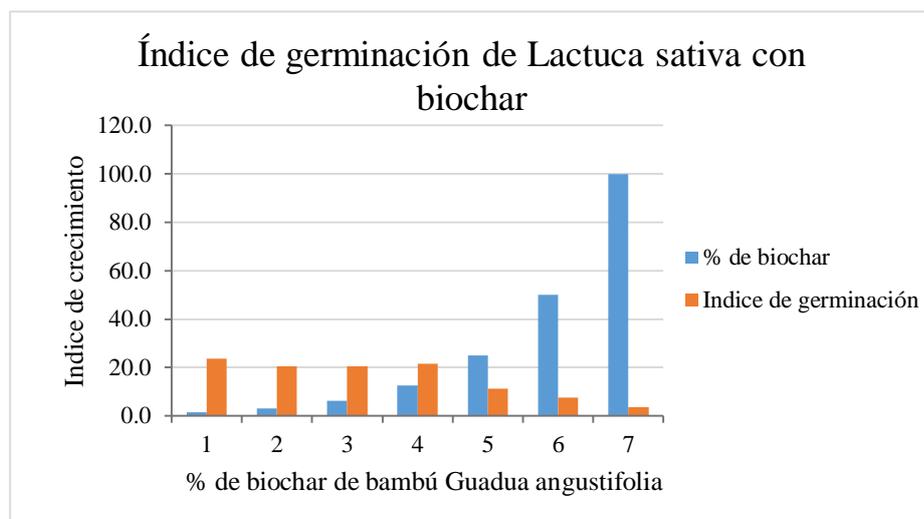


Figura 55: Relación del índice de crecimiento vs concentración de biochar

A continuación, en la Fig. 56 se muestra los resultados del test de crecimiento de la raíz y el hipocótilo

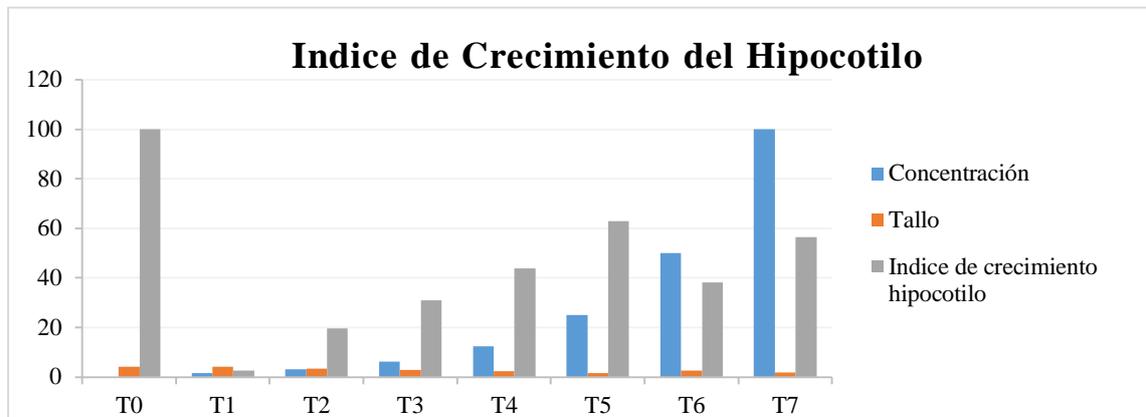


Figura 26: Relación del índice de crecimiento vs concentración de biochar

La Figura 56 muestra los resultados del índice de crecimiento del hipocotilo (IG) de las semillas de lechuga *Lactuca sativa*, se observa que esta decrece a medida que la concentración del biochar se incrementa. Se observa que el tallo de la lechuga sometida a diferentes concentraciones tiene menor crecimiento con respecto al blanco, sin embargo, el tratamiento del 12.5, y el 50 por ciento respectivamente presentan mayor crecimiento que los demás tratamientos comparadas con el blanco.

V. CONCLUSIONES

- El análisis demográfico de los caseríos de La Florida dio como resultado que la población se dedica mayoritariamente a la agricultura, y que un alto porcentaje de su población económicamente activa ha migrado en buscas de trabajo hacia las grandes ciudades como Trujillo, Cajamarca y Chiclayo.
- Se concluye finalmente que el establecimiento de la cadena de valor del bambú en el distrito La Florida, es una buena alternativa frente a la deforestación por la agricultura migratoria, creando fuentes de trabajo que podría un alto a la fuerte migración de la población económicamente activa de la zona generando diversos empleos.
- El uso de los residuos del aprovechamiento del bambú para la producción de biochar, es una buena alternativa de valorización de residuos, propiciando una economía circular en la este por sus características físicas y químicas puede usarse como enmiendas para la recuperación de suelos ácidos. Cabe notar que los rendimientos son bajos, debido a las altas temperatura como lo corrobora Brick y Wisconsin (2010). El resultado de 80.55 por ciento de C y los altos valores de pH (9.81), se explica por las altas temperaturas, así como a la presencia de bases como Ca y Mg.

VI. RECOMENDACIONES

- Difundir las bondades del bambú para el mejor aprovechamiento de las especies nativas de forma sostenible, evitando el corte de esta planta para reemplazarlos con otro cultivo.
- Fortalecer La cadena de valor en el distrito de La Florida, mediante el fortalecimiento de las mesas técnicas en las regiones
- Fortalecer la Semana de Bambú mediante la difusión por las diferentes redes sociales permitirá que los productores de bambú muestren sus productos y tenga mayor oportunidad de negocios.
- Con respecto al biochar el alto valor de su capacidad calorífica nos indica que podría ser usado para cogenerar energía.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agencia de desarrollo económico virtual. (s/f). Cadenas productivas. Recuperado de:
<http://adev.prosustentable.com/cadenas-productivas/> .

AEMA (Agencia Europea de Medio Ambiente). 2016. Acerca de la Tecnología Medioambiental. Consulta: 9 de mayo 2017. Disponible en internet en <https://www.eea.europa.eu/es/themes/technology/about>

Aker, CE; Soto, G; Imbach, A; Castillo, X; Garro, F. 2014a. VII. Artículo 1. Efecto de la aplicación de biocarbón, gallinaza y fertilizantes sintéticos en la retención de humedad y otras características del suelo en el rendimiento de maíz (*Zea mays*), en tres texturas de suelo en León, Nicaragua. 15-33 p. Disponible en internet [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/.../Efecto de la aplicacion de biocarbon.pdf](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/.../Efecto_de_la_aplicacion_de_biocarbon.pdf)

Álvarez, W; Pérez, MJ; Gil-Casares, M. 2011. Metodología de análisis de cadenas productivas bajo el enfoque de cadenas de valor. Fundación Codespa. Madrid España 201. 84 p.

Álvarez, A; Pizarro C; Folgueras M.B. 2013. Caracterización química de biomasa y su relación con el poder calorífico. Universidad de Oviedo. <http://hdl.handle.net/10651/17777>.

Añazco, M. y Rojas, S. 2015. Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú (*Guadua angustifolia*) en Perú. Quito, Ecuador. 180 p. Recuperado de: <https://bambuecuador.files.wordpress.com/2018/01/2015-estudio-de-la-cadena-desde-la-produccion-al-consumo-del-bambuc81-en-ecuador.pdf>

- Añazco, M. 2013. Estudio de la vulnerabilidad del bambú (*Guadua angustifolia*) al cambio climático en la costa del Ecuador y norte Perú. Quito, Ecuador. 135 p. Recuperado de:<http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/Impacto/7.pdf>
- Arancibia, A.V. 2017. Propagación vegetativa de dos especies de bambú en la selva nor oriental, Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3496/Arancibia-Alfaro-Andrea-Violeta.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Ardon, SR; Chicas, MA; Dimas, NF. 2017. Modelo de empresa de productos diversificados elaborados a base de bambú para las cooperativas de FEDECOOPADES Tesis para optar el título de Ingeniero Industrial. Universidad de el Salvador. El Salvador. P 611.
- Armas, A. 2012. Costos de oportunidad para esquemas de PSE en la Amazonia Peruana. ¿Gratis? Los servicios de la naturaleza y cómo sostenerlos en Perú 2012: 323-335.
- Ayodele, A; Oguntunde, P; Joseph, A; Dias Junior, MdS. 2009. Numerical analysis of the impact of characol production on soil hydrological behavior, runoff response and erosion susceptibility. Revista Brasileira Ciencia do Solo. 33, 137-145. Disponible en internet en http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832009000100015
- Atkinson, CJ; Fitzgerald, JD; Hipps, NA. 2010. Los posibles mecanismos para el logro de beneficios agrícolas de la aplicación del biochar a los suelos de clima templado: una revisión. El suelo de la planta, 337 (2010): 1-18
- ASTM D1105-07. Standard Test Method for Preparation of Extractive-Free Wood. Edition, April 10, 1996
- ASTM D1104. Method of Test for Holocellulose in Wood. 1956 Edition, January 1, 1956.
- Bada, LM; Rivas, LA. 2009. Tipologías y Modelos de Cadenas. Le Bret 1: 26.
- Barnet, Y; Jabrane, F. 2017. Diseño de proyectos con bambú en Lima como estrategia de difusión de un método constructivo alternativo y sostenible. Campus XXX 2020.

Vol.22, N°23. Recuperado de: <https://dokumen.tips/documents/disenio-de-proyectos-con-bambu-en-lima-como-85-disenio-de-proyectos-con-bambu.html>

Barnet, Y; Jabrane, F. 2014. Estudio de vulnerabilidad de las viviendas de bambú al cambio climático en el norte del Perú. INBAR: 202 p.

BPG (Bamboo Phylogeny Group). 2012 An updated tribal and subtribal classification of the bamboos (Poaceae: Bambusoideae). In: Gielis J, Potters G (eds) Proceedings of the 9th world bamboo congress, Antwerp, Belgium, 10–12 Apr 2012, pp 3–27

Bamonte, G y Kociancich, S. 2007. Los Ese Ejja: El mundo de los hombres y el mundo de los espíritus entre los indios del río. La Paz, BO, Plural Editores. 209 p

Banik, RL. 2015. Morphology and growth. In: Liese W, Kohl M (eds) Bamboo: the plant and its uses. Springer International Publishing, Switzerland, pp 43–87

Bedussi, F. 2016. Valutazione delle potenzialità del biochar come componente dei substrati di coltivazione. Tesi de Dottorato di Ricerca in Ecología Agraria. Università degli Studi di Milano. Italia. 142 p.

Beesley, L; Dickinson, N. 2011. De carbono y elementos traza flujos en el agua de los poros de un suelo urbano siguientes de compost, leñosas y biochar enmiendas Green Waste, inoculados con la lombriz de tierra *Lumbricus terrestris*. Biol suelo. Biochem., 43 (2011): 188-196

Benton, A. 2015. Priority species of bamboo. In: Liese W, Köhl M. eds. Bamboo: The Plant and its Uses. Switzerland: Springer International Publishing, 31–42.

BM (Banco Mundial). 2012. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management.

Brick, S; Wisconsin, M. 2010. Biochar: Assessing the promise and risks to guide U.S. policy. NRDC Issue Paper nov. 2010. Natural Resources Defense Council. USA. Consulta: 20 de dic. 2016. Disponible en internet en http://www.nrdc.org/energy/files/biochar_paper.pdf.

- Bugallo, O de L. 2014. Desarrollo de la comunidad de Hueytamalco Puebla México a través del bambú como material industrial. S.I., Universidad Autónoma de Nuevo León. 142 p.
- Bowers. N; Pratt, JR; Beeson, D. y M. Lewis. 1997. Comparative Evaluation of soil Toxicity using Lettuce Seeds and Soil Ciliates. *Environmental Toxicology and Chemistry*.
- Botero C. y Luis F.,2012. Reproducción de la *Guadua angustifolia* Kunth por el método de chusquines. Ecuador, International network for bamboo and rattan (INBAR).
- Buckingham, K.; Jepson, P.; Wu, L.; Ramanuja Rao, I.V; Jiang, S.; Liese, W; Lou, Y. & Fu, M. 2011. The potential of bamboo is constrained by outmoded policy frames. *Ambio*, 40, 544-548. DOI: 10.1007/ s13280-011-0138-4
- Camacho y De la Cruz. 2019. Diagnóstico situacional de la producción de bambú (*Guadua Angustifolia* K.) en el Distrito La Florida, de la Provincia San Miguel Región Cajamarca. Tesis para optar el título de Ingeniero Agronomo. Lambayeque Perú: Universidad Pedro Ruiz Gallo.
- Capó. M. 2007. Principios de ecotoxicología: diagnóstico, tratamiento y gestión del medio ambiente. Tebar.
- Capraro, G. 2012. Il biochar como mezzo per la riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera. Tesi de Laurea in Ingegneria per l’Ambiente e il Territorio. Universidad de Bologna. Italia. 356 p.
- Cayuela, M; Oenema, O; Kuikman, P; Bakker, R; Van Groenigen, J. 2010. Bioenergía subproductos como enmiendas del suelo. Implicaciones para el secuestro de carbono y las emisiones de gases de efecto invernadero. *Glob. Chang. Biol. Bioenerg.*, 2 (2010): 201-213.
- Casanova, F. 2018. Determinación de medios de cultivo para el establecimiento in vitro de bambú *Guadua weberbaueri*. Tesis Ingeniero Forestal Lima, PE. Universidad

Nacional Agraria La Molina. 82 p. Recuperado de:
[file:///C:/Users/Usuario/Downloads/casanova-alvino-fabiola-estefania%20\(9\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/casanova-alvino-fabiola-estefania%20(9).pdf)

Castaño, F. y Moreno, R. 2004. Guadua para todos. Cultivo y aprovechamiento. Proyecto manejo de bosques de Colombia. Corporación Autónoma Regional de Risaralda. Bogotá, Colombia.

Catpo, J. 2017. Etnobotánica, caracterización morfológica y distribución ecológica de especies de bambú en la Región Selva Central del Perú. Tesis Mg. Sc. Conservación de Recursos Forestales. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 128 p.

Cedeño. 2013. La madera. ¿Una alternativa para proteger el medioambiente? Revista de Arquitectura, 15. P. 111-119.

Centro de Investigación sobre la Desertificación y Fundación AVSI. 2017. Manual Técnico del Bambú para Productores (*Guadua angustifolia Kunth*). Lima, Perú. 88 p.

Césare, MF.; Hilario, F; Callupe, N; Cruz, L; Calle, JL; Gonzales, H. 2019. Caracterización química y física del bambú. Revista avances en Ciencias e Ingeniería 10(4): 1-13

Celis, J; Sandoval, M y Zagal, M. 2006. Efecto de la adición de biosólidos sobre la germinación de semillas de Lactuca Sativa L.

Cedeño. A. 2013. La madera. ¿Una alternativa para proteger el medioambiente? Revista de Arquitectura, 15. P. 111-119.

CICAP (Centro de Investigación Capacitación, Asesoría y Promoción). 2008. "Manual: Manejo técnico de la caña de guayaquil (*Guadua angustifolia*)". Chiclayo-Perú.

Cifuentes, W; Pérez, MJ; Gil-Cáceres Mesonero-Romanos, M. 2011. Metodología de análisis de cadenas productivas bajo el enfoque de cadenas de valor. (Fundación CODESPA) s.l., s.e., 75 p.

Chappin, R.G y Summerlin, L.R. 1988. Química Publicaciones Cultural. México.

- Chavez, J. 2005. Café femenino: una marca y una experiencia de agroecología y ciudadanía. *Anales Científicos* (Vol. 76, No. 2, pp. 261-268).
- Chiluiza, C. y Hernandez, J. 2009. Elaboración de papel artesanal de caña guadua (*Guadua Angustifolia* K.). Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, Facultad de Ingeniería Química y Agroindustrial, Escuela Politécnica Nacional. Quito- Ecuador. 2009. p. 1-15.
- Choppala, G; Bolan, N; Megharaj, M; Chen, Z; Naidu, R. 2012. La influencia de biocarbón y negro de carbón en la reducción y la biodisponibilidad de cromato en suelos. *J. Environ. Qual.*, 41 (2012): 1175-1184.
- Clark, L.G; Londoño, X. y Ruiz-Sanchez, E. 2015. Bamboo taxonomy and habitat. In: *Bamboo: The Plant and Its Uses*. ed. W. Liese and M. Köhl (Vol. 10). Switzerland: Springer International Publishing. pp. 1-30.
- Cole, T; Hilger, H. 2010. APG III (en línea). St. Louis, US. Missouri Botanical Garden. Disponible en <http://www2.biologie.fuberlin.de/sysbot/poster/poster1.pdf>.
- Cuellar, A. y Muñoz I. Fibra de Guadua como refuerzo de matrices poliméricas. *Revista Dyna*, 2010, 162: p. 137-142. ISSN 00127353
- Conti, R. 2013. Sintesi e caratterizzazione di carboni ottenuti dalla pirolisi di biomasse (biochar) per applicazioni in campo agricolo. Tesis de laurea in Chimica Ambientale. Universidad di Bologna. 112 p.
- Corrales, 2018. Establecimiento in vitro del Bambú *Guadua angustifolia* Kunth bajo seis tratamientos de desinfección aplicados en segmentos nodales procedentes de ramas primarias. *BAMBUCYT. Bambú para la ciencia, innovación y tecnología*. (1): 16 - 19
- Corporación autónoma regional del valle del cauca 2016. Curso Taller. Propagación de bambú *Guadua angustifolia*. La Molina, Perú. 34 p.

- CORPEI-CBI. (Centro de Información e Inteligencia Comercial). 2005. Perfil del producto bambú, proyecto CORPEI-CBI “Expansión de la oferta exportable del Ecuador”. Quito: CORPEI. Recuperado de: <https://www.yumpu.com/es/document/read/37726018/perfil-de-producto-bamba>.
- Cruz, H. (S/F). Grandes proyectos verdes y sustentables con bambúes como generadores de ingresos.
- Chiaromonti, D; Oasmaa, A; and Solantausta. Y. 2007. Solantausta, "Power generation using fast pyrolysis liquids from biomass," Renewable and sustainable energy reviews, vol. 11, pp. 1056-1086.
- Cueto, MJ. 2016. Potencial de producción de biochar en España a partir de residuos de la industria papelera, de lodos de E.D.A.R., de residuos sólidos urbanos sólidos urbanos y de residuos ganaderos: Estudio de la fijación de carbono. Tesis Doctoral en Ciencias Ambientales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. España. 236 p.
- Darabant, A; Haruthaithanasana, M; Atklaa, W; Phudphonga, T; Tanavata, E. y Haruthaithanasana, K. (2014). Bamboo biomass yield and feedstock characteristics of energy plantations in Thailand. Energy Procedia 59 (2014): 134 – 141. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610214017263>
- Dávila, K. 2012. Evaluación del estado de conservación de la caña guadua (*Guadua angustifolia* kunth) en la cuenca alta de las riberas del río Portoviejo. Tesis, Ingeniero en Gestión Ambiental. Portoviejo, Ecuador. Universidad Técnica Particular de Loja. 20-22 pp.
- De Oliveira, D; Pereira, N. y Pascoli, M. 2017. Cultivo, manejo e colheita do bambu. Editora Thaís Fernandes. Bambus no Brasil. Da biología a tecnología. 1º Edición. Editorial Río Janeiro: ICH. 665 p.

- Deras, JE. 2003. Análisis de la Cadena Productiva del Bambú en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 129 p.
- DECRETO LEGISLATIVO N° 1278. Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Normas Legales. El peruano. Lima, 2018.
- Demirbas, M.F. 2009. Biorefineries for biofuel upgrading: A critical review. Appl. Eng. 86: S151-S161.
- DGFFS-INRENA. «Producción de Productos Forestales No Madereros: períodos 1995-2013.» 2014. www.inrena.gob.pe / Estadísticas Forestales.
- Dodson, S. & Hanazato. T. 1995. Commentary on effects of anthropogenic and natural organic chemical on development, swimming behaviour, and reproduction of *Daphnia*, a key member of aquatic ecosystems. Environ Health Perspect. 103 (supple 4): 7-11.
- Edmunds, CW. 2012. The effects of biochar amendment to soil on bioenergy crop yield and biomass composition. University of Tennessee, Knoxville. 108 p.
- Engler, B; Schoenherr, S; Zhong, Z. y Becker, G. 2012. Suitability of Bamboo as an Energy Resource: Analysis of Bamboo Combustion Values Dependent on the Culm's Age, International Journal of Forest Engineering, 23 (2012).
- Espinoza, DC. 2004. La cadena de la guadua en Colombia DOCUMENTO DE TRABAJO N°35
- Estrada, M. (2010). Extracción y caracterización mecánica de las fibras de bambú (*Guadua angustifolia*) para su uso potencial como refuerzo de materiales compuestos. Lima, Perú.
- Escalante, A., G; Pérez, C; Hidalgo, J; López, J; Campo, E; Valtierra y Etchevers, J.D. 2016. Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. Terra Latinoamericana 34: 367-382.

- Fernández, J. 2012. SIERRA EXPORTADORA. “Perspectivas para la industrialización de bambú en las regiones de la sierra del Perú”. (en línea) Consultado 15 jul. 2016. Disponible en: www.sierraexportadora.gob.pe
- Fontana, G. 2012. Sottoprodotti della trasformazione de biomasse a fini energetici. Potenzialità del biochar come substrato per la coltivazione di piante in vaso. Tesi per Dottorato di ricerca in Tecnologie per la Sostenibilità e il Risanamento Ambientale. Università degli Studi di Palermo. Italia. Pp. 86.
- Fuentes, M. 2018. La cadena de valor del bambú en el Perú. Revista BAMBUCYT 1(2018): 9-12 p. Recuperado de: <http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/forestales/revistas/CIB/BAMBUCYT.pdf>
- García, C; Rosas, JG; Sánchez, ME; Pascual, JE; Hernández, MT. 2014. Enmiendas orgánicas de nueva generación: Biochar y otras biomoléculas. Ed. Mundi-Prensa. España. 171 p. Consulta: 23 jun. 2017. Disponible en internet en <https://books.google.it/books?isbn=8484766926>
- Glaser B; Haumaier L; Guggenberger G; Zech W. 2001. The Terra Preta phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. Naturwissenschaften 88, 37-41.
- Gallego. R. 2003. Introducción al análisis de datos experimentales: tratamiento de datos en bioensayos. Castelló de la Plana: Publicacions de la Universitat Jaume I, D.L
- Guerra, L. 2015. Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de sistemas agroforestales y de agricultura convencional en la Amazonia Peruana. Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 101 p.
- Giraldo, E. y Sabogal, A. 1999. Una alternativa sostenible: la Guadua técnicas de cultivo y manejo. CRQ, 192 p.

- González, H. 2005. Elaboración de una propuesta para el aprovechamiento y la transformación del bambú en el ámbito del PRODAPP (Puerto Inca Oxapampa)". <http://www.keneamazon.net/Documents/Publications/Virtual-Library/GRFFS/35>.
- Gómez, A; Klose, W; Rincón, S. 2008. Pirolisis de Biomasa. Cuesco de palma de aceite. Kassel University Press GmbH. Germany. 133 p.
- Greco, T.M; Pinto, M.M; Tombolato, A.F.C; Xia, N.H. 2015. Diversity of Bamboo in Brazil. *Journal of Tropical and Subtropical Botany* 23: 1-16.
- Gonzales, E. 2004. El bambú en Perú. 2da Reunión de Difusión Regional, Proyecto Participativo de un Modelo Participativo para replicar la pobreza en base al bambú en los países andinos. Guayaquil: SNV-INBAGonzales, H. 2002. Estudio de carbonización y sus productos de 02 especies de "paca" (*Guadua angustifolia* y *Guadua sarcocarpa*) provenientes de la zona de Iberia-Tahuamanu, Madre de Dios. Lima, PE, UNALM, 2002. p. 1-16.
- Google Map. Consultado 15 ene. 2017. Disponible en <https://www.google.com.pe/maps/@-6.8626493,-79.3998318,8z>
- Guerreiro, C. 2013. Flowering cycles of woody bamboos native to southern South America. *Journal of Plant Research*, 127(2), 307–313. doi:10.1007/s10265-013-0593-z
- Gutiérrez T. G. 2015. Caracterización de los productos obtenidos por destilación seca del bambú (*Guadua Angustifolia* Kunth.) procedente del distrito de La Florida, San Miguel, Cajamarca. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. UNALM. Lima – Perú, 2015. P 132.
- Hernández G. y Espinoza O.E, 1987. Manual de Bioensayos con microorganismos Cladóceros. Dirección General de Prevención y control de la Contaminación Ambiental-Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Medio Ambiente. México.

- Hidalgo, O. 1974. En Bambú, su cultivo y aplicaciones en: fabricación de papel, construcción, arquitectura, ingeniería y artesanía. (pág. 318). Bogotá, CO.: Estudios Técnicos Colombianos.
- Huang, Z. 2019. Application of Bamboo in Building Envelope, Green Energy and Technology. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12032-0_1
- Ibarrola, R; Evar, B; Reay, D. 2013. Comercialización de biocarbón (biochar) en México. 2013: 28.
- IBI (International Biochar Initiative) 2014. Standardized product definition and product testing guidelines for biochar that is used in soil. International Biochar Initiative, Oct. 2014. Consulta: 22 dic. 2016. Disponible en internet en http://www.biochar-international.org/sites/default/files/IBI_Biochar_Standards_V2%200_final_2014.pdf
- INBAR (International Network for bamboo and rattan). 2014. El bambú: un recurso estratégico para que los países reduzcan los efectos del cambio climático. Recuperado de <https://bambuecuador.files.wordpress.com/2018/01/2014-el-bambucc81-un-recurso-estrategico-para-que-los-paises-reduzcan-los-efectos-del-cambio-climatico.pdf>
- INBAR (International Network for bamboo and rattan). 2013. Estudio de la vulnerabilidad del bambú (*Guadua angustifolia*) al cambio climático en la costa del Ecuador y norte Perú. Quito, Ecuador. 135 p.
- INBAR (International Network for bamboo and rattan). 2013. Estudio de la vulnerabilidad del bambú (*Guadua angustifolia*) al cambio climático en la costa del Ecuador y norte Perú. Quito, Ecuador. 135 p.
- INBAR (International Network for bamboo and rattan). 1999 Evaluation of bamboo resources in Latin America. Ed. Londoño X. Cali, Colombia. 65 p.

INTECAP (Instituto Técnico de Capacitación). 1990. (a) Tecnología del cultivo de bambú. Departamento Agrícola, Misión de la República de China (Taiwán). ICTA. Guatemala, Guatemala. 35 p. I

IPCC. 2010. Climate Change 2007. s.l., s.e., v.70, 20-22.

ISO (International Standard Organization). 1982. Water quality – Determination of the inhibition of the mobility of *Daphnia magna* strauss (cladocera, crustacean). Primera edición. ISO 6341-1982 CE.

Janko eco bicicletas 2018. Modelo de empresa de base tecnológica que pone en valor la biodiversidad peruana - Janko eco bicicletas de bambú. Revista BAMBUCYT 2(2018): 37-39 p. Recuperado de: http://www.lamolina.edu.pe/FACULTAD/forestales/revistas/CIB/SEGUNDA_EDICION_REVISTA_BAMBUCYT.pdf

Jeffery, S; Bezemer, M; Cornelissen, G; Kuyper, TW; Lehmann, J; Mommer, L; Sohi, SP; Van De Voorde, TFJ; Wardle, DA; Van Groenigen. JW. 2015. El camino a seguir en la investigación biocarbón: centrarse en soluciones de compromiso entre las posibles victorias. GCB Bioenergía, 7 (2015): 1-13

Jones, D; Rousk, J; Edwards-Jones, G; De Luca, T; Murphy. D. 2012. Cambios biochar mediada por la calidad del suelo y el crecimiento de las plantas en un ensayo de campo de tres años. Biol suelo. Biochem., 45 (2012): 113-124

Judziewicz, E; Clark, L; Londoño, X; Stern, M. 1999. American Bamboos. Washington, US. Smithsonian Institution Press. 392 p.

Junna, S; Bingchen, W; Gang, X; Hongbo. S. 2014. Efectos de biocarbón paja de trigo en la mineralización del carbono y orientación a gran escala para mejorar la calidad del suelo en el humedal costero. Ecol. Eng., 62 (2014): 43-47

- Kerlero de Rosbo, G. 2012. Open ideas - electrical valorization of bamboo in Africa, in. J. de Bussy, Open ideas - electrical valorization of bamboo in Africa, in, Enea Consulting, Paris, 2012, pp. 58.
- Kimetu JM; Lehmann, J; Ngoze, SO; Mugendi, DN; Kinyangi, JM; Riha, S; Verchot, L; Recha, JW; Pell AN. 2008. Reversibility of soil productivity decline with organic matter of differing quality along a degradation gradient. *Ecosystems* 11, 726-739.
- Kleinhenz, V; Midmore, D.J. 2001. Aspects of bamboo agronomy, *Advances in Agronomy*, 74 (2001) 99-145.
- Kookana, R; Sarmah, A; Van Zwieten, L; Krull, E; Singh, B. 2011. La aplicación del biochar al suelo: ventajas agronómicas y ambientales y las consecuencias no deseadas. *Adv. Agron.*, 112 (2011): 103-143
- Laird, D.A; Brown, R; Amonette, J. and Lehmann, J. 2009. Review of the pyrolysis platform for coproducing bio-oil and biochar. *Biofpr* 3: 547-562.
- Lairon, D.; Bertrais, S.; Vincent, S.; Arnault, N.; Galan, P.; Boutron, MC. y Hercberg, S. – 2003. Dietary fibre intake and clinical indices in the French Supplémentation en Vitamines et Minéraux Antioxydants (SU.VI.MAX) adult cohort. *Proc Nutr Soc.*, 2003 Feb; 62(1):11-5.
- Latorre, B. y J.R. Ruano, JR. 2009. Caracterización energética de la biomasa de *Paulownia* spp. procedente de plántulas cultivadas de una sabia. *Montes*. 98: p. 77-82.
- Lazaro, K; Gonzales, H. y Cárdenas, A. 2016. Propiedades mecánicas del material compuesto elaborado con bambú (*Guadua angustifolia* Kunth) y polipropileno. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*. 7(38): 95-110.
- Lehmann, J; Gaunt, J; Rondon, M. 2006. La captura biológica del carbón en los ecosistemas terrestres - una revisión. *Mitig. Adapt. Strateg. Glob. Chang.*, 11: 395-419

- Lehmann, J; Rillig, MC; Thies, J; Masiello, CA; Hockaday, WC; y Crowley, D. 2011. biochar efectos sobre la biota del suelo - una revisión. Biol suelo. Biochem., 43 (2011): 1812-1836
- Lehmann, J. y [Joseph, S. 2009](#). El biocarbón para la gestión ambiental. Ciencia y Tecnología, Earthscan, Londres (2009): 13-32
- Lehmann, J. 2007. Bio-energy in the black. Journal: Frontiers in Ecology and the Environment. 5(7), 381-387. 14 p.
- Lehmann J; Kern DC; Glaser B; Woods WI. 2003. Amazonian Dark Earths: Origin, Properties, Management, Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.
- Liese, W y Kumar, S. 2003. Compendio de preservación. Nueva Delhi, IN, CCTB. p. 11-18.
- Londoño, X. 2012. Evaluation of bamboo resources in Latin America. A summary of the final Report of Project N° 96-8300-01-4 (en línea) INBAR. CO. Recuperado de: http://www.inbar.int/wpcontent/uploads/downloads/2012/09/inbar_working_paper_no33.pdf
- Londoño, X. 2011. El bambú en Colombia. Biotecnología Vegetal, 11(3). Recuperado de <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485/882>.
- Londoño, X. 2010. Identificación taxonómica de los bambúes de la región noroccidental del Perú.
- Londoño, X. 2006. Botánica y diversidad genética de la Guadua y otros bambúes de América. III Simposio Latinoamericano de Bambú. Bambú, comunidad y desarrollo. Guayaquil, Ecuador.
- Londoño, X. 2005. Aspectos generales de los bambúes americanos. Primer Congreso Mexicano del bambú. México.

- Londoño, X; Camayo, G; Riaño, N; Lopez, Y. 2002. Characterization of the anatomy of *Guadua angustifolia* (Poaceae: Bambúsoideae) culms. Bamboo Science and Culture: The Journal of the American Bamboo Society 16(1):18-31.
- Londoño, X. 2002. Distribución, morfología, taxonomía, anatomía, silvicultura y usos de los bambúes del nuevo mundo (en línea). Santafé de Bogotá - Colombia, s.e. Disponible en <http://www.hof-landlust.de/scb/taller.html>
- Londoño, X. 2001 La Guadua, un bambú importante de América. Revista PROCAÑA, 56:10-14
- Londoño, X. 1998. Evaluation of Bamboo Resources in Latin America. Final Report Project 96-8300-01-4, INBAR.
- Londoño, X. Peterson, P. 1991. *Guadua sarcocarpa* (Poaceae: Bambuseae), a New Species of Amazonian Bamboo with Fleshy Fruits. (en línea) Systematic Botany. 16 (4): 630-638. Consultado 23 mar. 2016. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/2418866>
- Londoño, X. 1990. Estudio botánico, ecológico, silvicultura, económico e industrial de las Bambusoideae de Colombia. Colombia. 78 p.
- Londoño, X. S.F. Recurso sostenible de incalculable valor. In Villegas, M. Guadua: Arquitectura y Diseño. Villegas. S.l. 213 p. (en línea) Consultado 20 mar. 2016. Disponible en: books.google.com.pe.
- López V.A; Sterrett, W.R. & McDonald, M. J. 1987. Árboles comunes del Paraguay: Ñande yvyra mata kuera. En W. R. J Alberto López Villalba, Árboles comunes del Paraguay: Ñande yvyra mata kuera (pág. 425). Cuerpo de Paz: Colección e Intercambio de Información.
- Martínez, S. 2015. Bambú como material estructural: Generalidades aplicaciones y modelización de una estructura tipo. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal. Universidad de Valencia. Valencia – España, 2015. P 132.

- Maya, J.M; Camargo García, J.C. & Marino, O. 2017. Características de los culmos de guadua de acuerdo al sitio y su estado de madurez. *Colombia Forestal*. 20(2), 171-180.
- Masek, O; Brownsort, P; Cruz, A; Sohi, S. 2011. Influencia de las condiciones de producción en el rendimiento y la estabilidad ambiental de biocarbón Combustible, 103 (2011): 151-155
- Mercedes, J.R. 2006. Guía Técnica Cultivo del Bambú. Santo Domingo, República Dominicana. CEDAF, 2006. 38 p.
- MIDAGRI (Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego). 2012. Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario. Recuperado de: https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/marcolegal/normaslegales/decreto/ssupremos/2012/ds_16-2012-ag.pdf.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura). 2011. Bambú biología cultivo manejo y usos en el Perú.pdf. 2011: 68.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 2012. Norma Técnica E. 100 bambú.: 58.
- Mohammad I.; Mohammad G.; Ashfaque A.; Nanjappa A. (2012) Biofuels Production through Biomass Pyrolysis —A Technological Review, *Energies*. 5. 4952-500.
- Mora, EP. 2007 Life Cycle, Sustainability and the transcendent quality of building materials. *Building and Environment* 42: 1329-1334.
- Morán, J. 2001. Usos tradicionales y actuales del bambú en América Latina, con énfasis en Colombia y Ecuador. ECUABAMBU, INBAR, PNUD, Escuela Politécnica Nacional. Guayaquil.

- Morales, D. 2002. Análisis de la población y productores de bambú en Costa Rica. Proyecto Guadua Bamboo. Estudio de línea base. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 33 p. (No publicado).
- Moreno, M. E. & Jakob, S. I. diciembre de 2012. Aprovechamiento del Bambú para impulsar el desarrollo económico sustentable en México. Observatorio de la Economía Latinoamericana. Vol.37 pp. XX-XX.
- Nieto, C.A; Herrera, L.A. 2018. La Cadena productiva de la guadua en Colombia: Análisis participativo en Rionegro, Cundinamarca. BANBUCYT: Bambú para la ciencia, innovación y tecnología N°2: 34- 36. REcuperado de: file:///C:/Users/Usuario/Pictures/Mary%20FLor/SEGUNDA_EDICION_REVISTA_BAMBUCYT.pdf
- Nieto, A. 2015. Fabricación, caracterización y utilización de biochar como sustituto de la turba en la preparación de sustratos de cultivo. Tesis Doctoral para optar el título en Ciencias Ambientales. Universidad Politécnica de Madrid. España. 248 p.
- Novak, J.M; Lima, I; Xing, B; Gaskin, JW; Steiner, C; Das, KC; Watts, DW; Busscher, WJ; Schomberg, H. 2009. Characterization of designer at different temperatures and their effects on a loamy sand. JM Novavak Annals of Environmental Science, vol 3, 195-206.
- Martínez, S. 2015. Bambú como material estructural: generalidades, aplicaciones y modelización de una estructura tipo. Trabajo fin de grado. Recuperado de: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/55983/MARTINEZ%20-%20Bamb%20como%20material%20estructural%20Generalidades%20y%20aplicaciones%20y%20modelizaci%20de%20una%20est....pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marulanda, M; Gutiérrez, L; Márquez, M. 2005. Micropropagación de *Guadua angustifolia* Kunth. (en línea). Revista Colombiana de Biotecnología Vegetal. 27 (82) Consultado 13 mar. 2016. Disponible en: <http://matematicas.udea.edu.co/~actubiol/Vol27-82Resumen.htm>

Ministerio del Ambiente. 2013. Glosario de términos de uso frecuente en la gestión ambiental. Lima: MINAM.

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador-MAG. 2004. Servicio de información agropecuaria (en línea). Recuperado de: <http://www4.congreso.gob.pe/historico/cip/materiales/bambú/doc2.pdf>

Ministerio de Agricultura - MINAN. 2008. Plan Nacional de Promoción del bambú 2008 - 2020 (2da ed.). Lima. Recuperado el 22 de abril de 2020, de <https://www.serfor.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Plan%20Nacional%20del%20Bambu.pdf>

Moreno, M. E. & Jakob, S.I. 2012. Aprovechamiento del Bambú para impulsar el desarrollo económico sustentable en México. Observatorio de la Economía Latinoamericana. Vol.37 pp. XX-XX.

Morris, S. 2014. Un estudio de investigación de los mecanismos de incubación que impactan N₂O flujo del suelo después de la aplicación del biochar. Agric. Ecosyst. Environ., 191 (2014): 53-62

Móstiga, M.J. 2019. Propagación in vitro de germoplasma de *Guadua weberbaueri* pilg. colectado en tres sitios de selva central. Tesis para optar el grado de Mg. Sc. Conservación de Recursos Forestales. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 124 p. Recuperado de: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/4253/mostiga-rodr%C3%ADguez-maricel-jadith.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Móstiga, RC.; Cano BG; Quispe, LR.; Móstiga, MJ. 2019. Análisis morfológico y molecular de especies de bambú del género *Guadua* (Poaceae: Bambusoideae) procedentes de las regiones San Martín y Cajamarca, Perú. Rev. de investig. Agroproducción sustentable 3(1): 83-91. Recuperado de: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/486-2013-1-PB.pdf>

- Montaño, C.M.D; Pels, J.R.; Fryda, L.E. y Zwart, R.W.R. 2012. Evaluation of torrefied bamboo for sustainable bioenergy production, in: J. Gielis (Ed.) 9th World Bamboo Congress, World Bamboo Organization, Antwerpen, 2012, pp. 809-818.
- Mutjé, P; Vilaseca, F; Vallejos, M.E; López, A; Gironés, J.A; Méndez, A. y Pèlach. M.A. 2006. Fibras de plantas madereras recicladas vs filamentos de plantas anuales en el refuerzo de matrices termoplásticas. <https://www.riadicyp.org/index.php/ciadicyp-2006/madera-y-materias-primas/send/49m15-de-febrero-de-2015>).
- Nelson, B. 1994. Natural forest disturbance and change in the Brazilian Amazon. *Remote Sensing Rev.* 10: 105-125.
- Nieto Martín, A. 2015. Fabricación, caracterización y utilización de biochar como sustituto de la turba en la preparación de sustratos de cultivo. Tesis Doctoral para optar el título en Ciencias Ambientales. Universidad Politécnica de Madrid. España. 248 p.
- OECD (Organization for Economic Cooperation and Development). 1984. Terrestrial Plants: Growth test. Guideline for testing of chemicals N°208. OECD Publications Service, París.
- Ohenberger, O. 1999. Los bambúes del mundo. Nomenclatura Anotada y literatura de las especies y la taxa superior e inferior. Editorial Elsevier. 596 p.
- OIMT (Organización Internacional de las Maderas Tropicales). 1995. Bambú para la vida: alternativa para la rehabilitación de tierras forestales degradadas y el desarrollo rural sostenible en la región amazónica del Perú. Recuperado de: http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3130/Project/PD%20690-13%20Rev.pdf
- Ospina-Guarín V; R. Buitrago-Sierra, R. y López-López, D.P. 2014. “Preparación y caracterización de carbón activado a partir de torta de higuera”, *Tecno Lógicas*, vol. 17, no. 32, pp. 75-84

- Mohammad, I; Mohammad, G; Ashfaque, A; Nanjappa A. 2012. Biofuels Production through Biomass Pyrolysis —A Technological Review, *Energies*. 5. 4952-500.
- Olmo, M. 2016. Efectos del biochar sobre el suelo, las características de la raíz y la producción vegetal. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba. España. 157 p.
- Ortiz, K. 2018. Caracterización y clave de identificación de los bambúes en la región nor-oriental (San Martín, Amazonas y Cajamarca). *BAMBUCYT. Bambú para la ciencia, innovación y tecnología*. (1): 26 -28
- Otavio, J; Tomazello, M; Luiz de Barros, A. 1987. Producción y caracterización del carbón vegetal de especies y variedades de Bambú. Piracicaba, BR, IPEF. p. 13-17.
- Paco, D. 2012. Evaluación de efectos de varios tipos de biochar en suelo y planta. Tesis de Fin de carrera en Ciencias Ambientales. Barcelona. España. Universidad autónoma de Barcelona. Recuperado de: https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/hdl_2072_202695/PFC_DanielPacoAbenza.pdf
- Reátegui, N. 2009. Caracterización y Clave de Identificación de Bambúes en el ámbito Chanchamayo, Departamento de Junín, Perú. Tesis Lic. Ing. For. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Pastor, Y; Martínez, M.M. y Valdés R. 2013. Construcción de una planta de producción de biochar a partir de purines. [Internet]. Cartagena: Universidad Politécnica de Cartagena, España. Disponible en: <https://www.upct.es/~orientap/agrolola/biochar.pdf>
- Paucar, R. y Llerena L. 2018. Manual técnico de la caña Guayaquil (*Guadua angustifolia*): Sistematización de experiencias en la Región Piura. Recuperado de: <http://repositorio.serfor.gob.pe/handle/SERFOR/523>
- Pérez, DV. y Ríos, PC. 2019. Influencia del diámetro de esquejes para la propagación vegetativa de bambú guadua (*Guadua angustifolia* Kunth) a nivel de vivero en Chanchamayo. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión. La Merced, Perú.

Plant. Springer International Publishing, Switzerland. pp. 87-149.

PEMEX. 1988. El petróleo. Gerencia de información y relaciones públicas. Pemex, México.

Pereira, J; Miná, A; Furtado, D; Nascimento, J. 2009. Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior - ABEAS – 24(2): p.67-77.

Perúbambú, 2015.

Porter, M. 2000. Estrategia competitiva. Técnicas para el análisis de los sectores industriales y la competencia. Cecs, México.

Prías-Barragán, J. J. 2009. Implementación del método de Fitch para la medición de la conductividad térmica en muestras de *Guadua angustifolia* Kunth. Memorias Congreso Internacional de la Guadua, otros Bambúes y fibras naturales I,81-83

Quintero, J; Sánchez, J. 2006. La cadena de valor: Una herramienta del pensamiento estratégico The Value Chain: A Strategic Thought Tool. Telos 8(3): 377-389.

Quispe I; Yearwood, J; Duni, A; Chirinos, L; Matos K. 2009. Análisis del ciclo de vida de los biocombustibles de Perú. Red Peruana de ciclo de vida. Pontificia Universidad Católica del Perú. 58 p.

Reátegui, N. 2009. Caracterización y Clave de Identificación de Bambúes en el ámbito Chanchamayo, Departamento de Junín, Perú. Tesis Lic. Ing. For. Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Rebolledo, AE; López, GP; Moreno, CH. 2016. Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia , fabricación y uso en el suelo. Terra Latinoamericana 34: 367-382.

- Reinel, M. 2009. Determinación de la característica de toxicidad por lixiviación (TCLP) del ingrediente activo malatión en un plaguicida organofosforado mediante el procedimiento de TCLP. Tesis de grado. Ing. Ambiental y Sanitario. Bogotá, Colombia. Universidad de La Salle. Recuperado de: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/276
- Reyes, C. 2016. Situación del manejo de los residuos sólidos en el sector agrario. (2016, Lima - Perú). 2016. Ed. Reyes, C. Lima - Perú.
- Rincón, JM; Silva, EE. 2014. Bioenergía: Fuentes, conversión y sustentabilidad. La Red Iberoamericana de Aprovechamiento de Residuos Orgánicos en Producción de Energía. 1° Ed. 332 p. Consulta en línea 30 de marzo de 2017. Disponible en internet en <https://books.google.com.pe/books?isbn=9585888009>.
- Romero-Uscanga, E; Montero Alpírez, G; Toscano-Palomar, L; Pérez Pelayo, L; Torres Ramos, R.y Beleño Cabarcas M. 2014. Determinación de los principales componentes de la biomasa lignocelulósica: celulosa, hemicelulosa y lignina de la paja de trigo para su posterior pretratamiento biológico. XVII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas Agricultura sustentable: Uso eficiente del agua, suelo y fertilizantes 9 y 10 de octubre de 2014.
- Rojas, E. 2014. Calidad de carbón vegetal de *Eucalyptus camadulensis* producido en horno metálico de tambor tipo japonés mejorado. Tesis Ing. Forestal. Chapingo, MX, UACH. p. 20-29.
- Rosas, JG. 2015. Producción de biochar a partir de viñas agotadas mediante pirólisis en reactor a escala piloto y en reactor móvil energéticamente sostenible. Tesis para optar el grado de Doctor en Ingeniería Química. Universidad de León. España. 231 p.
- Rouquerol, I. and K. Sing. 1999. Adsorption by powders and porous solids. Academic Press. ISBN: 978-0-12- 598920-6. London, UK
- Ruiz-Sanchez, E; Mendoza-Gonzalez, G; Rojas-Soto, O. 2020. Mexican bamboos in the xxi century: diversity, useful species and conservation.

- Salas, E. 2006. Actualidad y futuro de la arquitectura de bambú en Colombia. 2006.
- Salgado, A; Azini, R. 1992. Caracterización física del carbón vegetal de Bambú. Campinas, BR, IAC. p. 45-42.
- Sanhueza, JE. 2012. Análisis Crítico de Estudios sobre Costos de Oportunidad de Actividades REDD + en América Latina.
- Sandoval, M; Dörner, J; Seguel, J; Cuevas, J; Rivera, D. 2011. Métodos de análisis físico de bambú. Chile. p. 28-29.
- Santos, A; Camara, D; Oliveira, E. 2010. Produção de carvão vegetal. Ed. D Camara. Minas Gerais, BR, UFV. p. 5-29.
- Saranyó, K; Kumutha, K; Krishnan. PS. 2011. Influencia de biocarbón y *Azospirillum* aplicación sobre el crecimiento del maíz. Madras Agric. J., 98 (2011), pp. 158-164
- Saman, N. 2020. Dapositibas del curso Cadena de valor para las agroexportaciones; desarrollado por la escuela latinoamericana de agricultura - ELDA.
- SEMARNAT. 2012. Informe de la situación del medio ambiente en Mexico. s.l., s.e., 360.
- SERFOR (2019).
- Stern, NH. 2007. Great Britain. Treasury. The economics of climate change: the Stern review. 2007: XIX, 692.
- Singh, R; Babu, JN; Kumar, R; Srivastava, P; Singh, P; Raghubanshi, AS. 2015. Aplicación multifacética de biocarbón los residuos de cultivos como una herramienta para la agricultura sostenible: una perspectiva ecológica. Ecol. Eng., 77 (2015): 324-347.
- Suárez de Freitas, CG. 2016. Reducción de la reforestación (principalmente en la amazonia) en el contexto del cambio climatico y de un enfoque de crecimiento verde. 2016: 8.

- Saval, B.S. 1995. Acciones para la remediación de suelos en México. Segundo Minisimposio Internacional sobre contaminantes del agua y suelo. Instituto de Ingeniería. UNAM. México.
- SEMARNAP. 1996. Los suelos de Tabasco. Restauración, conservación y uso. Gobierno Constitucional del Estado de Tabasco, México.
- Scurlock, J.M.O; Dayton, D.C.; Hames, B. 2000. Bamboo: an overlooked biomass resource?, *Biomass and Bioenergy*, 19: 229-244.
- Seboka, Y. 2010. Bamboo charcoal & charcoal briquette production manual. Ethiopia: INBAR-NPMU.
- SEMARNAT. 2012. Informe de la situación del medio ambiente en México. s.l., s.e., 360.
- SPDA (Derecho Ambiental). (miércoles 19 de diciembre, 2018). La deforestación registrada el 2017 en Madre de Dios fue la más alta de los últimos 17 años <https://www.actualidadambiental.pe/datos-oficiales-la-deforestacion-registrada-el-2017-en-madre-de-dios-fue-la-mas-alta-de-los-ultimos-17-anos/>
- Stern, NH. 2007. Great Britain. Treasury. The economics of climate change: the Stern review. 2007: XIX, 692.
- Singh, R; Babu, JN; Kumar, R; Srivastava, P; Singh, P; Raghubanshi, AS. 2015. Aplicación multifacética de biocarbón de los residuos de cultivos como una herramienta para la agricultura sostenible: una perspectiva ecológica. *Ecol. Eng.*, 77 (2015): 324-347.
- Suárez de Freitas, CG. 2016. Reducción de la reforestación (principalmente en la amazonia) en el contexto del cambio climático y de un enfoque de crecimiento verde. 2016: 8.
- Stahl, R; Heinrich, E; Gehrman, H.J; Vodegel, S; Koch, M. 2004. Definition of a standard biomass, in, *Forschungszentrum Karlsruhe, Karlsruhe*, pp. 14

- Saval, B.S. 1995. Acciones para la remediación de suelos en México. Segundo Minisimposio Internacional sobre contaminantes del agua y suelo. Instituto de Ingeniería. UNAM. México.
- SEMARNAP. 1996. Los suelos de Tabasco. Restauración, conservación y uso. Gobierno Constitucional del Estado de Tabasco, México.
- Sustenta. Inventario de Bambú en el Perú. Reporte de inventario, Lima: GTZ Contrato 01.2459.4-001.00/PI-030/03., 2003, 50
- Takahashi, J. y Ascencios, D. 2004. Inventario de Bambú en el Perú. Informe final. Lima, Perú.
- Takahashi, J., (s/f). El bambú y su potencial para el desarrollo sostenible en el Perú. Recuperado de: https://www.agrobanco.com.pe/pdf_cpc/bambu_josefinatakahashi.pdf
- Technical Association for the Pulp and Paper Industries. 1978. Acid insoluble lignin in wood and pulp. TAPPI Test Method T 222 os-74. TAPPI PRESS, Atlanta.
- Technical Association for the Pulp and Paper Industries. TAPPI T-T212. One percent sodium hydroxide solubility of wood and pulp.
- Trillo, N. 2019 a. Ponencia Cadena de valor del Bambú. Emprendimientos de la mujer en actividades productivas forestales en el marco del cambio climático. Colegio de Ingenieros del Perú Capítulo Ingeniería Forestal. Recuperado de: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/2.Cadena.Productiva.Bamb%C3%BA.Noelia%20Trillo%20-%20FORESTBAMBU.1.pdf>
- Trillo, N. 2019 b. Ponencia de propagación de bambúes en la amazonía del Perú, 1er. Congreso Internacional del bambú, Chanchamayo
- Truong, AH y Le, TMA. 2014. Descripción general de la biomasa de bambú para la producción de energía. Hanoi: USTH

- Triplett, JK; Oltrogge, KA y Clark LG. 2010. Relaciones filogenéticas e hibridación natural entre los bambúes leñosos de América del Norte (Poaceae: Bambusoideae: Arundinarieae). *Am J Bot* 97: 471–492
- Uchimura E. 1980. Bamboo cultivation, in bamboo research in Asia (1980, Singapore), proceeding of a workshop held in Singapore. Ootowa – Canada. International Development Research Center, p. 135
- Urien, A. 2013. Obtención de biocarbones y biocombustibles mediante pirolisis de biomasa residual. Trabajo de Fin de Máster de Investigación. Universidad de Educación a Distancia. España. 83 p.
- USEPA. 1989. Protocols for Short Term Toxicity Screening of Hazardous Waste Sites[PS1] . US Environmental Protection Agency, 600/3-88/029, Corvallis[PS2]
- Van der Heyden, D. y Camacho, P. 2004. Guía Metodológica para el Análisis de Cadenas Productivas. Centro Internacional de Cooperación para el Desarrollo Agrícola. 90 pp
- Van Zwieten, L; Kimber, S; Morris, S; Chan, KY; Downie, A; Rust, J; Joseph, S; Cowie, A. 2010. Appendix C-Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility. In: *Biochar Production and Use: Environmental Risks and Rewards*. Adriana Downie-PhD Thesis- Page 188-199.
- Venkateshwaran, N; A. Elayaperumal, A; Sathiya, G. 2012. Prediction of tensile properties of hybrid-natural fiber composites. *Composites Part B: Engineering*. 43, (02): 793-796.
- Verheijen, F; Jeffery, AC; Bastos, AC; Van der Velde, M; Diafas I. 2010. *Biochar Application to Soils. A critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions*. JRC Scientific and Technical Reports. 166 p.
- Valdez, 2013. Manual para el cultivo de experiencias en Guatemala. Recuperado de: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Manual%20para%20el%20cultivo%20de%20bambu,%202013%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Manual%20para%20el%20cultivo%20de%20bambu,%202013%20(3).pdf)

- Vasudevan, N. y P. Rajaram. 2001. Biorremediation of soil sludge – contaminated soil. *Environment International*. 26:409-411.
- Vorontsova, M.S; Clark, L.G; Dransfield, J; Govaerts, R; Baker, W.J. 2016. World Checklist of Bamboos and Rattans. Beijing, China: International Network of Bamboo and Rattan. INBAR Technical Report. 466 pp.
- Wang, T; Camps Arbestian, M; Hedley, M; Bishop, P. 2012. Chemical and bioassay characterization of nitrogen availability in biochar produced from dairy manure and biosolids. *Org. Geochem*; 45-54.
- Willian, D. 2011. Value-adding to cellulosic ethanol: Lignin polymers, *Industrial Crops and Products*, pp. 259-276, 2011.
- Youssefian, S; Rahbar, N. 2015. Molecular origin of strength and stiffness in bamboo fibrils. *Scientific Reports*. 2015, 5 (11116): 1-13.
- Xu, TS. y Wang, H. 2004. Main pests of bamboo in China. Chinese Forest Publish House, Beijing, pp 45–46
- Zamora. A; Ramos. J. y Arias. M. 2012. Efecto de la contaminación por hidrocarburos sobre algunas propiedades químicas y microbiológicas de un suelo de Sabana. *Revista Bioagro* 24(1): 5-12.
- Zhang, Q; Jiang, S. & Xiao, P. 2002. Transfer of technology model, bamboo charcoal unit. Nanjing, China: International Network for bamboo and rattan (INBAR).
- Zhao, L; Cao, X; Mašek, O. y Zimmerman, A. 2013. Heterogeneity of biochar properties as a function of feedstock sources and production temperatures. *J. Hazard. Mater.* 256–257, 1–9
- Zhou, C; Wu, XQ. Ji J. y Ye, JR. 2010. Research advances of bamboo diseases. *China For Sci Technol* 24(5):8–13.

VIII. ANEXOS



Figura 57: Acondicionamiento de la muestra (Extracción de aceites y grasas) - Extracción con solvente - Metodología ASTM D1105-07

Fuente: Mary Flor Césare Coral

Calculo:

$$\%Grasas = \frac{\text{Peso matraz con grasa} - \text{Peso matraz vacío}}{P_{\text{muestra}}} \times 100$$



Figura 58: Determinación de Lignina por el método Klason

Fuente: Mary Flor Césare Coral.



Figura 59: Determinación de celulosa

Fuente: Mary Flor Césare Coral.



Figura 60: Determinación de Holocelulosa

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 37. Sexo de la población entrevistada

Rango de edad	Sexo		Total, general %
	Femenido %	Masculino %	
[15 -30>	4.8	4.8	9.5
[30-45>	11.9	16.7	28.6
[45-60>	9.5	16.7	26.2
[60-75>	19.0	9.5	28.6
[75 a más>	2.4	4.8	7.1
Total general	47.6%	52.4%	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 38. Sexo de la población entrevistada

Sexo	%
Femenino	47.62
Masculino	52.38
Total general	100.00

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 39. Lugar de nacimiento de la población entrevistada

Etiquetas de fila	Cuenta de LUGAR DE NACIMIENTO
AGUA AZUL	26.2%
FLORIDA	11.9%
HUALANGO	7.1%
LA LAJA	21.4%
LIMONCITO	31.0%
MONTE SECO	2.4%
Total general	100.00%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 40. Ingreso familiar

INGRESO MENSUAL (S/.)	PORCENTAJE
100	4.8
150	2.4
200	14.3
250	2.4
260	2.4
300	14.3
400	19.0
500	9.5
600	4.8
800	2.4
850	2.4
1000	4.8
1500	2.4
1900	2.4
2000	2.4
2500	2.4
2600	2.4
NS/NR	4.8
Total general	100.0

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 41. Rango por residencia de la población entrevistada

Etiquetas de fila	Cuenta de Rango por residencia
[15-30>	21.4%
[30-45>	31.0%
[45-60>	23.8%
[60-75>	19.0%
[75 a más>	4.8%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 42. Nivel de instrucción de la población entrevistada

Etiquetas de fila	Cuenta de Nivel de instrucción
Prim. Completa	38.1%
Prim. Incompleta	11.9%
Sec. Completa	28.6%
Sec. Incompleta	11.9%
Sup. No Universitaria	7.1%
Sup. Universitaria	2.4%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 43. Ocupación de la población entrevistada

OCUPACIÓN PRINCIPAL	%
Agropecuario	42.9
Ama de Casa	33.3
Carpintero	2.4
Comercio	4.8
Empleado Profesional	4.8
Estudiante	2.4
Jubilado/Enfer	2.4
Peón agrícola	2.4
Transporte	4.8
Total general	100.0

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 44. Estado civil de la población entrevistada

Etiquetas de fila	Cuenta de ESTADO
Casado	28.6%
Conviviente	23.8%
Separado/Divorciado	14.3%
Soltero	31.0%
Viudo	2.4%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 45. Población entrevistada con hijos

Etiquetas de fila	Cuenta de TIENE HIJOS
No	11.9%
Si	88.1%
Total general	100.00%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 46. Número de hijos de la población entrevistada

Etiquetas de fila	Cuenta de HIJOS NACIDOS VIVOS
0	11.9%
1	19.0%
2	19.0%
3	11.9%
4	14.3%
5	9.5%
6	4.8%
8	4.8%
9	2.4%
10	2.4%
Total general	100.00%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 47. Porcentaje de miembros embarazadas de la población entrevistada

Etiquetas de fila	Cuenta de ALGÚN MIEMBRO ESTÁ EMBARAZADA
Si	24%
No	76%
Total general	100%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 48. Atención prenatal de la población entrevistada

Etiquetas de fila	Cuentos de Reciben atención Prenatal
(en blanco)	0%
Si	90%
No	10%
Total general	100.00%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 49. Miembros migrantes de la población entrevistada

Etiquetas de fila	CUANTOS MIEMBROS SE FUERON A OTRO LUGAR
0	40.5%
1	11.9%
2	14.3%
3	9.5%
4	16.7%
5	7.1%
Total general	100.00%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 50. Motivo de migración

MOTIVO MIGRACIÓN	%
TRABAJO	84.7%
ESTUDIOS	6.9%
FAMILIARES	5.6%
OTROS	2.8%
Total general	100.00%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 51. Tipo de ocupación

Etiquetas de fila	Cuenta de USTED SE DEDICA A LA AGRICULTURA O GANADERÍA
No	23.8%
Si	76.2%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 52. Población dedicada a ambas actividades

Etiquetas de fila	Cuenta de 1: Agricultura 2: Ganadería 3: Ambas
Agricultura	46.9%
Ambas	53.1%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 53. Tierras trabajadas

Etiquetas de fila	Cuenta de LAS TIERRAS QUE USTED TRABAJA
"Al partir"	3.1%
Propias	96.9%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 54. Extensión de tierras

Etiquetas de fila	Cuenta de EXTENSIÓN DE SUS TIERRAS
0.25	3.1%
0.50	28.1%
1.00	21.9%
1.50	6.3%
2.00	21.9%
3.00	12.5%
5.00	3.1%
10.00	3.1%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 55. Hectáreas sembradas

Etiquetas de fila	Cuenta de N° de ha sembrada
0	10.7%
0.25	7.1%
0.5	28.6%
1	21.4%
1.5	3.6%
2	21.4%
3	3.6%
7	3.6%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 56. Hectáreas de descanso

Etiquetas de fila	Cuenta de N° de ha descanso
0	78.6%
0.25	3.6%
0.5	7.1%
1	3.6%
1.5	3.6%
3	3.6%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 57. Título de propiedad

Etiquetas de fila	CUENTA CON ALGÚN TÍTULO DE PROPIEDAD U OTRO DOCUMENTO
No	3.1%
Si	96.9%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 58. Tipo de título de propiedad

Etiquetas de fila	Cuenta de Cuál
Escritura	67.7%
Posesión	32.3%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 59. Fuente de agua para actividad agropecuaria

Etiquetas de fila	Cuenta de FUENTE DE AGUA USA PARA SU ACTIVIDAD AGROPECUARIA
Canal de riego	53.1%
Lluvia	31.3%
Río/Riachuelo	15.6%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 60. Nombre de la fuente

Etiquetas de fila	Cuenta de Cuál es el nombre de la fuente
Asequia	4.2%
Rio Argollas	4.2%
Rio Colloma	16.7%
Rio Orgulla	4.2%
Rio Zaña	70.8%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 61. Tipo de riego

Etiquetas de fila	Cuenta de TIPO DE RIEGO QUE UTILIZA
Canales de riego	18.8%
Gravedad	6.3%
Inundación	75.0%
Total general	100.00%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 62. Asistencia técnica

Etiquetas de fila	Cuenta de HA RECIBIDO ASISTENCIA TÉCNICA PARA LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA
No	81.3%
Si	18.8%
Total general	100.00%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 63. Institución a cargo de la asistencia técnica

Etiquetas de fila	Cuenta de Quién le brindo la asistencia
Institución privada	66.7%
Institución pública	16.7%
ONG	16.7%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 64. Herramientas utilizadas

Herramientas que utiliza para realizar su trabajo agrícola	%
Machete	34.7%
Palana	20.8%
Barreta	11.1%
Lampa	11.1%
Pico	8.3%
Hacha	4.2%
Manguera	1.4%
Tijera Podadora	1.4%
Rastrillo	6.9%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 65. Recurso natural

Tipo de recurso natural	%
Tierra	32%
Plantas	19%
Animales silvestre	4%
Agua	45%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 66. Recurso natural utilizado

Etiquetas de fila	Cuenta de Para qué actividades los utiliza
Agricultura	43.8%
Consumo	43.8%
Leña	9.4%
Para todo	3.1%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 67. Actividades económicas

Etiquetas de fila	Cuenta de USTED O SU FAMILIA SE DEDICA A OTRAS ACTIVIDADES ECONÓMICAS DIFERENTES A LA AGROPECUARIA
No	78.6%
Si	21.4%
Total general	100.0%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 68. Oficio actual

Etiquetas de fila	Cuenta de A QUÉ SE DEDICA ACTUALMENTE USTED Y LOS MIEMBROS DE SU FAMILIA OFICIO ACTUAL
Albañil	11.11%
Comerciante	33.33%
Docente	22.22%
Obrero	11.11%
Transportista	22.22%
Total general	100.00%

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 69. Test de toxicidad

		raiz	2.4	3.1	2.1	2.3	2.6	3.2	2.1	2.2	1.9	2.2	1.5	1.3	1.8	0.0	0.0	1.9
1.5	R2	Tallo	4.9	5.0	4.8	4.9	4.3	4.7	4.7	4.8	5.7	4.9	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	3.5
		raiz	2.6	2.3	2.4	2.3	1.4	3.1	2.9	2.7	3.2	2.8	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9
1.5	R3	Tallo	5.3	4.8	5.6	4.9	5.0	4.6	5.3	4.7	5.2	5.1	4.2	5.3	4.1	5.3	2.3	4.8
		raiz	2.3	2.5	3.8	2.1	2.5	1.2	2.0	2.0	2.3	2.5	1.3	2.1	1.4	1.1	0.8	2.0
3.175	R1	Tallo	5.8	4.6	3.9	4.4	4.5	4.8	4.5	5.0	3.2	4.3	4.1	5.3	5.4	0.0	0.0	4.0
		raiz	2.1	2.2	1.5	2.2	1.5	2.0	2.3	2.1	0.9	2.0	2.1	3.1	2.1	0.0	0.0	1.7
3.175	R2	Tallo	4.0	5.2	4.5	5.3	4.8	5.1	4.8	4.7	5.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9
		raiz	1.5	2.7	1.8	2.2	2.1	2.7	2.3	2.1	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
3.175	R3	Tallo	5.0	5.5	5.4	4.8	3.8	4.7	5.2	4.6	5.3	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2
		raiz	2.5	2.6	3.1	1.7	0.9	1.4	2.8	1.6	3.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
6.25	R1	Tallo	5.3	3.2	5.2	3.8	4.4	4.2	3.2	3.8	5.9	2.9	3.5	2.7	4.7	0.0	0.0	3.5
		raiz	1.5	1.3	2.5	1.7	1.3	1.6	1.3	2.2	2.8	1.4	1.3	1.4	1.5	0.0	0.0	1.5
6.25	R2	Tallo	4.8	3.4	4.1	3.7	2.8	4.1	3.2	5.0	1.8	2.3	4.3	0.5	0.0	0.0	0.0	2.7
		raiz	1.8	2.5	1.5	1.6	1.9	1.8	1.7	1.7	1.0	0.5	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1
6.25	R3	Tallo	3.2	4.4	3.2	5.2	4.6	4.2	1.4	3.5	2.7	3.5	0.5	1.0	0.5	0.0	0.0	2.5
		raiz	3.1	1.6	1.6	3.0	1.5	1.8	1.6	0.9	1.1	1.3	0.7	0.3	0.0	0.0	0.0	1.2
12.5	R1	Tallo	4.7	4.2	4.0	4.3	4.2	3.2	3.1	3.6	3.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3
		raiz	1.6	1.8	1.8	1.6	1.6	1.8	1.5	2.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
12.5	R2	Tallo	3.2	3.5	4.6	2.6	3.6	5.0	4.0	2.2	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1
		raiz	1.2	1.2	2.5	1.0	2.1	2.6	1.2	1.5	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
12.5	R3	Tallo	4.0	4.0	4.0	4.0	3.5	3.7	3.4	3.0	2.0	1.1	1.7	2.0	0.8	2.5	0.0	2.6
		raiz	2.3	2.3	2.8	2.0	1.5	2.2	2.5	1.3	0.7	1.5	0.7	0.8	0.3	0.8	0.0	1.4
25	R1	Tallo	2.0	2.0	1.6	2.2	2.4	2.4	1.5	2.1	2.1	2.5	1.0	1.2	0.0	0.0	0.0	1.5
		raiz	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.2	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.4
25	R2	Tallo	2.3	2.7	2.3	2.4	1.7	1.5	1.6	0.9	2.7	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
		raiz	1.4	1.9	1.9	1.5	1.2	1.0	1.4	0.6	1.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.9
25	R3	Tallo	2.6	2.6	1.7	2.2	2.2	1.7	2.3	3.0	1.5	2.9	2.6	2.1	0.7	0.0	0.0	1.9
		raiz	0.9	0.8	1.2	0.7	0.8	0.4	1.2	0.7	0.6	0.5	0.9	1.0	0.2	0.0	0.0	0.7
50	R1	Tallo	4.2	3.5	4.4	3.8	3.5	3.1	3.5	3.7	3.5	1.1	1.8	0.3	0.0	0.0	0.0	2.4
		raiz	2.7	1.6	2.6	3.0	2.6	2.4	2.1	2.2	1.5	0.8	1.5	0.2	0.0	0.0	0.0	1.5
50	R2	Tallo	3.7	3.5	4.6	4.2	2.7	2.5	4.7	3.8	4.2	1.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4
		raiz	1.8	2.6	2.3	2.5	1.5	1.8	2.7	2.1	3.0	1.8	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
50	R3	Tallo	4.5	4.7	3.7	3.2	4.8	3.5	3.0	4.5	4.5	3.3	2.0	1.5	0.9	0.0	0.0	2.9
		raiz	2.4	2.5	1.9	1.2	2.1	2.0	1.2	2.6	2.0	1.7	1.0	0.9	0.4	0.0	0.0	1.5
100	R1	Tallo	2.8	2.5	2.5	3.0	2.2	2.4	3.2	2.0	1.9	2.5	2.5	0.5	1.6	0.7	0.4	2.0
		raiz	2.8	1.8	2.0	1.7	2.0	2.0	2.6	0.7	2.5	1.7	1.7	0.2	1.5	0.3	0.2	1.6
100	R2	Tallo	3.2	4.3	3.5	3.5	2.8	2.2	0.9	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
		raiz	2.5	2.3	1.8	1.6	1.2	1.7	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
100	R3	Tallo	0.3	3.2	3.5	2.0	3.3	2.7	2.7	3.4	3.2	3.1	2.8	0.5	0.0	0.0	0.0	2.0
		raiz	0.0	1.8	2.0	1.0	2.0	1.3	1.8	2.2	1.7	2.0	2.2	0.2	0.0	0.0	0.0	1.2
C(-)	R1	Tallo	5.1	5.4	5.2	4.3	5.2	5.8	4.3	6.0	5.5	5.4	4.7	2.3	2.1	0.0	0.0	4.1
		raiz	2.4	2.2	2.3	1.7	2.2	3.1	1.5	3.0	2.3	2.3	1.8	1.1	0.9	0.0	0.0	1.8
C(-)	R2	Tallo	4.7	4.9	6.1	4.6	4.8	5.6	4.9	5.2	6.0	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4
		raiz	1.9	2.1	3.1	2.1	1.7	2.6	1.6	2.1	3.0	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
C(-)	R3	Tallo	4.9	5.5	5.5	5.4	4.3	5.0	6.0	5.6	4.8	5.0	4.8	4.7	4.1	1.6	0.0	4.5
		raiz	2.3	2.8	2.6	1.4	1.8	2.6	3.0	2.7	2.1	2.1	1.3	1.9	1.5	0.2	0.0	1.9
C(+)	R1	Hipocotilo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		radicula	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C(+)	R2	Hipocotilo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		radicula	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
C(+)	R3	Hipocotilo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		radicula	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 70. Resultados del índice de germinación con relación a los tallos

%	REPETICIÓN	PARTE	PROM	Promedio Germinadas	PGR	CTR	IG
1.5	R1	Tallo	4.0			26.58	23.03
1.5	R2	Tallo	3.5	13.00	86.67	23.33	20.22
1.5	R3	Tallo	4.8			31.87	27.62
3.175	R1	Tallo	4.0			26.58	19.49
3.175	R2	Tallo	2.9	11.00	73.33	19.33	14.18
3.175	R3	Tallo	3.2			21.60	15.84
6.25	R1	Tallo	3.5			23.47	19.82
6.25	R2	Tallo	2.7	12.67	84.47	17.78	15.02
6.25	R3	Tallo	2.5			16.84	14.23
12.5	R1	Tallo	2.3			15.56	11.07
12.5	R2	Tallo	2.1	10.67	71.13	14.09	0.00
12.5	R3	Tallo	2.6			17.64	0.00
25	R1	Tallo	1.5			10.22	7.95
25	R2	Tallo	1.3	11.67	77.80	8.44	0.00
25	R3	Tallo	1.9			12.49	0.00
50	R1	Tallo	2.4			16.18	12.94
50	R2	Tallo	2.4	12.00	80.00	16.22	0.00
50	R3	Tallo	2.9			19.60	0.00
100	R1	Tallo	2.0			13.64	10.62
100	R2	Tallo	1.4	11.67	77.80	9.29	0.00
100	R3	Tallo	2.0			13.64	0.00
C(-)	R1	Tallo	4.1			27.24	21.80
C(-)	R2	Tallo	3.4	12.00	80.00	22.67	0.00
C(-)	R3	Tallo	4.5			29.87	0.00
C(+)	R1	Hipocotilo	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
100	R1	radicula	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
C(+)	R2	Hipocotilo	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
100	R2	radicula	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
C(+)	R3	Hipocotilo	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00
100	R3	radicula	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 71. Resultados del índice de germinación con relación a la raíz

%	REPETICIÓN	PARTE	PROM	Promedio Germinadas	PGR	CTR	IG
1.5	R1	raiz	1.9			12.76	11.05
1.5	R2	raiz	1.9	13.00	86.67	12.53	0.00
1.5	R3	raiz	2.0			13.29	0.00
3.175	R1	raiz	1.7			11.60	8.51
3.175	R2	raiz	1.3	11.00	73.33	8.36	0.00
3.175	R3	raiz	1.4			9.20	0.00
6.25	R1	raiz	1.5			9.69	8.14
6.25	R2	raiz	1.1	12.60	84.00	7.60	0.00
6.25	R3	raiz	1.2			8.22	0.00
12.5	R1	raiz	1.0			6.62	4.71
12.5	R2	raiz	1.0	10.67	71.13	6.36	0.00
12.5	R3	raiz	1.4			9.64	0.00
25	R1	raiz	0.4			2.93	2.28
25	R2	raiz	0.9	11.67	77.80	5.69	0.00
25	R3	raiz	0.7			4.40	0.00
50	R1	raiz	1.5			10.31	8.25
50	R2	raiz	1.5	12.00	80.00	10.13	0.00
50	R3	raiz	1.5			9.73	0.00
100	R1	raiz	1.6			10.53	8.19
100	R2	raiz	0.8	11.67	77.80	5.42	0.00
100	R3	raiz	1.2			8.09	0.00
C(-)	R1	raiz	1.8			11.91	9.53
C(-)	R2	raiz	1.5	12.00	80.00	9.78	0.00
C(-)	R3	raiz	1.9			12.58	0.00

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 72. Resultados del % de inhibición con relación al tallo

%	REPETICIÓN	PARTE	PROM	Promedio Germinadas	%Inhibición
1.5	R1	Tallo	4.0		-0.33
1.5	R2	Tallo	3.5	13.00	-12.50
1.5	R3	Tallo	4.8		19.50
3.175	R1	Tallo	4.0		-0.33
3.175	R2	Tallo	2.9	11.00	-27.50
3.175	R3	Tallo	3.2		-19.00
6.25	R1	Tallo	3.5		-12.00
6.25	R2	Tallo	2.7	12.67	-33.33
6.25	R3	Tallo	2.5		-36.83
12.5	R1	Tallo	2.3		-41.67
12.5	R2	Tallo	2.1	10.67	-47.17
12.5	R3	Tallo	2.6		-33.83
25	R1	Tallo	1.5		-61.67
25	R2	Tallo	1.3	11.67	-68.33
25	R3	Tallo	1.9		-53.17
50	R1	Tallo	2.4		-39.33
50	R2	Tallo	2.4	12.00	-39.17
50	R3	Tallo	2.9		-26.50
100	R1	Tallo	2.0		-48.83
100	R2	Tallo	1.4	11.67	-65.17
100	R3	Tallo	2.0		-48.83
C(-)	R1	Tallo	4.1		2.17
C(-)	R2	Tallo	3.4	12.00	-15.00
C(-)	R3	Tallo	4.5		12.00

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

Tabla 73. Resultados del % de inhibición con relación a la raíz

%	REPETICIÓN	PARTE	PROM	Promedio Germinadas	%Inhibición
1.5	R1	raiz	1.9		-52.17
1.5	R2	raiz	1.9	13.00	-53.00
1.5	R3	raiz	2.0		-50.17
3.175	R1	raiz	1.7		-56.50
3.175	R2	raiz	1.3	11.00	-68.67
3.175	R3	raiz	1.4		-65.50
6.25	R1	raiz	1.5		-63.67
6.25	R2	raiz	1.1	12.60	-71.50
6.25	R3	raiz	1.2		-69.17
12.5	R1	raiz	1.0		-75.17
12.5	R2	raiz	1.0	10.67	-76.17
12.5	R3	raiz	1.4		-63.83
25	R1	raiz	0.4		-89.00
25	R2	raiz	0.9	11.67	-78.67
25	R3	raiz	0.7		-83.50
50	R1	raiz	1.5		-61.33
50	R2	raiz	1.5	12.00	-62.00
50	R3	raiz	1.5		-63.50
100	R1	raiz	1.6		-60.50
100	R2	raiz	0.8	11.67	-79.67
100	R3	raiz	1.2		-69.67
C(-)	R1	raiz	1.8		-55.33
C(-)	R2	raiz	1.5	12.00	-63.33
C(-)	R3	raiz	1.9		-52.83

Fuente: Mary Flor Césare Coral.

FECUNDIDAD, MORTALIDAD Y MIGRACIÓN

16. ¿Cuántos hijos nacidos vivos tiene (su pareja)? _____
 17. ¿Cuántas veces estuvo embarazada (su pareja)? _____
 18. ¿Cuál es la edad de su último hijo? _____
 19. ¿Algún miembro de su familia está embarazada? _____

Sí	1 (Pasar a la 19a)	19a. ¿Recibe atención prenatal?	Sí	1	No	2
		19b. ¿Dónde?:	1	Puesto de salud		
			2	Centro de salud		
			3	Hospital		
		19c. ¿Por qué no se atiende?				
No	2					

20. ¿Algún miembro de la familia falleció en el último año?

Sí	1	19a. Sexo:	M	1	F	2
		19b. Edad:				
		19c. Causas:	1	Enfermedad (tipo):		
			2	Accidente (tipo):		
			3	Otros:		
No	2					

SALUD

21. ¿En los últimos 6 meses, algún miembro de su familia que vive en esta vivienda se enfermó o tuvo algún accidente?

Sí	1	Pasar a la pregunta 22	No	2	Pasar a la pregunta 23
----	---	------------------------	----	---	------------------------

Nº Caso	22. N° de orden (Preg.1)	22a. Tipo de enfermedad	22b. Tipo de accidente	22c. Lugar de atención
Caso 1				
Caso 2				
Caso 3				

MIGRACIÓN

23. ¿Cuántos miembros de la familia que vivían en esta vivienda se fueron a vivir a otro lugar? N° de miembros: _____
 (Si es NINGUNO pasar a la pregunta 32).

Nº Orden	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.					
	Lugar de Migración	Sexo	Edad	Parentesco	¿Hace cuánto tiempo migró?	Motivo de la migración	¿Le envían alguna ayuda a Ud.?	¿Ud. envía alguna ayuda?					
		M 1		Jefe	1	N.S.	0	Trabajo	1	Ninguna	1	Ninguna	1
		F 2		Cónyuge	2	Anotar los años	Estudios	2	Dinero	2	Dinero	2	
				Hijo	3		Salud	3	Alimentos	3	Alimentos	3	
				Padres	4		Familiares	4	Vestido	4	Vestido	4	
				Hermanos	5		Otro:	5	Otra:	5	Otra:	5	
				Otro:	6								
1													
2													
3													
4													

ACTIVIDADES ECONÓMICAS

32. ¿Ud. se dedica a la agricultura y/o ganadería?

Sí	1	Agricultura	1
		Ganadería	2
		Ambas	3
No	2	Pasar a la pregunta 63	

34. ¿Qué extensión tienen sus tierras? (ha) _____

35. ¿Cuántas parcelas tiene? _____

34a. N° de ha sembrada: _____

34a. N° de ha descanso: _____

33. Las tierras que Ud. trabaja son:

NS/NR	0
Propias	1
Comunales	2
Arrendadas	3
"Al partir"	4
Familiar	5

36. ¿Tiene algún título de propiedad u otro documento?

Sí	1	36a. ¿Cuál?
No	2	

ACTIVIDAD AGRÍCOLA (Anotar por producto)

37.	38.	39.	40.	41.	42.	43.		44.	
¿Qué cultivos produce?	¿En qué mes realiza la siembra?	¿Cada cuánto siembra el producto?	¿Cuánto siembra? (En kg)	¿Cuánto cosecha? (En kg)	¿Cuál es la superficie sembrada del producto?	¿Cuál es el destino de su producción?		¿Dónde la vende?	
						Vende	1	Chacra	1
						Consume	2	Pueblo	2
						Ambos	3	Feria/Mercado (otro pueblo)	3
						Semilla	4	Otro	4
Tubérculos									
Cereales									
Hortalizas/Verduras									
Frutales									
Bambú									
Pastos (tipos)									
Otros:									

*Si **Vende** anotar a cuántos soles el kilo, arroba, saco u otra medida: _____

45. ¿Elabora algún subproducto?

Sí	1	No	2
----	---	----	---

Si es NO pasar a la pregunta 47

46. ¿Qué produce?		46a. ¿Cuál es el destino?		46b. ¿Dónde la vende?	
		Vende	1	Chacra	1
		Consume	2	Pueblo	2
		Ambos	3	Otros	3
Mermelada	1				
Harina	2				
Otros: (muebles bambú)	3				

47. ¿Qué tipo de fertilizantes y pesticidas utiliza en sus cultivos (por campaña)?

	47a. Tipos de fertilizantes		47b. Uso de Pesticidas
	Fertilizantes Químicos	Guano de Corral	
a. ¿Cada cuánto tiempo lo usa?			
b. ¿Cuánto cuesta? (Saco, Kg)			
c. Donde lo compras			
d. ¿Por qué no los usas?			

(Si no se dedica a la actividad pecuaria pasar a la pregunta 57)

ACTIVIDAD PECUARIA Y CRIANZA DE ANIMALES MENORES (Anotar por especie)

48. Lugar de pastoreo, sector, hectáreas de pastoreo: _____

49. ¿Qué animales cría?	50. ¿Cuántos posee?	51. ¿Cuánto gasta en medicinas y/o vacunas? (al año)	52. ¿Cuál es el destino de su producción?		53. ¿Dónde la vende?		54. Precios de los productos (Anotar: Kilo de carne, lana, ganado en pie, frecuencia de venta y otros)
			Vende	1	Chacra	1	
			Consume	2	Pueblo	2	
			Ambos	3	Feria/Mercado (otro pueblo)	3	
			Trabajo	4	Otro	4	
Ovinos							
Vacunos							
Caballos/Burros							
Cerdos							
Aves							
Otros:							
Otros:							

55. ¿Elabora algún subproducto?

Si es NO pasar a la pregunta 56

56. ¿Qué produce?	55a. ¿Cuál es el destino?	55b. ¿Dónde la vende? ¿Y cuál es el precio?	Otros (Anotar leche lt./d, insumos, otros)

FUENTES DE AGUA

57. ¿Qué fuentes de agua utiliza para desarrollar su actividad agropecuaria?

Fuentes de agua		57a. ¿Cuál es el nombre de la fuente?	57b. ¿De dónde proviene?
Río/Riachuelo	1		
Canal de riego	2		
Manantial/Ojo de agua	3		
Bofedal	4		
Laguna	5		
Lluvia	6		
Otra:	7		

58. ¿Qué tipo de riego utiliza? Si es canal, preguntar por el pago del derecho del agua y frecuencia de uso (Opcional)

Gravedad	1
Canales de riego	2
Goteo	3
Aspersión	4
Inundación	5
Otros	6

59. ¿Alguna vez ha recibido asistencia técnica para su actividad agropecuaria?

Sí	1	59a. ¿Quién le brindó asistencia?	59b. ¿Cuál es el nombre?
		Institución pública	1
		Institución privada	2
		ONG	3
		Otro:	4
		Otro:	5
No	2	Pasar a la pregunta 60	

Abrevadero			
Esquila			
Bañaderos			
Enfermedades, tipo de medicinas,			

61. ¿Ha obtenido algún crédito o préstamo para su trabajo agropecuario?

Sí	1	61a. ¿De dónde proviene?:
		61b. Monto:
		61c. Tiempo de devolución:
No	2	61d. ¿Por qué no?

60. ¿Utiliza algún tipo de maquinaria y/o herramientas para realizar su trabajo agrícola?

Sí	1	60a. ¿De qué tipo?:	¿Cuál es el uso?								
No	2	60b. ¿Por qué no?:									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Infraestructura</th> <th>Lugar</th> <th>Actividades</th> <th>Periodo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Infraestructura	Lugar	Actividades	Periodo				
Infraestructura	Lugar	Actividades	Periodo								

Pasar a la siguiente columna →

RECURSOS NATURALES

62. ¿Cuáles son los recursos naturales más importantes de la zona?

Tipo de recurso natural	62a. ¿Para qué actividades los utiliza?
Tierra/Suelos	1
Plantas (Nombre) (Leña, medicina u otros)	2
Animales silvestres	3
Agua	4
Otro:	5

63. ¿Qué zonas de su localidad considera que deben ser protegidas?

ACTIVIDADES NO AGROPECUARIAS (MINERÍA, COMERCIO, SERVICIOS, TRANSPORTE, CONSTRUCCIÓN)

64. ¿Ud. o algún miembro de su familia se dedica a otras actividades económicas diferentes de la agropecuaria?

Sí	1	Pasar a la pregunta 65
No	2	Pasar a la pregunta 73

65. ¿A qué se dedican actualmente Ud. y los miembros de su familia?

Nº Orden igual al de la Pregunta 1	Oficio Actual	66.		67.	68.		69.		70.		71.		72.	
		Sector Ocupacional		Años en el trabajo	Su trabajo es:		Ventajas en el trabajo		Problemas en el trabajo		Recibió capacitación		Quién la brindó:	
	Minería	1	Meses: 0	Independiente	1	Indep. laboral	1	Esfuerzo laboral	1	Inducción	1	NS/NR	0	
	Comercio	2		Dependiente Empresas	2	Mejoras de ingreso	2	Pérdida de salud, seguridad	2	Charlas/Talleres	2	Inst. estatal	1	
	Servicios	3		Depend. Minera	3	Subsistencia familiar	3	Pocos ingresos/trab.	3	Especializ. en act. económ.	3	Inst. privada	2	
	Transporte	4		Depend. Service	4	Benef.laborales/soc.	4	Dificult. en centro de trabajo	4	Cursos	4	Empresa minera	3	
	Construcción	5		Familiar	5	Ninguna	5	Ninguno	5	Otros	5	ONG	4	
	Empleado/profesional	6		Depend. Estado	6	Otros	6	Otros	6	NS/NR	0	Otros	5	
	Pesca	8												
											¿De qué Tipo?		Anotar nombre	

PERTENENCIA Y PARTICIPACIÓN EN ORGANIZACIONES SOCIALES

73. ¿Qué organizaciones existen en su poblado y/o a cuál pertenece Ud.?

Tipo de organización	Marcar la organización existente	73a. ¿Ud. o algún miembro de su familia pertenece a alguna de estas? (Indicar el N° de participantes)	73b. ¿Ud. o alguno de sus familiares ocupa algún cargo en alguna de estas? 73c. ¿Cuál cargo?
Comunidad Campesina	1		
Comité de Regantes	2		
Junta de Usuarios de Agua Potable	3		
Club de Madres	4		
Comedor Popular	5		
Vaso de Leche	6		
Ronda Campesina	7		
Asoc. de agricultores y ganaderos	8		
ONG	9		
Instituciones Públicas	10		
APAFA	11		
Otros	12		

74. ¿Qué organización cree Ud. que es más importante o confía más en ella? ¿Por qué? (Sondear que actividades realiza ésta)

75. ¿Qué organización cree Ud. que se opone a la actividad de cultivos de bambú? ¿Por qué? (Sondear que actividades realiza ésta)

MEDIOS DE COMUNICACIÓN

76. ¿Qué medios de comunicación utiliza?

Medio de comunicación	76a. ¿Cuál es la frecuencia con la que lo utiliza?	
	Diario	1
	Semanal	2
	De vez en cuando	3
Radio	1	
Televisión	2	
Periódico/Revistas	3	

De ser pertinente:

	SI	NO
¿Cuenta con celular?	1	2
¿Usted utiliza teléfono público?	1	2
¿Cuenta con teléfono en su vivienda?	1	2
¿Cuenta con internet en su vivienda?	1	2
¿Cuenta con TV con cable?	1	2

VIVIENDA Y SERVICIOS BÁSICOS

77. Su vivienda es:

Propia	1
Alquilada	2
En guardiana	3
De un familiar	4

78. ¿Utiliza su vivienda para realizar alguna actividad económica?

Sí	1	78a. ¿Cuál?		Taller	4
		Tienda de abarrotes	1	Pequeños cultivos	5
		Hospedaje	2	Crianza de animales	6
		Restaurante	3	Otros	7
No	2				

79. ¿Cuántas habitaciones tiene su vivienda? _____

80. ¿Cuántos dormitorios tiene su vivienda? _____

81. ¿Tiene cocina aparte: Sí 1 No 2

82. ¿Qué tipo de combustible utiliza para cocinar?

Tipo de combustible para cocinar	
Gas	1
Leña (nombre y lugar de extracción)	2
Electricidad	3
Otros:	4

83. ¿Cuál es la fuente del agua para consumo?

Fuente de agua		Anotar nombre:
Río/Riachuelo	1	
Puquio/Ojo de agua	2	
Laguna	3	
Reservorio	4	

84. ¿Cómo se abastece de agua?

Abastecimiento de agua	
Caño - red pública dentro de la vivienda	1
Caño - red pública fuera de la vivienda	2
Pilón de uso público	3
Camión/Cisterna	4
Pozo	5
Manantial/Puquio	6
Río/Riachuelo	7
Otros:	8

85. ¿El agua que consume es potable?

Sí	1	
No	2	
NS/NR	0	
86a. ¿Quién la potabiliza?		
86b. ¿Paga por consumo?	Sí	1
	No	2
86c. ¿Cuánto paga? (Mes)		

Pasar a la siguiente columna →

86. ¿Qué tipo de servicios higiénicos utiliza?

Tipo de servicio higiénico	
Red pública dentro de la vivienda	1
Baño público	2
Pozo séptico	3
Pozo ciego/Letrina/Silo	4
Río/Acequia/Canal	5
Campo	6
Otros:	7

87. ¿Con qué tipo de alumbrado cuenta?

Tipo de alumbrado		87a. Pago por consumo
Energía eléctrica	1	
Velas/Mecheros	2	
Panel solar	3	
Motor	4	
Conexión clandestina	5	
Otros:	6	

88. ¿Cómo elimina la basura?

Medio de recolección de residuos	
Recolección municipal	1
Recolección privada	2
Quema residuos	3
Entierra residuos	4
Bota al río/quebrada	5
Otros:	6

89. Observar y anotar materiales de la vivienda:

- a. Paredes: _____
 b. Techo: _____
 c. Pisos: _____

MEDIOS DE TRANSPORTE

90. ¿Qué medios de transporte utiliza para movilizarse fuera de su poblado?

Medios de transporte	90a. Destino	90b. Costo	90c. Frecuencia
Servicio Público			
Bus	1		
Micro	2		
Camión	3		
Taxi	4		
Servicio Privado			
Auto particular	5		
Moto	6		
Otros	7		
A pie	8		

Anotar nombre de las empresas de transporte (Opcional):

OPINIONES SOBRE EL DESARROLLO LOCAL

91. ¿Cuáles son los principales problemas sociales en su localidad? *Sondear por qué se produce este malestar.*

92. ¿Cuáles son los principales problemas ambientales en su localidad? *Sondear por qué se produce este malestar.*

93. ¿Cree que su situación y la de su familia ha mejorado en los últimos 5 años?

Sí	1	93a. ¿Por qué?
No	2	93b. ¿Por qué?
Igual	3	93c. ¿Por qué?

94. ¿Qué acciones piensa Ud. que son necesarias para el desarrollo local?

OPINIONES SOBRE LA ACTIVIDAD PRODUCCIÓN DE BAMBÚ:

95. ¿Cree Ud. que esta actividad contribuye al desarrollo de la zona?

Sí	1	95a. ¿Por qué?
No	2	95b. ¿Por qué no?
NS/NR	0	

96. ¿Ha oído sobre los laminados de bambú?

Sí	1	Pasar a pregunta 96a	No	2	Pasar a pregunta 97
96a. ¿Qué sabe?			96b. ¿En que se debería emplear?		
_____			_____		
_____			_____		
_____			_____		

¡Muchas gracias por su tiempo!

OBSERVACIONES:

Encuestador (a): _____

Agosto 2017



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARY FLOR CESARE
PROCEDENCIA : CAJAMARCA
MUESTRA DE : BIOCHAR DE BAMBU GUADUA ANGUSTIFOLIA
REFERENCIA : H.R. 63549
FECHA : 30/05/18

N° LAB	CLAVES	M.O. %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %
470		9.69	0.52	3.37	0.13	0.28

N° LAB	CLAVES	CIC meq/100g	Máxima retención humedad %
470		20.00	72.15



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MARY FLOR CESARE
PROCEDENCIA : CAJAMARCA
MUESTRA DE : BIOCHAR DE BAMBU GUADUA ANGUSTIFOLIA
REFERENCIA : H.R. 63593
FECHA : 30/05/18

Nº LAB	CLAVES	M.O. %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %
477		4.98	1.31	5.59	0.21	0.26

Nº LAB	CLAVES	CIC meq/100g	Máxima retención humedad %
477		14.40	76.35



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
 FACULTAD DE AGRONOMIA - DEPARTAMENTO DE SUELOS
 LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES
ANALISIS DE SUELOS : CARACTERIZACION



Solicitante : JORGE CATPO CHUCHON

Departamento : PASCO

Distrito : VILLA RICA

Referencia : H.R. 63330-045C-18

Provincia : OXAPAMPA
 Predio : LUGAR CACAZU
 Fecha : 09/05/18

Bolt: 1500

Numero de Muestra	Claves	pH (1:1)	C.E. (1:1) dS/m	CaCO ₃ %	M.O. %	P ppm	K ppm	Análisis Mecánico			Clase Textural	CIC	Cationes Cambiables					Suma de Cationes	Suma de Bases	% Sat. De Bases
								Arena %	Limo %	Arcilla %			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ³⁺ + H ⁺			
4464		7.57	0.19	3.80	2.28	3.6	74	59	24	17	Fr.A.	13.92	12.79	0.87	0.12	0.14	0.00	13.92	13.92	100

A = Arena ; A.Fr. = Arena Franca ; Fr.A. = Franco Arenoso ; Fr. = Franco ; Fr.L. = Franco Limoso ; L = Limoso ; Fr.Ar.A. = Franco Arcillo Arenoso ; Fr.Ar. = Franco Arcilloso ;
 Fr.Ar.L. = Franco Arcillo Limoso ; Ar.A. = Arcillo Arenoso ; Ar.L. = Arcillo Limoso ; Ar. = Arcilloso

MÉTODOS SEGUIDOS EN EL ANALISIS DE SUELOS

1. Textura de suelo: % de arena, limo y arcilla: método del hidrómetro.
2. Salinidad: medida de la conductividad eléctrica (CE) del extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1 o en el extracto de la pasta de saturación(es).
3. PH: medida en el potenciómetro de la suspensión suelo: agua relación 1:1 o en suspensión suelo: KCl N, relación 1:2.5.
4. Calcareo total (CaCO₃): método gaso-volumétrico utilizando un calcímetro.
5. Materia orgánica: método de Walkley y Black, oxidación del carbono orgánico con dicromato de potasio. %M.O.= %Cx1.724.
6. Nitrogeno total: método del micro-Kjeldani.
7. Fósforo disponible: método del Olsen modificado, extracción con NaHCO₃=0.5M, pH 8.5
8. Potasio disponible: extracción con acetato de amonio (CH₃ - COONH₄)N, pH 7.0
9. Capacidad de intercambio catiónico (CIC): saturación con acetato de amonio (CH₃-COOH)₄N; pH 7.0
10. Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺ cambiabiles: reemplazamiento con acetato de amonio

11. Al³⁺, H⁺: método de Yuan. Extracción con KCl, N
12. Iones solubles:
 - a) Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ solubles: fotometría de llama y/o absorción atómica.
 - b) Cl, Co₃, HCO₃, NO₃ solubles: volumetría y colorimetría. SO₄ turbidimetría con cloruro de Bario.
 - c) Boro soluble: extracción con agua, cuantificación con curcumina.
 - d) Yeso soluble: solubilización con agua y precipitación con acetona.

Equivalencias:

- 1 ppm=1 mg/kilogramo
- 1 milimho (mmh/cm) = 1 deciSiemens/metro
- 1 miliequivalente / 100 g = 1 cmol(+) / kg
- Sales solubles totales (TDS) en ppm ó mg/kg = 640 x CEes
- CE (1 : 1) mmh/cm x 2 = CE(es) mmh/cm

TABLA DE INTERPRETACION

Salinidad	CE(es)	CLASIFICACIÓN	Materia Orgánica	Fósforo disponible	Potasio disponible	Relaciones Catiónicas
Clasificación del Suelo	CE(es)		%	ppm P	ppm K	Clasificación
*muy ligeramente salino	<2	*bajo	<2.0	<7.0	<100	*Normal
*ligeramente salino	2 - 4	*medio	2 - 4	7.0 - 14.0	100 - 240	*defc. Mg
*moderadamente salino	4 - 8	*alto	>4.0	>14.0	>240	*defc. K
*fuertemente salino	>8					*defc. Mg
						K/Mg
						Ca/Mg

Reacción o pH	pH	CLASES TEXTURALES	Distribución de Cationes %
Clasificación del Suelo	pH		
*fuertemente ácido	<5.5	A = arena	Ca ²⁺ =
*moderadamente ácido	5.6 - 6.0	A.Fr = arena franca	mg ²⁺ =
*ligeramente ácido	6.1 - 6.5	Fr.A = franco arenoso	K ⁺ =
*neutro	6.6 - 7.0	Fr. = franco	Na ⁺ =
*ligeramente alcalino	7.1 - 7.8	Fr.L = franco limoso	
*moderadamente alcalino	7.9 - 8.4	L = limoso	
*fuertemente alcalino	>8.5		