



ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL BAMBÚ
(*Guadua angustifolia*) AL CAMBIO CLIMÁTICO
en la costa del Ecuador y norte Perú



ESTUDIO DE VULNERABILIDAD DEL BAMBÚ (*Guadua angustifolia*) AL CAMBIO CLIMÁTICO

en la costa del Ecuador y norte Perú

Autor:
Mario Añazco

CREDITOS

Proyecto "Optimización de viviendas de bajo costo de bambú, una estrategia para adaptarse al cambio climático"

Implementado por la Red Internacional de Bambú y Ratán

Financiado por la Comisión Europea

Quito, 2013

Agradecemos la colaboración de:

En Perú a los socios del Proyecto CICAP y PROGRESO por su apoyo logístico en la realización de la investigación y por facilitar la convocatoria y el acercamiento con la población. En particular se agradece al Sr Eduardo Gutiérrez (Director de CICAP), la Soc. Leonor Rocha (Coordinadora de proyectos CICAP), al Ing. Alejandro Espinoza (Especialista Forestal de CICAP). Al Ing. Raúl Tineo (Director de PROGRESO) por su apoyo en las gestiones locales así como la Ing. Rocío León Quillas y el Ing. Raphael Paucar (Especialistas Forestales de PROGRESO) por acompañarnos en el trabajo de campo.

En Ecuador a la Corporación Forestal de Manabí, CORFAM, especialmente al Ing. Emilio Chonlong y a su equipo de colaboradores Galo Briones y David Gorozabel, quienes acompañaron los recorridos por la Provincia de Manabí. En Guayas al Ing. Pedro Zea de Sendas que bajo el liderazgo de Mary Cabrera hizo posible el recorrido en las comunidades de Bucay y en El Oro, a ASOGUABO-Fundación Promesa, bajo la Coordinación de Johnson Nieves, Director de la Fundación y a Michael Calle, técnico del Proyecto.

Las familias de diferentes comunidades de Piura, Lambayeque, Tumbes y Cajamarca que aportaron con sus opiniones, su historia y abrieron las puertas de sus viviendas para poder realizar el estudio.
A los profesionales de distintas organizaciones quienes aportaron con sus apreciaciones.

Quito-Ecuador
Abril 2013

Editado por: Álvaro Cabrera y Paulina Soria
Diseñado por: Carlos Alberto Andrade
Quito, noviembre de 2014

ÍNDICE

RESUMEN	6
INTRODUCCIÓN	10
I. CAMBIO CLIMÁTICO: DEFINICIONES, IMPACTOS, ESCENARIOS E INICIATIVAS PARA LA MITIGACIÓN Y LA ADAPTACIÓN	12
A. ¿Qué significa el sistema climático?	13
1. Tiempo y clima	13
a. ¿Qué significan tiempo y clima?	13
b. ¿Cuál es la relación entre cambio climático y el estado del tiempo?	14
2. La variabilidad climática y el cambio climático	14
a. ¿Qué es la variabilidad climática?	14
b. ¿Qué es el cambio climático?	14
3. ¿Quién causa el cambio climático?	16
a. Cambios observados en las concentraciones atmosféricas de Gases Efecto Invernadero (GEI) y Aerosoles	16
b. Indicadores biológicos y físicos.	17
c. Indicadores meteorológicos.	18
4. Algunos efectos del cambio climático asociados a ecosistemas donde existe <i>Guadúa angustifolia</i>	18
5. Escenarios de cambio climático	19
a. Escenarios para Ecuador	20
b. Escenarios para Perú	22
6. Iniciativas para la mitigación y adaptación al cambio climático con énfasis en REDD+	27
a. De RED a REDD+	28
b. ONU-REDD	29
c. Iniciativas REDD+ en Ecuador y Perú	29
II. MARCO CONCEPTUAL PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	30
A. Concepto del riesgo frente a la amenaza de un evento y la vulnerabilidad de un sistema	31
1. ¿Qué es el riesgo?	31
2. ¿Qué es una amenaza?	31
3. ¿Qué es la vulnerabilidad?	32
a. Exposición	33
b. Sensibilidad	33
c. Capacidad de adaptación	33
4. ¿Qué es la adaptación al cambio climático?	34
5. Servicios ecosistémicos y vulnerabilidad	34
6. Mitigación	35
a. Almacenamiento de carbono	35

III. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DEL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	36
A. Ubicación de las zonas de estudio	37
1. Cuencas de los Ríos Chone y Portoviejo	37
2. Cuenca del Río Chimbo	37
3. Cuenca del Río Siete	38
4. Cuenca del Río Jubones	38
5. Cuencas de los Río Bigote y Zaña	38
IV. LOS BAMBÚES Y LA CAÑA GUADÚA <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	40
A. Panorama mundial del bambú	41
1. Los bambúes en el mundo	42
2. El bambú en América Latina	42
3. El Bambú en Ecuador	43
4. El Bambú en Perú	44
B. Tipos de bambúes	45
1. Bambúes herbáceos	45
2.-Bambúes leñosos	46
C. Subtribu GUADUINAE	47
D. Género Guadúa	47
E. La especie <i>Guadua angustifolia</i>	48
1. Otros aspectos de la <i>Guadua angustifolia</i>	50
a. Guadúa y guadual	50
b. Historia y cultura unidas por la caña guadúa	50
c. El impacto del modelo de la revolución verde en la caña guadúa	51
d. La guadúa en la fragmentación del paisaje	52
e. Las visiones sobre la caña guadúa	52
V. METODOLOGÍA	54
A. Preguntas para iniciar el estudio de vulnerabilidad	55
B. Metodología del análisis de vulnerabilidad al cambio climático para la caña guadúa <i>Guadua angustifolia</i> Kunth	56
1. Exposición	57
2. Sensibilidad	57
3. Capacidad adaptativa	57
4. Índice de vulnerabilidad	58
C. Ruta metodológica: recolección y análisis de la información	59
VI. RESULTADOS DEL ANÁLISIS	
A. Exposición	60
1. Lo que está en riesgo	60
a. La población que depende de la caña guadúa	60
b. Ecología (suelo, biodiversidad, plagas y enfermedades)	62
c. Propiedad y superficie	68
d. Infraestructura para el manejo, aprovechamiento y transformación de la caña guadúa	70
e. La edad de la plantación o mancha natural	71
f. Cálculo, análisis y discusión del Índice de vulnerabilidad para la variable Exposición: <i>lo que está en riesgo</i>	73

2. Los cambios a enfrentar	74
a. Nivel del mar	74
b. Temperatura	75
c. Precipitación	75
d. Deslizamientos	77
e. Vientos	78
f. Incendios	78
g. Eventos extremos	79
h. Cálculo, análisis y discusión del Índice de vulnerabilidad para la variable Exposición: <i>cambios en el sistema</i>	80
B. Sensibilidad	82
1. Percepciones vs evidencias científicas sobre la relación caña guadúa-servicios ecosistémicos, caso agua	82
2. Industria de la caña guadúa	83
3. Asentamientos humanos	85
4. Demanda de energía	87
5. Bosques y su relación con el bambú	88
6. Servicios financieros	89
7. Cálculo, análisis y discusión del Índice de vulnerabilidad para la variable Sensibilidad	90
C. Capacidad adaptativa	92
1. Historia	92
2. Social	92
3. Cultura	94
4. Economía	95
5. Tecnología	102
6. Legal	105
7. Político	106
8. Institucional	107
9. Información	108
10. Cálculo, análisis y discusión del Índice de vulnerabilidad para la variable capacidad adaptativa	109
D. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad	112
VII. CONCLUSIONES	113
VIII. RECOMENDACIONES	119
BIBLIOGRAFÍA	125
ANEXOS	131



RESUMEN

La *Guadua angustifolia* Kunth es un bambú leñoso conocido comúnmente como caña guadúa en Ecuador y Guayaquil en Perú; tiene su hábitat natural en Venezuela, Colombia y Ecuador, ha sido introducido en otros países como Perú; es reconocida como el tercer bambú más alto del mundo y considerada entre las 20 mejores especies de bambú del planeta, esta distinción obedece entre otros factores por ser una planta multiusos, se le atribuyen más de 1000 usos, los mismos que se registran desde la época precolombina. La utilidad más frecuente y visible es en la construcción de viviendas de tipo social, ha sido el material mayormente utilizado en la región costanera durante y después de eventos extremos como el Fenómeno del Niño, Actualmente más de 500.000 viviendas entre Ecuador y Perú poseen sus paredes con material de caña guadúa.

La guadúa tiene fibras naturales muy fuertes que permiten elaborar productos como aglomerados, laminados, pisos, paneles, esteras, pulpas y papel. Por sus propiedades estructurales tales como la relación resistencia/peso y por su capacidad para absorber energía, permite que sea flexible y resistente, haciéndolo un material ideal para construcciones sismo-resistentes. También se la utiliza como un producto forestal no maderable, especialmente los culmos que son aprovechados para diferentes usos domésticos e industriales.

Cumple un rol ecológico muy importante a través de ofrecer varios servicios ecosistémicos tales como: protección de las riveras de los cursos de agua, regulación hidrológica de micro cuencas, disminuye el riesgo de deslizamientos debido a su red de rizomas, protege al suelo de la erosión y recicla nutrientes, alberga flora y fauna local, captura y almacena dióxido de carbono y contribuye a la belleza escénica.

Entre las ventajas comparativas con otras especies, la guadúa es un recurso renovable y sostenible, tiene una velocidad de crecimiento muy alta, reportando incrementos entre 10 y 21 cm en altura por día, y alcanzando su altura máxima (30 m) en seis meses, pudiendo ser cosechado tras cuatro ó cinco años. Las plantas de bambú crecen desde el suelo con un diámetro fijo, sin incrementos de este con el tiempo. El diámetro máximo registrado para una planta de guadúa es de 25 cm.

Por su propiedad de autoregeneración vegetativa, la productividad en términos de biomasa total es alta; así, un guadual bien manejado puede producir entre el año 6 al 12 aproximadamente 800 a 1200 culmos ha/año. Un bosque natural de guadúa presenta un conglomerado promedio de tallos entre 3000 a 6000/ha en diferentes estados de madurez, siendo los tallos maduros y muy maduros los de mayor porcentaje (40-70%).

El clima es el principal factor que controla las pautas mundiales de la vegetación, su estructura, la productividad, y la mezcla de especies animales y vegetales. Muchas plantas se pueden reproducir y crecer con éxito únicamente dentro de un rango específico de temperaturas, y responder a determinadas cantidades y patrones estacionales de precipitación; pueden verse desplazadas debido a competencia con otras plantas, o incluso no pueden sobrevivir si cambia el clima. De ahí nace la preocupación que todos los atributos mencionados exclusivos de la caña guadúa, pueden estar en riesgo de disminuir o perderse por los impactos del cambio climático.

Las actividades humanas, sobre todo la utilización de combustibles fósiles y los cambios en el uso y en la cubierta de los suelos, como por ejemplo la deforestación, han generado un incremento en las concentraciones atmosféricas de gases efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso entre los principales.

Estos factores, junto a procesos naturales, han contribuido a los cambios en el clima de la tierra a lo largo de todo el siglo XX: ha subido la temperatura de la superficie terrestre y marina, han cambiado los patrones espaciales y temporales de las precipitaciones; se ha elevado el nivel del mar, y ha aumentado la frecuencia e intensidad de los fenómenos asociados con El Niño. Dichos cambios, sobre todo la subida de las temperaturas en algunas zonas, han afectado la reproducción de plantas, la distribución de las especies y el tamaño de sus poblaciones, y han contribuido con la frecuencia de las plagas y brotes de enfermedades. Algunos ecosistemas costeros o aquellos en altitud y latitud altas también se han visto afectados por los cambios en el clima regional.

Los cambios en la variabilidad climática, en los extremos y en los valores medios determinan los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas. La variabilidad y los extremos climáticos pueden también ser influenciadas de forma recíproca con otras presiones derivadas de la actividad humana. Por ejemplo, la extensión y la persistencia de incendios (tales como los producidos en la plantación de caña guadúa en Tenguel, Provincia del Guayas, Ecuador) muestran la importancia de interacciones entre el clima y las acciones humanas para determinar la estructura y composición de los bosques y los usos de los suelos. Ecuador y Perú son países catalogados como vulnerables ante el cambio climático, Perú presenta cuatro de las cinco características de vulnerabilidad reconocidas por la CMNUCC. Se han construido escenarios futuros para el cambio climático, por ejemplo Ecuador cuenta al momento con escenarios nacionales de cambio climático resultantes de los modelos PRECIS, TL959 y ETA, los cuales señalan que si los patrones de vulnerabilidad actuales se mantienen, las provincias donde se maneja guadúa y que resultarían mayormente afectadas son Manabí, el norte de la provincia del Guayas y Los Ríos, por veranillos más prolongados.

En el caso de Perú, los escenarios para la cuenca del Río Piura donde se encuentra la guadúa señalan que en la parte alta de la cuenca del Piura las lluvias en verano se incrementarían hasta un 5% y en invierno hasta un 10%; mientras que la parte baja, el Bajo Piura, el incremento sería hasta del 15% en invierno, manteniéndose sin cambios significativos en las otras estaciones del año.

Como respuesta a la problemática del cambio climático, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), propone dos grandes tipos de medidas: la mitigación (reducir la acumulación de GEI) y la adaptación (reducir la vulnerabilidad de las sociedades y ecosistemas que enfrentan el cambio climático).

La literatura sobre estudios de vulnerabilidad ante el cambio climático reporta investigaciones realizadas a escalas grandes tipo eco regiones como la cordillera real oriental, por sectores como el agua, o por ecosistemas como los bosques húmedos tropicales, pero son escasos los estudios a nivel de especies, de ahí que el análisis sobre la vulnerabilidad de la *Guadua angustifolia* Kunth en las costas del Ecuador y Perú, constituye uno de los primeros estudios realizados a nivel de una sola especie, por lo tanto se anima a personas e instituciones a continuar profundizando y ampliando investigaciones de esta naturaleza que permitan en un futuro no muy lejano disponer de información actualizada para la toma de decisiones adecuadas.

El presente análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático fue realizado en base a los conceptos y metodología propuestos por el IPCC y otros autores vinculados al tema. La vulnerabilidad fue analizada en función de tres variables: **exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación**. A su vez en cada variable se definieron varios atributos.

Luego del análisis correspondiente, la exposición presentó un índice de vulnerabilidad medio (0.60), lo cual indica que el riesgo frente al cambio climático de la caña guadúa no es mayor, sin embargo, existe la necesidad de diseñar estrategias que bajen el nivel de vulnerabilidad actual o al menos eviten que este suba, para ello el respectivo análisis de cada atributo da las pautas para este diseño.

Las mayores diferencias de vulnerabilidad están dadas a nivel de ecosistema y agroecosistema donde se maneja la caña guadúa. Las plantaciones en monocultivo resultan ser las de mayor vulnerabilidad, mientras los rodales naturales son los que presentan los menores índices de vulnerabilidad, lo cual confirma una vez más la importancia que tiene para enfrentar el cambio climático, de manejar guaduales cuya estructura y funcionalidad emule a un bosque natural.

Resalta el atributo de la edad de la caña, donde se puede colegir que el nivel de vulnerabilidad es directamente proporcional a la edad de la caña, mientras más joven es la caña, está más expuesta y por ende es más vulnerable, a medida que avanza en edad este nivel de vulnerabilidad disminuye frente a determinados patrones.

También los resultados del análisis de esta variable indican que la vulnerabilidad de la especie cuando tiene que enfrentar cambios en el sistema como incrementos de temperatura o modificaciones en los patrones de precipitación, la caña guadúa es vulnerable en un nivel medio. Si la temperatura se incrementa entre 1°C o 2°C, la caña guadúa no se afectaría mayormente, la causa podría estar en el gran rango de adaptación natural de la especie, puesto que se la encuentra con excelentes niveles de producción y productividad entre los 20°C y 26°C como se pudo observar en las visitas de campo. No obstante se alerta que un aumento de la temperatura podría desencadenar a otros factores como la presencia de nuevas plagas o enfermedades.

En cuanto a los cambios en el régimen de precipitaciones la caña se adapta a cambios no bruscos, sin embargo, el problema mayor detectado es al momento de establecer una plantación de caña, donde se recomienda elegir adecuadamente la época de su plantación, de lo posible siguiendo el calendario forestal. Probablemente este constituye el mayor desafío debido a los cambios de clima que ya experimentan los productores de Ecuador y Perú, lo que impide pronosticar o planificar con exactitud, tal como lo venían haciendo con sus otros cultivos.

Los vientos tienen una incidencia mayor en las plantas dispersas (0.52) lo cual las vuelve más vulnerables, puesto que a más del volcamiento de las cañas, se reseca el suelo y expone a las plantas a los incendios. De hecho los incendios constituyen el atributo que presenta los índices de vulnerabilidad más altos (0.48 en promedio) y están muy ligados al incremento de la temperatura, a la presencia de vientos y disminución de las precipitaciones. Otro elemento a considerar es la gran cantidad de biomasa que producen los guaduales, los mismos que sin un adecuado manejo y sumados los factores antes mencionados exponen al ecosistema de guadual a los incendios.

Eventos extremos que ocurren con frecuencia en las costas de Perú y Ecuador como el Fenómeno del Niño, representan después de los incendios, el segundo atributo con el índice de vulnerabilidad más alto (0.55).

En cuanto a la segunda variable, la sensibilidad presenta un índice de vulnerabilidad media muy cercana a ser alta (0.57), lo cual amerita generar estrategias para disminuir el nivel de vulnerabilidad.

Las percepciones locales (ancestrales) Vs. las evidencias científicas constituyen el atributo que registra los índices de vulnerabilidad más alto de la variable, varias de las tecnologías que se utilizan en los diferentes eslabones de la cadena de la caña guadúa forman parte del conocimiento ancestral y están arraigadas en la cultura de las personas que no desean cambiarlas.

La industria y agroindustria de la caña constituyen eslabones estratégicos desde la óptica social y económica, por un lado cultivos de exportación como banano utilizan cujes de caña; de otro la industria de laminados, paneles y aglomerados está en un proceso emergente; y a nivel rural la caña es muy utilizada en infraestructura productiva, todo lo cual converge en un escenario donde la vulnerabilidad del ecosistema guadúa incide directamente en la vulnerabilidad de la sociedad vinculada a la caña.

En lo relacionado a los asentamientos humanos, el análisis deja como conclusión que para las personas dependientes de la caña guadúa su vulnerabilidad está relacionada con el tipo de ecosistema donde se produce la caña. Así la vulnerabilidad es alta en las plantas de guadua que se encuentran aisladas al contrario de los rodales naturales donde el nivel de vulnerabilidad es bajo.

El análisis de la relación entre los bosques oferentes de madera y la caña, deja varias reflexiones; por un lado la reducción de la superficie de bosques obligaría a buscar fuentes alternativas de madera como la guadúa, por otro lado está la presión sobre los guaduales para convertirse en el sustituto de la madera. La variable Capacidad Adaptativa presenta un índice de vulnerabilidad medio con un valor cercano a una vulnerabilidad alta (0.55). La cultura de la caña al igual que la historia y el atributo social, han dado lugar a la creación de un conocimiento ancestral muy importante sobre la caña, se continúan utilizando tecnologías basadas en las fases lunares y el estado de la marea para realizar cortes. Varias de estas tecnologías corren el riesgo de desaparecer debido a los fenómenos migratorios especialmente de los jóvenes, puesto que la mayoría de la información (conocimiento) se trasmite vía oral de generación en generación.

Un aspecto en la economía de la caña que más resaltó fue el mercado, las preocupaciones son alrededor de que estos son complejos, limitados y vulnerables. Se requieren mayores análisis sobre el mercado y comercialización a fin de obtener mejor información para una toma de decisiones certera.

El atributo tecnológico resultó ser diferenciado en cada eslabón de la cadena productiva e industrial. Son pocas las industrias (no superan las 10) en ambos países que se dedican a la producción industrial de la caña guadúa. A nivel de la silvicultura de la caña se han desarrollado importantes innovaciones, pero aún se requiere investigar mucho más para lograr la eficiencia en este subsector.

El análisis legal refleja dos grandes campos para actuar, el uno relacionado con el comercio ilegal entre Ecuador y Perú y el otro es la norma para la construcción con caña promulgada en Perú que deja varios aprendizajes.

Los atributos de política e institucionalidad presentan los índices de vulnerabilidad más altos de la variable capacidad adaptativa (0.50), las políticas que vinculan el cambio climático con la caña guadúa, prácticamente son inexistentes. La institucionalidad en ambos países es débil, requiere un trabajo estructurado para mejorar el marco institucional de la caña.

La información sobre caña guadúa ha sido producida de acuerdo a los intereses y la naturaleza de cada institución u organización que la promueve, entre estas destaca la Universidad que produce un tipo de información académica, pero que no ha sido difundida. Todo esto ha dado lugar para que la información de la caña guadúa sea calificada como dispersa.

Como conclusión final se tiene que el índice de vulnerabilidad para la caña guadúa en la costa de Ecuador y Perú es medio (0.57) pero cercano a alto, lo cual deja un marco de análisis muy amplio para actuar, desde profundizar en el estudio de las variables y más aún en determinados atributos, hasta realizar estudios complementarios como una investigación sobre la cadena productiva de la *Guadua angustifolia*.



INTRODUCCIÓN

El Cambio climático es sin duda la temática presente y seguramente estará en las agendas políticas, científicas, académicas, ambientales y sociales, probablemente por varias décadas, por lo tanto será parte del futuro. Aunque aún hay dudas sobre varios pronunciamientos respecto al impacto del cambio climático en las economías del mundo, en la afectación de los sistemas productivos, en los ecosistemas y sobre todo en las personas que cada día son más vulnerables a episodios de sequías, inundaciones y otros denominados eventos extremos, no cabe duda que varios de los efectos e impactos ya se están sintiendo en países como Ecuador y Perú, donde los procesos de desglaciación son evidentes, la merma en los caudales de varias cuencas, los incrementos de temperatura y la distribución anormal de las precipitaciones.

La gran mayoría de estudios sobre cambio climático se han realizado a escalas grandes tipo eco regiones como la Amazonía, de recursos como el agua, de sectores como el de agricultura, de ecosistemas como los bosques húmedos tropicales, de gremios ecológicos, pero son escasos los estudios realizados a nivel de especies. Los modelos utilizados se basan en información extrapolada a veces de otras regiones con condiciones ecológicas y socioeconómicas diferentes, lo cual dificulta acercarse a la realidad del objeto de estudio.

El presente análisis sobre la vulnerabilidad de la *Guadua angustifolia* Kunth en las costas del Ecuador y Perú, constituye uno de los primeros estudios realizados a nivel de una sola especie, por lo tanto se anima a personas e instituciones a continuar profundizando y ampliando investigaciones de este tipo que permitan en un futuro no muy lejano disponer de información actualizada para la toma de decisiones adecuadas.

El haber seleccionado por parte de la Red Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR), a la especie de bambú *Guadua angustifolia*, obedece a reconocer una de las especies de mayor uso en las viviendas rurales y periurbanas de las últimas décadas, pero que además en países como Colombia y Ecuador forma parte de su historia.

La caña guadúa es considerada una especie multiuso, los usos que se le dan a la caña guadúa superan algunas centenas, desde constituir la base para viviendas de tipo social, hasta las más inimaginables artesanías. Pero además cumple roles ecológicos muy reconocidos como el de proteger las zonas ribereñas donde y debido a la red de rizomas (rizoma paquimorfo), aportan a estabilizar los bordes de las masas de agua circulante, reducir la erosión y la cantidad de sedimentos que llegan al agua.

El presente documento consta de siete partes o capítulos, el primero presenta una síntesis de los principales conceptos que se han desarrollado alrededor del tema del cambio climático; el segundo constituye el marco conceptual del estudio y se enfoca en definir la vulnerabilidad y plantear las tres variables sugeridas por el IPCC para estudios de vulnerabilidad; el tercero da cuenta del área donde se tomaron los datos e información para el análisis; el cuarto explica las metodologías, el quinto los resultados, el sexto las conclusiones y el séptimo un marco de recomendaciones. Posteriormente se comparte la bibliografía consultada y los anexos donde se presentan a las personas e instituciones que facilitaron la información.



I. CAMBIO CLIMÁTICO:

Definiciones, impactos, escenarios e iniciativas
para la mitigación y la adaptación



A. ¿Qué significa el sistema climático?

Se define como un sistema complejo e interactivo compuesto por la atmósfera, superficie terrestre, hielo y nieve, océanos, otros cuerpos de agua y elementos vivos. El componente atmosférico del sistema caracteriza al clima (IPCC 2007 a).

1. Tiempo y clima

Las actividades cotidianas que desarrollamos los seres humanos están supeditadas al estado del tiempo y del clima. Es común en el área rural de países como Ecuador y Perú el uso de términos como “buen tiempo o mal tiempo”, o también “temporada seca o temporada húmeda”. La silvicultura de la caña guadúa *Guadua angustifolia* Kunth, depende de los factores de tiempo y clima, por lo que es de trascendental importancia tenerlos presentes en cualquier iniciativa que se programe realizar con esta especie.

En las actividades del manejo de la caña guadúa, el tiempo y el clima son determinantes en todo el ciclo que va desde la recolección del material vegetativo reproductivo (semilla, ramas, yemas, tallos, rizomas), hasta la producción de plántulas, las plantaciones, control de malezas, podas y entresacas de mejoramiento, socola, corte de ramas basales, aprovechamiento y la comercialización de los productos y subproductos.

Es importante tener presente las definiciones que existen en lo que respecta al tiempo y al clima, ya que a menudo se confunde el significado y la importancia de estos dos factores que son determinantes para establecer las distintas fases o épocas del calendario de manejo de la caña guadúa.

a. ¿Qué significan tiempo y clima?

Cuando se habla del tiempo o del clima de una región nos referimos a conceptos diferentes pero relacionados entre sí. Por **tiempo** se entiende el tiempo meteorológico, es decir, el estado de la atmósfera en un determinado día, semana o mes. Las características del tiempo son la humedad, la temperatura, la presión, las precipitaciones y la nubosidad en un determinado momento y lugar.

El clima se define como “estado promedio del tiempo”. Por lo general, el clima se describe en términos de valores medios y de variabilidad de temperatura, precipitación y viento, que pueden abarcar desde meses hasta millones de años (el período de promediación habitual es de 30 años). El clima evoluciona con el paso del tiempo influido por su propia dinámica interna y debido a factores externos que lo afectan, conocidos como forzamientos (IPCC 2007 a).

Para poder evaluar el clima observado existen dos variables representativas principales, que son las comúnmente utilizadas para realizar las diferentes clasificaciones climáticas: la **temperatura y la precipitación**. La temperatura es una variable que define a los climas cálidos y fríos, y la precipitación es la que distingue a los climas húmedos de los secos.

De esta manera, el tiempo meteorológico es lo que caracteriza a la atmósfera de manera coyuntural y efímera, mientras que el clima refleja las tendencias resultantes de condiciones habituales durante un largo período (Ocaña 2000).

b. ¿Cuál es la relación entre cambio climático y el estado del tiempo?

Por lo general el clima se define como el estado promedio del tiempo y por tanto, el cambio climático y el estado del tiempo se entremezclan. De acuerdo con observaciones realizadas se han experimentado cambios en el estado del tiempo, las estadísticas de las variaciones en el estado climatológico en el paso del tiempo son las que identifican los cambios climáticos. Si bien el clima y el estado del tiempo se relacionan estrechamente, existen diferencias importantes entre ambos (IPCC 2007a).

2. La variabilidad climática y el cambio climático

El clima ha variado en todas las escalas de tiempo a lo largo de la historia de la tierra. Una interrogante muy frecuente es ¿Por qué hoy en día se habla tanto de Cambio Climático si este ha existido desde siempre? La respuesta sería que la diferencia está **“en la causa que lo provoca”**. Mientras en el pasado los cambios climáticos eran de origen natural, actualmente la mayor parte del calentamiento ocurrido en los últimos 50 años es atribuible a actividades humanas.

Para diferenciar las causas que provocan el cambio climático, se utiliza en determinados espacios de discusión cotidiana, el término variabilidad para referirse a los cambios provocados por causas naturales, mientras el término cambio climático indica que este es provocado por influencia humana.

No obstante, como se puede observar más adelante, para el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en su definición moderna ya no establece esta diferencia de las causas que lo originan.

a. ¿Qué es la variabilidad climática?

El clima exhibe importantes variaciones que pueden ocurrir de un mes a otro, de un año a otro o bien en escalas temporales más largas, como de una década a otra.

En líneas generales se puede pensar a la variabilidad climática como la manera en que las variables climáticas (temperatura y precipitación media, entre otras) difieren de algún estado promedio, ya sea por encima o por debajo de ese valor. Ejemplos de la variabilidad climática incluyen sequías, inundaciones, heladas, olas de calor, etc.

La variabilidad climática ha ocasionado severos impactos en el Ecuador. El Fenómeno de El Niño 1982-1983 provocó una caída del 2.8% en el PIB; las pérdidas en El Niño 1997- 1998 representaron un 15% del PIB. Durante la fuerte temporada invernal de 2008, 13 de 24 provincias sufrieron impactos. Debieron instalarse 331 albergues y 14,222 personas tuvieron que abandonar sus viviendas. 37 personas murieron y 137,000 hectáreas de cultivos fueron afectadas (UNDP 2007).

b. ¿Qué es el cambio climático?

Definición de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC).

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, en su Artículo 1, define el cambio climático como “cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

- **Definición del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)**

Para el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), el cambio climático se refiere a “cualquier cambio climático producido durante el transcurso del tiempo, ya sea debido a la variabilidad natural o a la actividad humana.

- **Diferencias en las definiciones de la CMCC y el IPCC**

La definición del IPCC difiere un poco de la CMCC, donde el cambio climático se refiere a un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad climática natural observada durante períodos de tiempo comparables.



- **¿Cómo contribuyen las actividades humanas a los cambios climáticos?**

Las actividades humanas contribuyen al cambio climático provocando cambios en la atmósfera terrestre debido a las cantidades de gases de efecto invernadero, aerosoles (partículas pequeñas) y la nubosidad. Los principales gases del efecto invernadero (GEI) emitidos por las actividades humanas son: dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y los halocarbonos (grupo de gases que contienen flúor, cloro y bromo).

Las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso mundiales han aumentado, sensiblemente, como resultado de las actividades humanas desde 1750, y en la actualidad han superado los valores preindustriales determinados en muestras de testigos de hielo que abarcan muchos cientos de años. El aumento global de la concentración de dióxido de carbono se debe fundamentalmente al uso de combustibles fósiles y a los cambios del uso del suelo, mientras que el del metano y óxido nitroso se deben principalmente a la agricultura.

El dióxido de carbono es el gas de efecto invernadero antropogénico más importante. La concentración de dióxido de carbono en la atmósfera mundial ha pasado de un valor preindustrial de aproximadamente 280 ppm a 379 ppm en 2005. La concentración atmosférica de dióxido de carbono en 2005 supera, en gran medida, su margen de variación natural durante los últimos 650.000 años (de 180 a 300 ppm), según muestran testigos de hielo (IPCC 2007 a).

En conjunto, estos cambios en los gases de efecto invernadero y en los aerosoles conducirán, según las proyecciones, a cambios regionales y mundiales de la temperatura, de la precipitación y de otras variables climáticas, dando así origen a cambios de la humedad del suelo a escala mundial, a un aumento del nivel medio mundial del mar, y a la perspectiva de unos valores más extremos de altas temperaturas, de crecidas y, en algunos lugares, de sequía (IPCC 1997).

3. ¿Quién causa el cambio climático?

Si bien aún no se sabe con absoluta certeza la magnitud con la cual está afectando el cambio climático en términos económicos, se tiene la seguridad de que el modelo de desarrollo caracterizado por una distribución inequitativa de los recursos, acceso desigual a servicios básicos y por las grandes emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de los países más ricos y de los países con economías emergentes como Brasil, India y China es una causa importante.

La mayor parte del aumento observado en las temperaturas medias mundiales desde mediados del siglo XX se debe muy probablemente al aumento observado de las concentraciones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico.

a. Cambios observados en las concentraciones atmosféricas de Gases Efecto Invernadero (GEI) y Aerosoles

Desde los tiempos preindustriales, las concentraciones atmosféricas de gases de efecto invernadero han aumentado debido a actividades humanas, alcanzando en la década de los 90 los niveles más altos registrados, y la mayoría de estas concentraciones han seguido aumentando como se indica en el cuadro No.1.

Cuadro No.1. Incremento de las concentraciones de GEI (IPCC 2002)

Concentración atmosférica de CO2	De 280 ppm durante el periodo 1000 - 1750 a 368 en el año 2000 (31 ±4% de aumento)
Intercambio de CO2 con la biósfera terrestre	Fuente cumulativa de aprox. 30 Gt C entre los años 1800 y 2000; pero durante la pasada década de 1990 un sumidero neto de unos 14±7 Gt C.
Concentración atmosférica de CH4	De 700 ppb durante el periodo 1000 - 1750 a 1750 ppb en el año 2000 (151±25% de aumento)
Concentración atmosférica de N2O	De 270 ppb durante el periodo 1000 - 1750 a 316 ppb en el Año 2000 (17±5% de aumento)
Concentración troposférica de O3	Aumento en un 35±15% entre 1750 y 2000 y varía según la zona
Concentración estratosférica O3	Disminuyó durante el periodo 1970 - 2000, y varía con la altitud y la latitud
Concentraciones atmosféricas de HFC, PFC y SF6	Aumentaron en todo el mundo durante los últimos 50 años

b. Indicadores biológicos y físicos

Varios patrones biológicos y físicos se han visto afectados por el cambio climático. En el Ecuador el fenómeno del Niño del año 1988 destruyó el 90% de las carreteras de la Costa y su reconstrucción se estimó que costó alrededor de 2.000 millones de dólares. Las carreteras se destruyeron principalmente por la erosión y desbanque de las riveras de los ríos. Coincidentemente uno de los principales beneficios atribuidos a las manchas de "caña guadua" es la protección de las riveras de los ríos. Seguidamente se presentan algunos indicadores biológicos y físicos del cambio climático.

Cuadro No.2. Indicadores biológicos y físicos (IPCC 2002)

INDICADORES BIOLÓGICOS Y FÍSICOS	
Nivel medio mundial del mar	Aumentó a un régimen anual de 1 a 2 mm durante el siglo XX.
Duración de la cubierta de hielo en ríos y lagos	Disminuyó unas 2 semanas durante el siglo XX en latitudes medias y altas del hemisferio norte.
Grosor y extensión del hielo del mar Ártico	Se redujo su grosor en un 40 por ciento en décadas recientes desde finales de verano a principios de otoño y disminuyó en extensión en un 10 - 15 por ciento desde la década de 1950 durante la primavera y verano.
Glaciales no polares	Retirada generalizada durante el siglo XX.
Cubierta de hielo	Disminuyó su área un 10 por ciento, desde que se dispone de observaciones mundiales por satélite a partir de la década de 1960.
Permafrost	Se derritió, calentó y degradó en parte de las regiones polares subpolares y montañosas.
Fenómenos relacionados con el niño	Presentan una mayor frecuencia, persistencia e intensidad durante los últimos 20 - 30 años en comparación con los 100 años anteriores.
Estación de crecimiento	Aumentó entre 1 a 4 días por década durante los últimos 40 años en el hemisferio norte, especialmente en latitudes altas.
Extensión geográfica de plantas y animales	Desplazamiento hacia los polos y hacia mayores altitudes de plantas, insectos, pájaros y peces.
Cría, floración y migración	Anticipación en la floración de plantas, la llegada de pájaros y fechas de crianza, así como la pronta aparición de insectos en el hemisferio norte.
Decoloración de arrecifes coralinos	Aumenta su frecuencia, especialmente durante los fenómenos relacionados con El Niño.

c. Indicadores meteorológicos

Son probablemente los más utilizados en los estudios de vulnerabilidad del cambio climático y específicamente la precipitación y las temperaturas, de los cuales hay una amplia información generada a partir de modelos que proyectan escenarios con comportamientos importantes de estos dos parámetros, tal como se muestra en el cuadro No. 3.

Cuadro No. 3. Indicadores meteorológicos (IPCC 2002)

Temperatura media global de la superficie	Aumentó en un 0.6 ± 0.2 °C durante el siglo XX; las zonas terrestres se calentaron más que los océanos
Temperatura media global de la superficie	Aumentó durante el siglo XX más que durante ningún otro siglo durante los últimos 1000 años. La década de los 90 fue la más cálida de todo el milenio.
Gama de temperaturas diurnas en la superficie	Disminuyó en el periodo 1950 - 2000 en las superficies terrestres durante el siglo XX.
Índice de calor/días de calor	Aumentó (probablemente).
Días fríos/con heladas	Aumentaron en latitudes medias y altas del norte.
Precipitación continental	Aumentó en un 5 - 10% durante el siglo XX en el hemisferio norte, disminuyó en algunas regiones (Norte de África y Mediterráneo).
Fenómenos de fuerte precipitación	Aumentaron en latitudes medias y altas del norte.
Frecuencia y gravedad de sequías	Aumentaron las sequías y períodos secos en algunas áreas. Se ha observado un aumento en la frecuencia e intensidad de las sequías durante décadas recientes en algunas regiones tales como en parte de Asia y África.

4. Algunos efectos del cambio climático asociados a ecosistemas donde existe *Guadua angustifolia*

Los bosques lluviosos de la Amazonía se podrían reducir entre un 20%-80% si la temperatura promedio aumenta entre 2°C y 3°C (Banco Mundial 2009). Este incremento de temperatura, reduciría las lluvias y podrá iniciar un proceso de desertificación que afectaría vastas extensiones del continente suramericano. Incendios forestales, que ya afectan periódicamente a México y Centroamérica podrían incrementarse en un 60% en Suramérica con un aumento de temperatura de 3°C.

En las zonas subtropicales, los bosques ya enfrentan temperaturas altas y sequías prolongadas que causan incendios. Los escenarios climáticos muestran una tendencia hacia menos precipitación y más evaporación, lo que inducirá una reducción en la productividad y un aumento de incendios. Las previsiones para los sectores como la agricultura, indican que podrá haber una reducción en los rendimientos de entre el 18%-26% en Ecuador, México, Perú y Venezuela (Giot 2010).

Los manglares tropicales son también amenazados por el cambio climático. La amenaza principal viene del aumento del nivel del mar y los cambios asociados en las dinámicas de sedimentación y erosión. Cambios en temperatura o eventos extremos como las tormentas pueden también afectar los manglares.

Los bosques tropicales secos son muy sensibles a cambios en las precipitaciones que pueden afectar la productividad y la supervivencia de las especies. La reducción de las precipitaciones y la prolongación de las temporadas secas pueden aumentar los riesgos de incendios. Según el Banco Mundial (2009), se estima que para el 2020 unas 77 millones de personas de Latinoamérica podrían enfrentar condiciones de estrés hídrico extremo.

Los impactos del cambio climático sobre los ecosistemas también van a afectar a las personas que viven en los bosques así como a los sectores forestales. La producción de madera cambiará de manera diferente según las regiones, dependiendo de las condiciones climáticas (Locatelli 2010).

Finalmente, la degradación de los ecosistemas y de los servicios que proveen afectará principalmente a las economías que dependen de los recursos naturales, como es el caso de América Latina (MEA 2005). El impacto económico del cambio climático en América Latina y el Caribe podría ascender entre el 0,2% y el 0,56% del producto interno bruto (PIB) regional para estos años (Banco Mundial 2009).



5. Escenarios de cambio climático

Se han producido proyecciones de cambio climático para la segunda mitad del siglo XXI en América del Sur, como parte de diversas iniciativas de investigación en Brasil. Tres modelos climáticos fueron anidados dentro del modelo global HadAM3P. Las simulaciones comprenden un rango de 30 años (1961-1990) que representa el clima actual y dos escenarios futuros para los escenarios de emisiones A2 y B2 del IPCC, para el periodo 2071-2100. La atención se centra en los cambios en los promedios de temperatura y precipitación, así como en los extremos de temperatura y precipitación.

Hay evidencia de que regiones como el centro-oriental y sur de la Amazonía podrían experimentar deficiencias de precipitación en el futuro, mientras que la costa noroeste de Perú-Ecuador podría experimentar incrementos de precipitaciones en un futuro más cálido. Estos cambios variarían estacionalmente (Marengo 2010).

a. Escenarios para Ecuador (según CIIFEN 2007).

Ecuador cuenta al momento con escenarios nacionales de cambio climático resultantes de los modelos PRECIS, TL959 y ETA (Proyecto Segunda Comunicación Nacional, Ecuador 2011). En cuanto a la región Costa objeto del análisis de vulnerabilidad de la *Guadua angustifolia*, las principales tendencias de los patrones de precipitación, son los siguientes:

- Un probable incremento de “veranillos” (días secos consecutivos) en la costa central del Ecuador y de los períodos de lluvia persistente en el norte de la costa ecuatoriana y el pie de la cordillera andina.
- Un incremento en la ocurrencia de eventos intensos de lluvia en el norte de Esmeraldas, norte de Manabí y provincia de Los Ríos
- Un incremento de la intensidad de las precipitaciones en el norte de la Provincia del Guayas, Provincia de Los Ríos y centro de la Provincia de Manabí.
- En términos generales la cantidad total de lluvia sobre la costa no sufriría mayor alteración, el mayor cambio se daría, en su distribución, frecuencia y eventos extremos focalizados.
- Si los patrones de vulnerabilidad actual en el sector se mantienen, una de las provincias mayormente afectadas desde el punto de vista agrícola será la de Manabí, el norte de la provincia del Guayas y Los Ríos, por veranillos más prolongados.
- De igual forma, bajo escenarios de vulnerabilidad similares al actual, Los Ríos, Manabí y norte del Guayas serían más susceptibles a inundaciones y pérdidas de cultivos asociadas a eventos extremos o períodos de lluvia persistente.

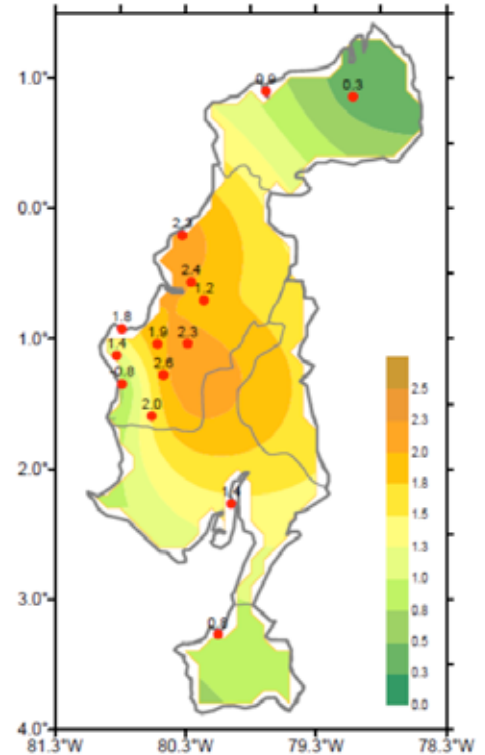
El análisis de los mapas mensuales y trimestrales de precipitación arroja numerosas evidencias en cuanto a la evolución de los patrones de precipitación, entre las que cabe destacar:

- Una clara diferencia entre las precipitaciones de la zona norte (se mantienen durante todo el año) y la zona centro y sur (la estación de lluvias comprende el período diciembre a mayo).
- Las zonas con mayores niveles de precipitación (percentiles 90 y 95), se ubican en las estribaciones de la cordillera y son más intensas en los meses de febrero y marzo.
- Por su parte, la mayor parte de la región, en especial el centro y sur de la misma, está amenazada por eventos de lluvias deficitarias (percentiles 5 y 10), lo que afecta principalmente a cultivos que tienen requerimientos hídricos importantes como el arroz.

Ecuador es un país calificado como vulnerable a los efectos atmosféricos asociados a la variabilidad del clima. Los mapas de riesgo en zonas cultivadas muestran que existe un riesgo alto por desbordamiento de cuencas hidrográficas para las zonas siguientes:

- La sub-cuenca del río Daule y la cuenca del río Babahoyo en la Provincia de Los Ríos.
- La cuenca baja del río Guayas en la Provincia del Guayas.
- El área cercana a las microcuencas de los ríos Vinces, Lulu y Quevedo en la Provincia de Los Ríos.
- En Manabí en la zona adyacente a los ríos Chone y Carrizal (cuenca del río Chone) y los ríos Chico y Portoviejo (cuenca del río Portoviejo).
- El sur este de Esmeraldas en la zona de influencia de los ríos Blanco y Quinindé.
- La sub-cuenca de los ríos Taura y Churute, en el Sur de la Provincia del Guayas.

Figura No.1. Número máximo de días secos consecutivos (CIIFEN 2007)

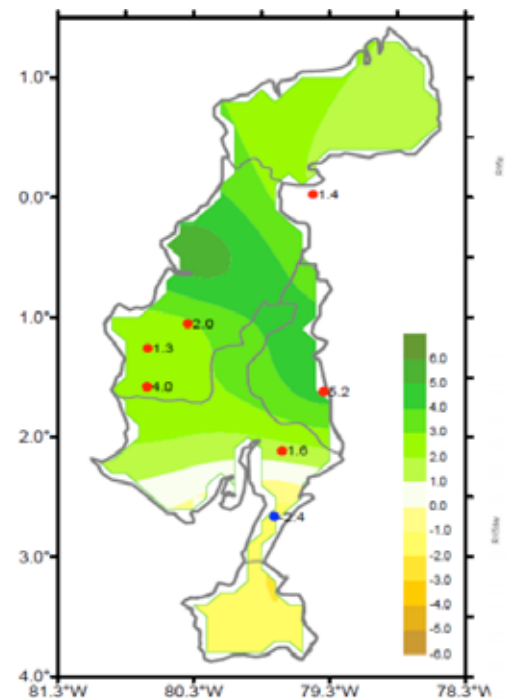


Los mapas de riesgo asociados a una tendencia del incremento de lluvias fuertes en períodos cortos en algunas zonas de economía preferentemente agraria, según la escala adoptada, muestran la existencia de que:

- Existe riesgo Muy Alto en las áreas adyacentes a los ríos Catarama y Vinces en la Provincia de Los Ríos y en las proximidades a los ríos Chone y Carrizal en la Provincia de Manabí, tal y como queda reflejado en la figura 8.
- Hay un riesgo Alto en la zona cercana a los ríos Babahoyo y norte del río Vinces en la Provincia de Los Ríos, en la cuenca del río Daule en la Provincia del Guayas, en la zona del río Portoviejo en la Provincia de Manabí y en los ríos Quinindé y Blanco en la Provincia de Esmeraldas.
- Existe un riesgo Bajo en la zona cercana a los ríos Zapotal, El Azúcar, Chimbo, Milagro, Boliche, Culebras y Yaguachi en la provincia del Guayas.

Se advierten en las series de valores extremos temporales, precipitaciones intensas en un día y acumuladas en 5 días conectadas a los años coincidentes con la fase cálida de El Niño (CIIFEN 2007).

Figura No. 2. Mapa de precipitaciones extremas (CIIFEN 2007)





b. Escenarios para Perú (Según Proyecto Segunda Comunicación Nacional, Perú 2010)

El Perú es un país altamente vulnerable a los efectos adversos del cambio climático, pues presenta cuatro de las cinco características de vulnerabilidad reconocidas por la CMNUCC. Adicionalmente, el país continúa su crecimiento poblacional y ocupación económica del territorio, con persistencia de pobreza, ecosistemas amenazados, glaciares tropicales en reducción, problemas de distribución de recursos hídricos por su geografía diversa mayormente agreste, y actividad económica altamente dependiente del clima. Por ello, se requiere mejorar la capacidad nacional para prever escenarios de cambio climático, adelantar acciones de previsión, y sistematizar nuestro conocimiento y experiencias al respecto.

Más allá de estas características descritas en la Convención, de acuerdo con el Tyndall Centre for Climate Change Research, el Perú se encontraría entre los diez países más vulnerables ante eventos climáticos (Barco 2010). Su vulnerabilidad es configurada por diversos factores, algunos de los cuales se deben a condiciones estructurales y otros a factores adicionales relacionados directa o indirectamente con el cambio climático. La vulnerabilidad ante el cambio climático en el Perú ha sido analizada tomando como base la definición del IPCC.

Escenarios climáticos para el Perú a nivel nacional (según Proyecto Segunda Comunicación Nacional, Perú 2010).

Sobre el clima futuro en el Perú. Se asume un escenario de alta emisión (A2) y una media de 10 años (2025-2035) para proyectar el clima al 2030.

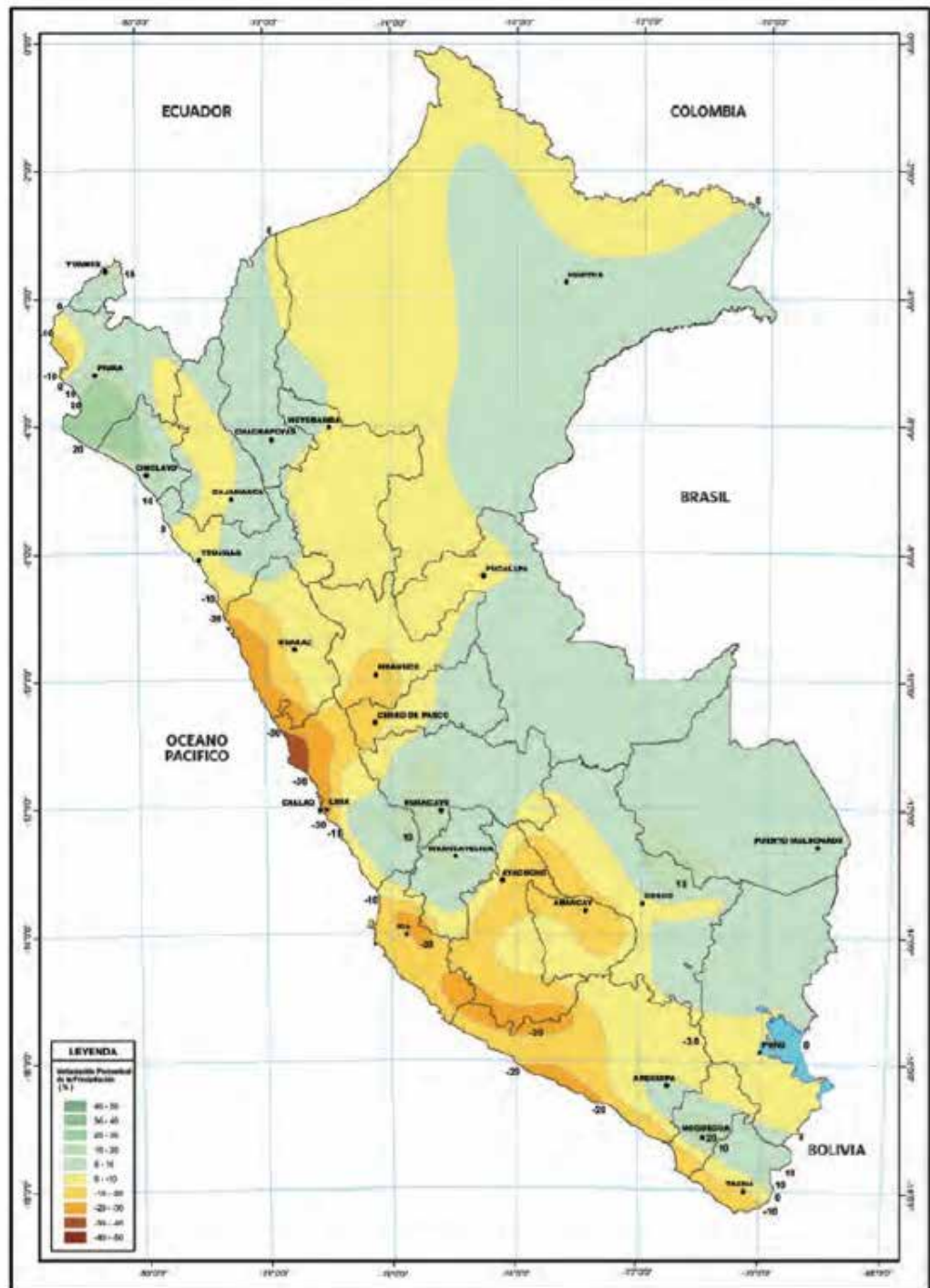
Precipitación

Las lluvias extremas estimadas mostrarían un probable decrecimiento en los próximos 30 años en gran parte del territorio.

La precipitación presentaría incrementos y disminuciones significativas distribuidas en forma localizada en todo el país.

En la costa y sierra norte, parte de la sierra central y selva sur, la precipitación se incrementaría hasta en 20% y disminuiría hasta en 20% en la selva norte y parte de la sierra central y sur.

Figura No.3.Variación porcentual de la precipitación para el año 2030 (Perú 2010)



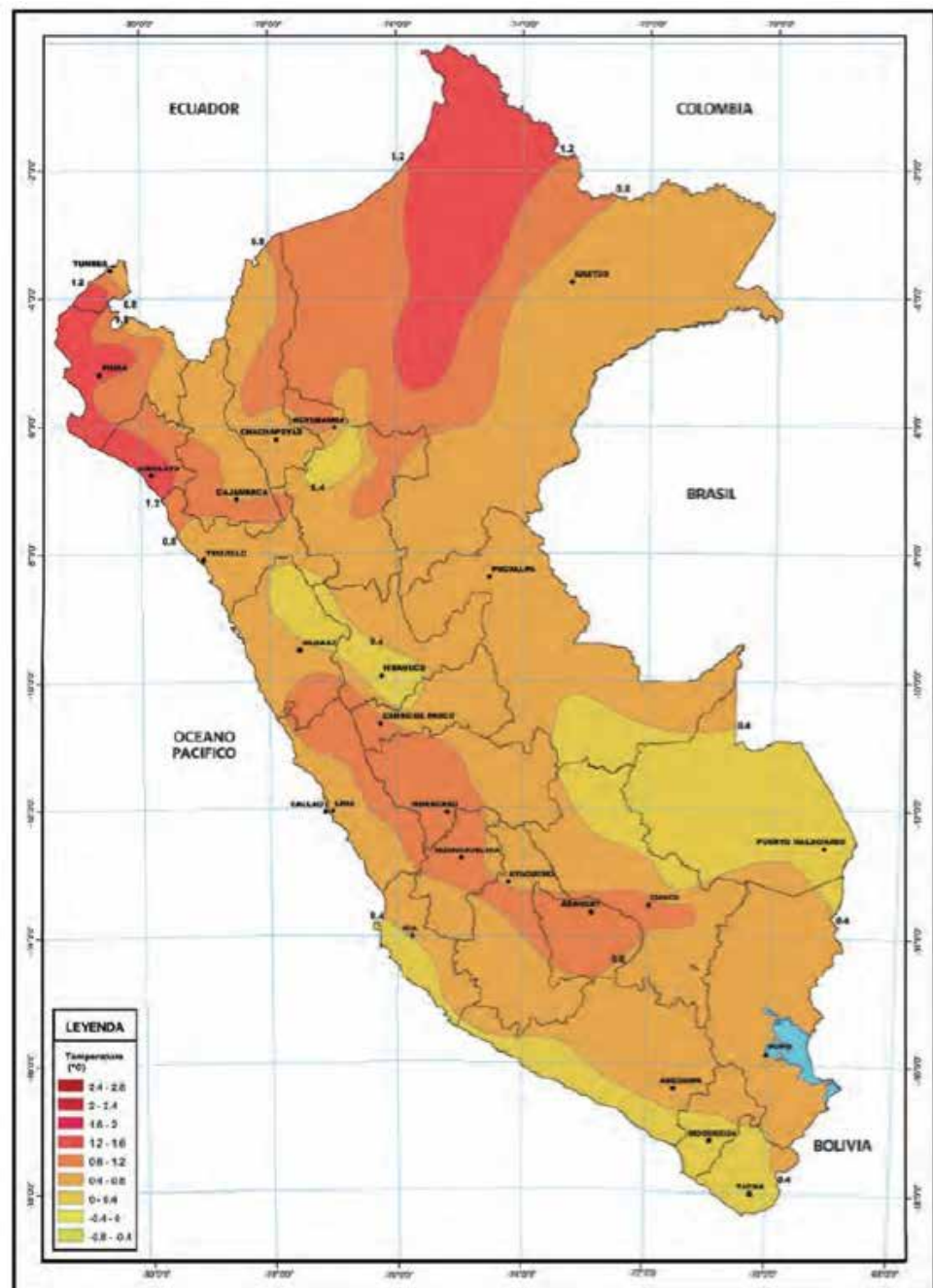
Temperatura

Con respecto a las temperaturas extremas, se esperaría mayormente un incremento en gran parte del país tanto en la mínima como en la máxima. El incremento de la temperatura máxima llegaría hasta 1.6°C en promedio (0.53°C/década), mientras que para la mínima el mayor incremento alcanzaría 1.4°C (0.47°C/década).

Los mayores incrementos de las temperaturas se presentarían en la costa y sierra norte, en la selva norte y en la sierra central, y en el sur del país.

Regiones como la costa central-sur y la selva sur no mostrarían mayores cambios hacia el 2030 con respecto a las temperaturas extremas.

Figura No.4. Variación de la temperatura mínima anual para el año 2030 (Perú 2010)





Escenarios climáticos para la Cuenca del río Piura (Perú 2005)

La evaluación local integrada y la estrategia de adaptación al cambio climático en la cuenca del Río Piura (Perú 2005), resume los resultados del proceso de análisis de la vulnerabilidad actual y futura de los principales elementos productivos de la cuenca del río Piura, y plantea una Estrategia de Adaptación al Cambio Climático que orienta la incorporación de la variable de Cambio Climático en los procesos de planificación y desarrollo regional.

El análisis de los escenarios tomó como insumos variables proyectados para los próximos 50 años: temperatura superficial de agua de mar, presión atmosférica a nivel del mar y variables atmosféricas provenientes de los modelos atmosféricos y acoplados. El estudio además analizó la climatología y variabilidad climática de la precipitación y temperatura extremas, basándose en información histórica de un periodo de 30 años.

Entre los principales resultados de las tendencias encontradas en los últimos 30 años, se tiene:

- Las precipitaciones en el Bajo Piura y la cuenca media, durante los trimestres Diciembre-Enero-Febrero (DEF) y Marzo-Abril-Mayo (MAM), están fuertemente ligados a los eventos El Niño, mientras en la cuenca alta sólo es notorio en el trimestre MAM.
- Se observa una tendencia de incremento de lluvias entre 9 a 14 mm/año, durante verano y otoño, y entre 0.2 a 0.5 mm/año en primavera, mientras hay un decrecimiento de -0.5 mm/año en invierno.
- La tendencia de las temperaturas extremas del aire es positiva durante todos los trimestres del año. Los mayores incrementos de la temperatura máxima se presentarían en la estación de primavera, en el Bajo Piura y cuenca media, mientras en la cuenca alta el mayor incremento se presentaría en invierno. Los mayores incrementos de las temperaturas mínimas se muestran en los trimestres DEF y MAM.
- Igualmente, los incrementos de las temperaturas extremas son mayores en la cuenca alta, razón por la que los incrementos en el Bajo Piura son de 0.1 a 0.25°C/década y de 0.1 a 0.4°C/década para la temperatura máxima y mínima, respectivamente; mientras que para la cuenca media varían entre 0.1 a 0.39°C/década y de 0.1 a 0.28°C/década, y en la cuenca alta entre 0.15 a 0.45°C/década y de 0.2 a 0.4°C/década para la temperatura máxima y mínima, respectivamente.

- Las tendencias proyectadas al 2035 de las temperaturas extremas y de las precipitaciones son:

- La temperatura máxima, en todas las áreas de interés de la cuenca, para los escenarios A2 y B2, indican tendencias que van ligeramente de negativas a positivas entre -0.1 y 2.0°C., con una tasa de mayor incremento en el escenario A2 durante la estación de la primavera. En el Bajo Piura los incrementos en las diferentes estaciones del año estarían entre 0.8 a 1.9°C. En la subcuenca de San Francisco se proyectan incrementos entre 0.2 a 1.7°C, mientras que en la subcuenca de Yapatera varían entre -0.1 a 1.9°C. Paralelamente, se presentaría una mayor frecuencia de días más calientes en verano y otoño.

- En el caso de las temperaturas mínimas, para la década del 2030, también se proyectan incrementos positivos en todos los trimestres del año con valores similares en ambos escenarios. Los mayores incrementos se presentarían en la época de invierno y primavera. En el Bajo Piura y en la subcuenca de San Francisco los incrementos oscilarían entre 0.3 a 0.8°C, mientras que en la subcuenca Yapatera sería entre 0.2 a 0.8°C. Asimismo, se espera un mayor incremento de noches cálidas en verano y otoño. En el Bajo Piura las lluvias se presentarían normales en ambos escenarios durante todos los trimestres del año, a excepción del tercer trimestre Junio-Julio-Agosto (JJA), donde el escenario A2 estima mayores precipitaciones que el escenario B2. Estos incrementos en porcentaje oscilarían entre un 10% a 15%, con relación a su comportamiento normal.

- En la sub cuenca San Francisco las precipitaciones en el primer trimestre se presentarían por encima de sus valores normales en el escenario A2, mientras en el escenario B2 sería menor. En el segundo trimestre, las precipitaciones tienden a ser ligeramente deficientes en el escenario A2, y en el escenario B2 se presentarían entre normales y ligeramente por encima de sus valores promedios. Para el trimestre Septiembre-Octubre-Noviembre (SON), ambos escenarios tienden a ser lluviosos pero con menor intensidad en el escenario B2, con incrementos que estarían entre 5% a 10%.

- En la sub cuenca Yapatera, en el primer trimestre, las precipitaciones tienden a ser deficientes en ambos escenarios: no mayor al 10%. En el segundo trimestre, las lluvias en el escenario A2 serían deficientes, mientras que en el B2 estarían por encima de sus promedios. Finalmente, en el tercer trimestre, en ambos escenarios las lluvias estarían por encima de sus valores medios en un 5% al 10%, pero con menor intensidad en el escenario B2.

- En resumen, en la parte alta de la cuenca del Piura las lluvias en verano se incrementarían hasta un 5% y en invierno hasta un 10%; mientras que la parte baja, el Bajo Piura, el incremento sería hasta del 15% en invierno, manteniéndose sin cambios significativos en las otras estaciones del año.

- De acuerdo a la regionalización estadística, hacia el año 2050 se espera un incremento del promedio de lluvias en la cuenca media (Chulucanas), debido a la mayor frecuencia de episodios fuertes de lluvia asociados a El Niño (Perú 2010).

6. Iniciativas para la mitigación y adaptación al cambio climático con énfasis en REDD+

Existen a nivel mundial, regional, nacional e incluso localmente, algunas iniciativas en torno a desarrollar mecanismos técnicos, metodológicos, políticos y financieros para mitigar y adaptarse al cambio climático.

La Convención Marco sobre Cambio Climático (CMNUCC) adoptada en Río de Janeiro en el año 1992, tiene por objeto estabilizar la concentración de los gases de efecto invernadero en la atmósfera a niveles que no interfieran en el sistema climático.

El Protocolo de Kyoto (PK) acordado en 1997 en el marco de la CMNUCC es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases que causan el calentamiento global, en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990. El protocolo dotó de fuerza vinculante a una serie de mecanismos mediante los cuales los países desarrollados pueden hacer cumplir sus compromisos de reducción. Entre estos mecanismos, el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) incluye a los países en vías de desarrollo.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio o Mecanismos para un Desarrollo Limpio (MDL) es un acuerdo suscrito en el marco del artículo 12 del Protocolo de Kyoto, que permite a los gobiernos de los países industrializados (países del Anexo 1 del Protocolo de Kyoto) suscribir acuerdos con personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, para cumplir con metas de reducción de gases de efecto invernadero (GEI) en el primer periodo de compromiso 2008-2012, invirtiendo en proyectos de reducción de emisiones en países en vías de desarrollo (países no incluidos en el Anexo 1 del Protocolo de Kyoto) como una alternativa para adquirir reducciones certificadas de emisiones (RCE) a menores costos que en sus mercados. La reducción de emisión a partir de la reducción de la deforestación (o "deforestación evitada") no se incluyó en el MDL, principalmente por razones técnicas y metodológicas.

En 2007 se desarrolló la XIII Conferencia de las Partes del PK (COP-13), en la que se estableció la denominada "*Hoja de ruta de Bali*" que busca entre otras cosas, reforzar los compromisos asumidos en Kyoto y establecer lo que se conoce como el Mecanismo REDD, es decir "*políticas e incentivos sobre temas relativos a la reducción de emisiones de la deforestación y degradación de bosques en los países en desarrollo; y el papel de la conservación, la gestión sostenible de bosques y el mejoramiento de las existencias de carbono forestal en los países en desarrollo.*"

En la ciudad de Copenhague, Dinamarca; se desarrolló del 7 al 18 de diciembre del 2009 la XV Conferencia de las Partes (CO-15) de la Convención Marco de las Naciones Unidas frente al Cambio Climático en la que se ratificó el mecanismo REDD que establece mecanismos financieros para que los países en desarrollo reciban compensaciones económicas de los países desarrollados en tanto en cuanto logren reforestar y conservar los bosques (MAE 2010).

En el año 2010 se realizó en Cancún-México la COP-16, donde el resultado más aclamado fue un documento borrador sobre decisiones para REDD+. Las discusiones habían avanzado relativamente en Copenhague durante el año 2010 y finalmente llegaron a una decisión en Cancún. Aunque la decisión aprobada en el ámbito de Ad Hoc Working Group on Long Term Cooperative Action under the Convention (AWG-LCA) no soluciona definitivamente el principal problema de REDD+, que está en torno al financiamiento, su promulgación trae importantes señales para los países que ya están desarrollando iniciativas piloto (Cenamo 2011).

La Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, celebrada en Durban, Sudáfrica en diciembre del año 2011, formalizó el inicio de un proceso multi-anual de negociación que se habrá de extender por lo menos hasta 2015, con el objeto de establecer un acuerdo global legalmente vinculante, aplicable a todas las Partes de la Convención, destinado a mitigar el cambio climático. Ese acuerdo debería estar en vigor a partir de 2020.

Esa formalización reconoce, de modo implícito, la restricción existente para alcanzar un acuerdo sustantivo entre las Partes en el corto plazo. Asimismo echa luz sobre la asincronía entre la urgencia del problema y los tiempos de la negociación, que reflejan la limitada capacidad de la comunidad internacional para anudar consensos duraderos en un contexto de desequilibrios globales, geopolíticos y económicos.

Al mismo tiempo, la Conferencia ha reconocido explícitamente la brecha global entre las promesas de reducción hechas por los países con el horizonte del año 2020 y la meta global de limitar el aumento de la temperatura media a menos de 2 grados centígrados por encima de los niveles pre-industriales. Para eso lanza un programa dirigido a acortar esa brecha, que debería estar reforzado por la revisión de la evidencia científica que entregará el IPCC hacia 2014.

La brecha entre las reducciones prometidas por los países y las reducciones necesarias para mitigar el cambio climático se ha profundizado, y la búsqueda de un acuerdo global de carácter vinculante, que surja de un proceso más extendido de negociación, expresa la aceptación generalizada de que es preciso que haya esfuerzos coordinados de los países y se establezcan metas acordadas y vinculantes. Este rumbo implica descartar -por inhábil- el proceso de promesas y revisión, que se había instaurado en Copenhague en 2009, como mecanismo para el reemplazo de los acuerdos vinculantes, cuyo epítono fuera el Protocolo de Kioto.

El conjunto de acuerdos alcanzados en Durban viene a cerrar así un ciclo que se extiende desde 2007, desde la reunión realizada en Bali. Un ciclo que incluyó retrocesos, frustraciones y quiebres, y que estuvo caracterizado por el intento de alcanzar acuerdos sustantivos, sin la preexistencia de consensos básicos para hacerlos realidad (<http://finanzascarbono.org/boletines/resultados-de-la-conferencia-de-cambio-climatico-cop-17-en-durban/>).

Documentos negociados en Durban reconocen que la reducción necesaria de emisiones de gases invernadero, según estudios científicos, debe ser de 25 a 40 por ciento para 2020. Esos recortes y plazos son vitales para impedir que el planeta se recaliente más de dos grados, lo que significaría una catástrofe ambiental aun mayor. El borrador señala que esa debe ser la meta definida en la COP 18 que se realizará en Qatar en diciembre 2012 (<http://ipsnoticias.net/print.asp?idnews=99755>).

Otro acontecimiento importante que se realizará en junio 2012, es la reunión de Río+20, donde asistirán alrededor de 50.000 personas de varios países y se espera se establezca la agenda sobre sostenibilidad para la próxima década. También se anuncia que se hará un llamado muy fuerte para el mundo de los negocios a fin que mejoren sus prácticas de responsabilidad social y ambiental, otro tema de agenda seguirá siendo la erradicación de la pobreza.

Voces no muy optimistas se plantean la interrogante si realmente la Cumbre de Río+20 ¿tendrá un resultado significativo que permita cambiar la manera de interpretar e intervenir en el mundo, o de seguir haciendo las cosas de la misma manera que lo hacemos actualmente?...el cambio climático y sus impactos sobre ecosistemas y especies como la caña guadúa ***Guadua angustifolia Kunth***, serán los principales indicadores de estos acontecimientos en materia de geopolítica.

a. De RED a REDD+

La deforestación y la degradación del territorio forestal son fuentes de hasta el 25% de las emisiones anuales brutas de gases efecto invernadero a escala mundial. En reconocimiento a la urgencia de enfrentar esta problemática, la Conferencia Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) diseñó un mecanismo que promueva la reducción de estas emisiones a partir del año 2012, conocido como REDD+ por sus siglas en inglés.

REDD, se refiere a la “Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal”. El inicio de la discusión sobre REDD en países en desarrollo se inició en el año 2005, durante la undécima Conferencia de las Partes (COP-11) de la CMNUCC, cuando los gobiernos de Papúa Nueva Guinea y Costa Rica presentaron una propuesta para considerar opciones con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero ocasionadas por la deforestación (RED).

Con el correr de las negociaciones, el término RED ha sido ampliado a REDD+, que incluye--además de deforestación y degradación forestal--la consideración del potencial de mitigación del cambio climático de la conservación, el manejo forestal sostenible y las distintas posibilidades para aumentar los reservorios de carbón en el bosque (Gálmez 2009).

b. ONU-REDD

El programa ONU-REDD **no es** REDD, sino una iniciativa que busca que los países se preparen para REDD y en el que participan tres agencias del Sistema de Naciones Unidas: PNUD, PNUMA y FAO, estos organismos brindan asistencia técnica y financiera.

El programa ONU-REDD debe cumplir obligatoriamente con un enfoque de derechos humanos, y de manera especial debe ceñirse a la Declaración de los Derechos de los Pueblos Indígenas y al Convenio 169 de la OIT (Rainforest Foundation Norway-CEPLAES, 2011).

c. Iniciativas REDD+ en Ecuador y Perú

Ecuador

El escenario en el cual se inscribe el proceso de REDD+ en el país está marcado por la promulgación de la nueva constitución del Ecuador (2008), con grandes avances en términos de reconocimiento de derechos (colectivos, de la naturaleza, pluriculturalidad, participación ciudadana, control social, entre otros). Esto ha implicado un proceso de reorganización del Estado y el establecimiento de lineamientos y políticas de desarrollo insertas en el Plan Nacional del Buen Vivir (2009-2013), entre las que se encuentran aquellas orientadas a enfrentar el cambio climático y la reducción de la deforestación (con una meta de 30% al año 2013).

Desde el año 2009, el Ministerio del Ambiente (MAE) construye la Estrategia Nacional REDD (ENREDD+), en un proceso en el que se destacan las acciones orientadas a lograr la participación del país como miembro del programa ONU-REDD. A fines de este año, el MAE consulta acerca de la propuesta del Plan Nacional Conjunto (PNC).

Perú

Entre las iniciativas encaminadas a implementar REDD+, el Mecanismo Cooperativo para el Carbono Forestal (FCPF, por sus siglas en inglés), es el proceso que ha cerrado los esfuerzos del Estado y la sociedad civil. Su propuesta inicial fue elaborada por el Fondo Ambiental (FONAM) del Ministerio del Ambiente (MINAM). En el 2008 se conforma la Mesa REDD Nacional, iniciativa público-privada que articula la mayoría de actores involucrados y que se convirtió en un espacio de participación importante para incorporar aportes en el documento Readiness Preparation proposal (RPP). Este documento (tercera versión) fue aprobado en Vietnam en marzo del 2011. Últimamente, el país ha aplicado a la iniciativa ONU-REDD (Nuñez, 2011).



II. MARCO CONCEPTUAL

para el análisis de vulnerabilidad



A. Concepto del riesgo frente a la amenaza de un evento y la vulnerabilidad de un sistema

1. ¿Qué es el riesgo?

Es el factor que alude a una situación probable, como resultado de una compleja interacción entre el fenómeno potencialmente destructivo (amenaza) y las condiciones de vulnerabilidad dentro de las comunidades y entornos en los que puede impactar el fenómeno. El riesgo es producto de dos factores: amenaza y vulnerabilidad, que cuando coinciden en un tiempo y espacio determinados configuran el riesgo (Perú 2005)

2. ¿Qué es una amenaza?

Es el factor de ocurrencia, en un tiempo y lugar determinados, de fenómenos atmosféricos, hidrológicos y geológicos que por la severidad y frecuencia del lugar en el que ocurren pueden afectar adversamente a los seres humanos, estructuras y actividades.

Los terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, deslizamientos, huaycos, aludes, sequías, maremotos, tormentas, entre otros pueden construirse en amenazas, aunque si no hay vulnerabilidad no existe ningún peligro.

Cuando la actividad humana ha influenciado el entorno en el que se produce un fenómeno natural, los peligros dejan de ser naturales para convertirse en otros de origen socio-natural. Sin lugar a dudas, la intervención humana puede aumentar la frecuencia y severidad de algunas amenazas naturales, generar nuevas amenazas donde antes no existían, así como reducir el efecto de reducción de impactos que tienen los ecosistemas naturales. Cabe recordar que detrás de las amenazas existen procesos físico naturales y sociales que las configuran (Perú 2005).

La diferencia fundamental entre la amenaza y el riesgo está en que la amenaza está relacionada con la probabilidad de que se manifieste un evento natural o un evento provocado, mientras que el riesgo está relacionado con la probabilidad de que se manifiesten ciertas consecuencias, las cuales también están íntimamente relacionadas con la vulnerabilidad que tienen dichos elementos a ser afectados por el evento (Colombia 2010).

3. ¿Qué es la vulnerabilidad?

El concepto de vulnerabilidad es esencial para entender la adaptación. Según el IPCC, “la vulnerabilidad es el grado por el cual un sistema natural o social es capaz o incapaz de afrontar los efectos negativos del cambio climático, incluso la variabilidad climática y los episodios extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, la magnitud y el índice de variación climática a que está expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación (IPCC, 2001)

Según Canziani y Díaz (1997), la vulnerabilidad de ciertos sistemas y actividades, tales como regiones de montaña, con cobertura de hielo/nieve; las áreas costeras bajas; la agricultura; el manejo de los recursos hídricos y la generación de hidroenergía así como la salud humana, están reconocidas como vulnerables, dentro de los escenarios proyectados de cambio climático.

<p>Amenaza Natural (A)</p> <p>Fenómenos naturales con suficiente intensidad, en un espacio y tiempo específicos, para causar daños.</p>	<p>Vulnerabilidad (V)</p> <p>Condiciones resultantes de factores físicos, socioeconómicos y ambientales que aumentan la susceptibilidad del hogar y la comunidad a los impactos de las amenazas. Depende de la Exposición, su sensibilidad y capacidad de adaptación.</p>
No controlable	Controlable
<p>Riesgo (A,V)</p> <p>Probabilidad de pérdidas físicas, socioeconómicas y ambientales como resultado combinado de la amenaza y la vulnerabilidad</p>	

Según la definición anterior de vulnerabilidad que se puede aplicar a un sistema ecológico o socioeconómico como es el caso de la *Guadua angustifolia*, Bo Lim et al (2005) señala que la vulnerabilidad es una función de la exposición, de la sensibilidad y de la capacidad de adaptación del Sistema a la magnitud y rapidez de la variación del clima a la cual está expuesta.

$$V = f(E, S, CA)$$

Donde:

V = vulnerabilidad

E = exposición

S = sensibilidad

CA = capacidad de adaptación

a. Exposición

Por exposición se entiende a la naturaleza y el grado hasta donde está expuesto un sistema a variaciones climáticas. La exposición de un sistema a variaciones climáticas depende tanto del nivel de cambio climático global, como de la localización de este sistema (que se considera unidad de exposición por el IPCC). En este sentido la exposición se relaciona con las influencias o los estímulos que afectan un sistema.

En un contexto del cambio del clima captura los acontecimientos y los patrones importantes del tiempo que afectan el sistema, pero puede también representar influencias más amplias tales como cambios en los sistemas relacionados causados por efectos del clima. La exposición representa las condiciones de clima intrínsecas contra las cuales un sistema funciona, y cualquier cambio en esas condiciones (Colombia 2010).

Algunos ejemplos de factores de exposición son los cambios en el clima y la variabilidad climática (aumentos de temperatura, cambios en precipitaciones, cambios en los patrones de las temporadas, tormentas y huracanes), el aumento en los niveles de CO₂ en la atmósfera, el aumento del nivel del mar y otros factores no relacionados al cambio climático (cambio de uso del suelo, fragmentación del paisaje, aprovechamiento de recursos naturales, contaminación).

b. Sensibilidad

Es entendida como el grado o intensidad del impacto de eventos climáticos adversos sobre el Sistema. Refleja la respuesta de un sistema a las influencias climáticas. Los sistemas sensibles reaccionan de una manera muy alta al clima y se pueden afectar perceptiblemente por pequeños cambios de éste.

Entender la sensibilidad de un sistema también requiere una comprensión de los umbrales en los cuales comienza a exhibir cambios en respuesta a influencias climáticas, de la gradualidad de estos ajustes del sistema y su posibilidad de revertirse (Naranjo 2010).

La sensibilidad puede inducir cambios en los procesos a nivel de especies como la *Guadua angustifolia* (productividad y crecimiento), en la distribución de las especies de bambú, en las condiciones de sitio (suelos), en la estructura del ecosistema (densidad y altura) y en los regímenes de perturbaciones (incendios y plagas).

c. Capacidad de adaptación

Es la posibilidad de un sistema para responder al cambio, utilizando sus herramientas para afrontar las influencias externas. La adaptación puede ser planeada o autónoma. Una adaptación prevista es un cambio en anticipación de una variación en clima. Es un esfuerzo intrínseco estratégico y consciente para aumentar la capacidad de un sistema de hacer frente (o evitar) a las consecuencias del cambio del clima.

Por lo tanto, siguiendo la metodología de Aguilar (2007), cuanto mayor es la magnitud de la variable amenaza climática, mayor es la vulnerabilidad y cuanto mayor es la magnitud de la elasticidad y la capacidad de adaptación, menor es la vulnerabilidad.

La especie *Guadua angustifolia* que forma parte de un ecosistema puede adaptarse a los cambios mediante plasticidad fenotípica (aclimatación), evolución adaptativa o migración a sitios más adecuados. La capacidad adaptativa de los ecosistemas depende de la capacidad adaptativa de las especies, la diversidad de grupos funcionales y la diversidad de especies dentro de los grupos funcionales, por la redundancia que provee la diversidad (Locatelli 2010). Con mayor exposición y sensibilidad, mayor es el incremento en la vulnerabilidad, por otro lado, cuanto mayor es la capacidad de adaptación de un sistema, menor es la vulnerabilidad. Vale resaltar, entre tanto, que tener capacidad de adaptación no significa necesariamente la utilización efectiva de esta capacidad, influenciando la determinación de la vulnerabilidad.

4. ¿Qué es la adaptación al cambio climático?

Se define a la adaptación como el ajuste de los sistemas naturales o humanos en respuesta a estímulos climáticos reales o esperados, o a sus efectos, que atenúa los efectos perjudiciales o explota las oportunidades beneficiosas. Cabe distinguir varios tipos de adaptación, en particular la anticipatoria, la autónoma y la planificada (IPCC, 2007b).

Un concepto de adaptación aplicable a la *Guadua angustifolia* es que se basa en ecosistemas (EBA, por sus siglas en inglés, Ecosystem-Based Adaptation). EBA es un conjunto de medidas y políticas que considera el papel de los ecosistemas en la reducción de la vulnerabilidad de la sociedad al cambio climático, con un enfoque multisectorial y multiescalas. EBA involucra a diferentes actores (por ejemplo, autoridades locales y nacionales, comunidades locales, sectores privados, ONG) para lograr un manejo más sostenible de los ecosistemas con una perspectiva de adaptación de la sociedad. Este enfoque para la adaptación presenta oportunidades para los ecosistemas así como para la sostenibilidad de la adaptación al cambio climático.

El Enfoque Ecosistémico es una estrategia para la gestión integrada de tierras, extensiones de aguas y recursos vivos por la que se promueve la conservación y utilización sostenible de modo equitativo (CBD COP 5 Decisión V/6).

Un desafío para ecosistemas como la “caña guadúa” constituye el diseño de medidas de adaptación. Experiencias en otros ecosistemas pueden ajustarse. Se distinguen dos grandes tipos de medidas para la adaptación:

El primer tipo incluye las medidas que buscan amortiguar las perturbaciones, aumentando la resistencia y la resiliencia del ecosistema frente a los cambios (por ejemplo prevenir los fuegos, manejar las especies invasivas y las plagas, manejar y restaurar el ecosistema después de una perturbación).

El segundo tipo incluye medidas que buscan facilitar la evolución o la transición del ecosistema hacia un nuevo estado adaptado a las nuevas condiciones (por ejemplo, aumentar la conectividad del paisaje, conservar ecosistemas en un gradiente de condiciones ambientales, conservar la diversidad genética en ecosistemas naturales, modificar el manejo de ecosistemas plantados o aprovechados).

Resiliencia

Capacidad de un sistema social o ecológico de absorber una alteración sin perder ni su estructura básica o sus modos de funcionamiento, ni su capacidad de auto organización, ni su capacidad de adaptación al estrés y al cambio (IPCC, 2007b).

5. Servicios ecosistémicos y vulnerabilidad

Los ecosistemas proveen servicios a diferentes escalas, desde las comunidades locales hasta el mundo. Los autores de la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM 2003 y 2005) proponen distinguir entre tres tipos de servicios directamente recibidos por la gente:

- Los servicios de suministro (que contribuyen a producir “bienes” como alimentos, fuentes de energía, bioquímicos, recursos genéticos, fibras y madera).
- Los servicios de regulación (como la regulación del clima, de la cantidad y calidad de agua, de las enfermedades, de la fuerza de los vientos o las olas)
- Los servicios culturales (por ejemplo, espirituales, religiosos o educativos)

Los servicios ecosistémicos contribuyen al bienestar humano mediante la seguridad, los materiales básicos para la vida, la salud y las relaciones sociales. En los vínculos entre ecosistemas y bienestar humano presentados por la EM, muchos elementos se refieren a la vulnerabilidad de la sociedad al cambio climático (Locatelli 2010).

6. Mitigación

Intervención antropógena para reducir el forzamiento antropógeno del sistema climático; abarca diversas estrategias encaminadas a reducir las fuentes y emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y a potenciar sus sumideros (IPCC, 2007b).

La “caña guadúa” puede jugar un rol trascendental en la mitigación de los Gases Efecto Invernadero, especialmente el CO₂, debido a que es conocido que la *Guadua angustifolia* tiene un crecimiento rápido y muestra una producción casi continua de nuevo material vegetativo, lo cual genera una dinámica con tendencia a incrementar la cantidad de biomasa vegetal que contribuye a la fijación de carbono atmosférico y por ende a la mitigación del cambio climático global.

A más de carbono fijado en la biomasa vegetal, es importante sumar la cantidad de carbono acumulado en el suelo bajo los rodales de la guadúa, la cual en conjunto con la biomasa se convierten en un sumidero importante de dióxido de carbono. En el eje cafetero colombiano, Arias (2004) estimó que bajo los rodales de guadua el contenido de carbono en el suelo en los primeros 50 cm de profundidad fue de 50 ton/ha equivalente a 550.5 toneladas de CO₂.

a. Almacenamiento de carbono

La cantidad de carbono almacenado en una plantación de *Guadua angustifolia* depende de la edad de la plantación, de la densidad de culmos por hectárea, de la intensidad del aprovechamiento de culmos y de la tasa de recuperación de la biomasa. El número de culmos por hectárea depende del plan de manejo; en Colombia se ha reportado 3000-8000 culmos por hectárea en bosques naturales de *G. angustifolia* (Judziewicz et al.1999).

Sólo se fija carbono en bosques que están creciendo. Un aprovechamiento sistemático y periódico aumenta la producción de culmos pero una sobreexplotación reduce la producción de culmos y puede perjudicar la mancha entera. En poblaciones de *Guadua angustifolia* se recomienda un aprovechamiento de hasta 50% de la población de culmos maduros (diam. 6-8 cm) en un tiempo dado, con una repetición de aprovechamiento en el mismo sitio luego de 18-24 meses (Judziewicz et al. 1999). Un manejo sostenible de bosques o plantaciones de *G. angustifolia* pueden producir entre 1000-1500 culmos por hectárea por año.

Algunos escenarios construidos para el manejo de la caña guadúa con fines de almacenar carbono, indican que 3000 culmos/ha representen un almacenamiento de carbono cerca de 34 toneladas/ha. Una rotación de 1000 culmos en dos años, o 500 nuevos culmos maduros/ha/año, podría fijar 5.7 toneladas de carbono/ha/año (Stern 2001).

Estudios realizados en el eje cafetero de Colombia, señalan que en un rodal adulto de guadúa con una alta intensidad en el manejo forestal almacena en promedio hasta 414 ton/ha de CO₂ en los culmos. Tomando en cuenta la dinámica de salidas de culmos por cosecha y la tasa de regeneración estos guaduales tienen en promedio un total almacenado de 929 tn/ha de CO₂ entre la biomasa aérea (culmos) y el suelo (Camargo 2007).

Es importante señalar que dado el ciclo vegetativo de la caña guadúa y las presiones para aprovechar las cañas que puede ir entre 2.5 años (cestería) y 10 años (muebles, construcción), el tiempo de captura de carbono es corto en comparación con la mayoría de especies forestales madereras. No obstante con la elaboración de productos industriales de mayor agregado (pisos, paneles, muebles y otros), se asegura la retención del carbono de al menos 70 años.



III. CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

El estudio se realizó en la costa del Ecuador y la Costa norte del Perú. En Ecuador se realizó en las provincias de Manabí, Guayas y El Oro; mientras que en el Perú en los Departamentos de Piura, Lambayeque y Cajamarca.

A. Ubicación de las zonas de estudio

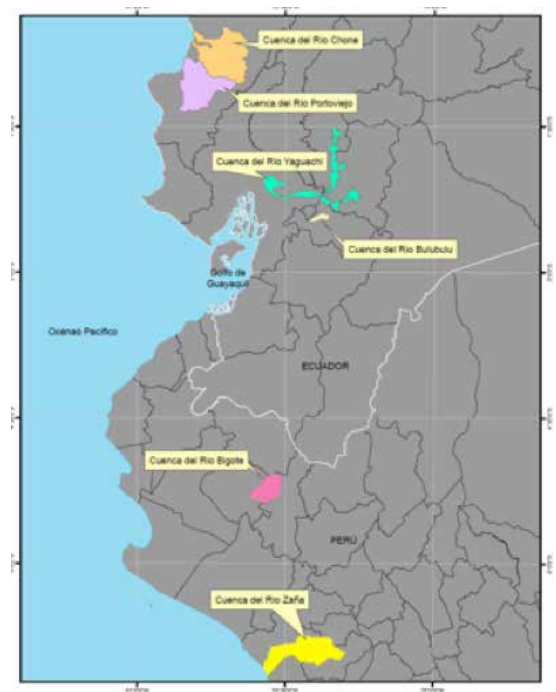
Las zonas de estudio donde se realizó el muestreo y recopilación de datos empíricos corresponden a diferentes localidades de las cuencas hidrográficas de los Ríos Chone y Portoviejo, cuenca del río Chimbo, cuenca del Río Siete y la cuenca del Río Jubones (específicamente en la microcuenca del río Muyuyaco) en Ecuador. En el Perú la información se obtuvo en las cuencas de los Ríos Zaña y Bigote. Las mismas que se encuentran distribuidas en las regiones costeras y de pie de monte de Ecuador y Perú. En la figura No. 1 se representa la ubicación de las diferentes cuencas hídricas, las mismas que se localizan entre los 0°30' y 7° de latitud sur, en una franja longitudinal ente los 79° y 81° oeste.

1. Cuencas de los Ríos Chone y Portoviejo

El drenaje de estas cuencas está en dirección hacia la vertiente del Pacífico, caracterizadas porque no reciben escurrimientos superficiales desde la Cordillera de los Andes sino de la Cordillera Costanera de Chongón Colonche, es decir, son cuencas que se desarrollan íntegramente en la región costera. Históricamente han registrado una tendencia a soportar marcados periodos de inundaciones seguidos de sequía.

Constituyen ejemplos en la región Costa relacionadas con cuencas intervenidas, en donde el uso del suelo ha cambiado de bosques nativos a zonas de cultivos o pastoreo y por el asentamiento poblacional en sitios donde las características del suelo son inadecuadas. Incluyen importantes polos de desarrollo económico del centro norte de Manabí. Por ejemplo, en la parte media de la cuenca del Chone, se encuentra una importante área dedicada a la agricultura y en la parte baja, otra en la que se ha desarrollado el cultivo y producción de camarón. Por otro lado, en la cuenca del Portoviejo, el crecimiento se ha dado en torno al crecimiento y desarrollo urbano de la ciudad de Portoviejo.

Figura No. 5. Ubicación del área de estudio



2. Cuenca del Río Chimbo

La zona muestral está ubicada en la costa sur del Ecuador en la cuenca baja del Río Chimbo. Este sistema hídrico se alimenta de las aguas captadas en las partes medias y altas de las microcuencas ubicadas en las estribaciones occidentales de la cordillera de los Andes. Sus aguas desembocan en el Golfo de Guayaquil.

La agricultura es la actividad predominante y más del 60% de la población económicamente activa se dedica a ella. Esta situación para algunos expertos define el alto grado de vulnerabilidad y de riesgo social y económico que puede provocarse como consecuencia del manejo inadecuado del patrimonio natural (agua, suelo, aire y biodiversidad), de su degradación o efectos del cambio climático.

3. Cuenca del Río Siete

La principal característica de esta cuenca es que tanto las precipitaciones y el caudal son muy variables aunque predecibles. El período de precipitaciones más fuerte ocurre durante la primera mitad del año calendario. El caudal es igual de variable, por lo general el flujo mayor se presenta entre febrero y abril, dos meses después del inicio de la temporada lluviosa en la costa, para julio normalmente el caudal ha descendido de manera importante.

Desde la óptica de la división política del Ecuador, esta cuenca comprende territorios de las Provincias de Guayas y El Oro. Predominan los suelos del orden inceptisoles que comprenden una mezcla de arcillas, arena y materia orgánica, de ahí que son excelentes para la producción de banano y cacao que predomina en el área (Southgate 1994). Este río es uno de los más afectados por la actividad minera de la Provincia del Azuay, aguas arriba ya que tanto en el agua como en los sedimentos, las concentraciones de metales tóxicos son muy elevadas.

4. Cuenca del Río Jubones

Está ubicada hacia la vertiente del Pacífico, caracterizada porque la mayor parte de su cuenca se encuentra en la región de la Cordillera de los Andes en las provincias de Azuay y Loja, en tanto la parte baja es un pequeño territorio de la provincia de El Oro. Las características climáticas de la cuenca del río Jubones están determinadas por la presencia de las corrientes marinas de Humboldt y de El Niño en el Océano Pacífico, la incidencia de la Zona de Convergencia Intertropical y la cordillera de Los Andes.

El área de la cuenca de captación es 3.619 km², la precipitación media anual de la cuenca de captación es 653.5 mm. Es representativa la marcada tendencia a enfrentar marcados periodos de inundaciones (en la parte Costera) e importantes periodos de sequía (en la parte Andina). En esta cuenca hay 17 estaciones meteorológicas.

Constituye ejemplo de una cuenca con importantes concesiones mineras en su parte alta y media que ocasionan problemas de calidad de agua para otros usos en la parte baja de la cuenca. Presenta un contraste socioeconómico en su territorio, la cuenca baja caracterizada por albergar grupos y sectores con una economía más robusta que en la parte media y alta donde las condiciones socioeconómicas son limitadas y menos robustas.

5. Cuencas de los Ríos Bigote y Zaña

En Perú como parte de la zona de estudio se encuentran las cuencas de los Ríos Bigote (subcuenca del Río Piura) y la cuenca media del Río Zaña. Estas se localizan en la Región Norte del Perú. Sus nacientes se encuentran en las cimas, estribaciones y laderas de la cordillera de los Andes, que captan el agua que es conducida hacia el océano pacífico.

El río Zaña discurre de este a oeste, bajando por la ladera occidental de los Andes hacia el mar. La parte baja de la cuenca está en el departamento de Lambayeque, mientras que la cuenca alta pertenece al departamento de Cajamarca.

En la parte baja del valle están las poblaciones de Zaña, Cayalti y Oyotún, mientras que si uno se adentra, hacia la mano derecha uno va a La Florida y Niepos y subiendo por la ladera izquierda se llega a Monte Seco y a una mayor altitud, al caserío de Udimá. En la parte más profunda, al final del valle del Zaña se encuentra el caserío de Taulis. Cerca del nacimiento del río Zaña, nace también el río Chancay.

Los bosques desde los 1500 hasta los 2500 metros son bastante húmedos, casi como una "Selva", donde las especies del bosque seco se entremezclan con las de los bosques montanos, y da la impresión de estar justo en mitad bosque seco – mitad bosques montanos de la vertiente oriental (<http://puntodevuelo.wordpress.com/2009/09/22/15-el-valle-del-rio-zana-donde-la-selva-se-encuentra-con-la-costa/>).

La subcuenca del Río Bigote, es la de mayor extensión de la parte alta de la cuenca del Río Piura; comprende a los distritos de Canchaque, Lalaquí, San Juan de Bigote, Yamango, Huancabamba y Salitral. El curso principal nace de la confluencia de las Quebradas Pache y Payaca, aguas abajo recibe los aportes de las Quebradas San Lorenzo por la margen derecha y Singocate por la margen izquierda. Las aguas de esta subcuenca desembocan en el río aguas abajo de Salitral; en su ámbito se encuentran las quebradas secas Jaguay, Mangamanga y Tabernas, las cuales desembocan directamente al río Piura, formando conos aluviales agrícolas que son regados con aguas del río Bigote (Rodríguez 2006).

Los resultados de estudios como los realizados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI 2005) indican que la Cuenca del río Piura es una de las más vulnerables del Pacífico a los eventos climáticos extremos, debido a las anomalías océano-atmosféricas que se presentan en el Pacífico Ecuatorial central y occidental, donde se genera El Niño Oscilación Sur (ENOS), también conocido como Fenómeno El Niño (FEN).



IV. LOS BAMBÚES Y LA CAÑA GUADÚA

Guadua angustifolia Kunth



Los bambúes constituyen el único grupo de gramíneas enteramente adaptados y diversificados a partir de los bosques, evolución que aconteció probablemente en los periodos oligoceno – mioceno del terciario (Londoño 2005). La planta en toda su integridad, desde sus raíces hasta sus hojas, es susceptible de ser utilizada para diversos fines. Las especies de bambú, de acuerdo a sus propias características, son usadas en los requerimientos del ser humano. Desde épocas prehistóricas, hasta el presente y con la tecnología que éste proyecta hacia el futuro, su uso no tiene límites salvo la imaginación del hombre (Morán 2005).

Por ejemplo, en China y Japón tienen una larga historia en el cultivo del bambú en áreas propensas a la erosión. Hay áreas enormes destinadas a producir madera de *Phyllostachys edulis* o Bambú de Moso en la provincia de Zhejiang. La mayoría de estas plantaciones están en las laderas escarpadas. A lo largo del río del Li en China meridional, *Bambusa Sinospinosa* estabiliza el curso del río durante los periodos de inundación (Cooper 2005).

Probablemente el uso histórico más reconocido del bambú es el papel. Se dice que la primera escritura fue hecha en la superficie de un pedazo de bambú partido. Desde la invención del papel, el bambú fue utilizado como fibra en el proceso. Algunos países utilizan más pulpa de bambú que árboles para producir fibra.

A. Panorama mundial del bambú

Los bambúes son gramíneas extraordinarias por sus condiciones únicas de sostenibilidad, rápido crecimiento y gran versatilidad, características que han convertido a esta planta en protagonista del siglo XXI.

El bambú es cultivado y reverenciado en la mayoría del mundo. Lo usan diariamente 2,500 millones de personas. Muchas especies de bambú juegan un papel muy importante en la economía de varias naciones. Por ejemplo, países como China ha invadido al mundo de productos derivados del bambú, los cuales le han generado ingresos por más de 3.5 billones de dólares (Londoño 2005).

En China, el bambú ocupa aproximadamente 50% de la producción de silvicultura nacional. La India produce la mayoría de sus productos de papel de la pulpa del bambú. Colombia tiene una reputación única como el centro de la arquitectura. Para los asiáticos el bambú es conocido como la planta de las mil aplicaciones (Cooper 2005).

Las condiciones de suelo y clima de la mayoría de los países de América tienen vocación para el cultivo de la guadúa. Es de mencionar el caso de México, que posee en la región de Chiapas, la plantación de *Guadua angustifolia*, más grande del continente (700 has en un solo bloque).



1. Los bambúes en el mundo

Debido a su adaptabilidad, los bambúes exhiben una amplia distribución geográfica, aparecen como constituyentes importantes de la flora natural de muchas partes de las regiones tropical, subtropical y templado-medio del mundo, desde el nivel del mar hasta el límite de las nieves. Se encuentran en mayor abundancia en el sur y sureste de Asia, desde la India a través de China, Japón y Korea. La isla de Madagascar es particularmente rica en géneros y especies endémicas, teniendo más clases conocidas en toda el Africa. En Australia se han identificado 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.

En cuanto a la superficie de bambú, la FAO en su informe FRA (2010) señala que es difícil de medir, puesto que es una especie que suele presentarse en pequeñas zonas dentro de bosques o como parcelas aisladas fuera de ellos. Sin embargo, los resultados preliminares basados en la información de 33 de los países en los que abunda el bambú indican que el área total es de unos 31,5 millones de hectáreas, lo cual representa el 0,79% de la superficie total de bosques del mundo.

Es importante aclarar que "los bambúes" significan una categoría paraguas que contiene muchas especies diferentes, incluyendo "la caña guadúa" (*Guadua angustifolia*), "el bambú" (*Bambusa vulgaris*), "el suro" de los bosques montanos (*Chusquea* spp.), entre otras.

2. El bambú en América Latina

América Latina es la región más rica de las Américas en términos de la diversidad y número de especies de bambú leñoso, uno de los Productos Forestales no maderables de mayor uso en el mundo. Veinte géneros y 429 especies de bambúes leñosos se distribuyen desde aproximadamente 27° Norte (Otate acuminata se encuentran en la parte oeste-norte de México) a 47° de latitud sur (*Chusquea culeou* en Chile). Del total de 1,100 especies y 65 géneros de bambúes leñosos conocidos en el mundo (Judziewicz et al. 1999. En Londoño 2001), América Latina tiene 39% de las especies y el 31% de los géneros. Brasil tiene la mayor diversidad de bambú (137 especies), seguido por Colombia (70), Venezuela (60), Ecuador (42), Costa Rica (39), México (37) y Perú (37). (Londoño 2001, Londoño 2005, Londoño 2006).

En América Latina, por lo menos diez países tienen recursos de bambú importantes, aunque no se han hecho todavía evaluaciones precisas. Un total de 11 millones de hectáreas se considera una estimación realista para la región, siendo Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y México los países más ricos en estos recursos. (FAO-FRA, 2005). Es importante resaltar que los bambúes tomados en cuenta en la estimación incluye a todos los bambúes, que crecen desde el nivel del mar hasta los 4,000 msnm, siendo los de zonas tropicales los de mayor uso, de ahí que no todos los bambúes tienen una visibilidad económica.

No existen estadísticas precisas sobre las existencias de bambú en los países de Latino América, salvo algunos casos donde los análisis son específicos para algunas áreas de cada país y no a nivel nacional. Todas las estimaciones de los países se han hecho con base en apreciaciones de personas e instituciones especialistas en el tema.

En general, la explotación de los bambúes nativos en América Latina se limita al uso local de especies que se encuentran cerca. Sólo en Colombia, Ecuador y Brasil el bambú juega un papel más destacado en la economía local. Esto estaría determinado mayormente por el uso que se le da al bambú para la construcción de viviendas sociales y el cada vez más común uso del bambú en la construcción alternativa-ecológica de alto valor. En este sentido, podemos citar algunos ejemplos:

- Colombia tiene los mayores exponentes y los más reconocidos arquitectos de la región y posiblemente del mundo, entre ellos podemos citar a Simón Vélez, quien ha revolucionado la percepción del bambú como un material para la construcción de vivienda para pobres y lo ha convertido en un material exclusivo y de un gusto refinado.
- Ecuador posee una de las industrias más desarrolladas para la construcción masiva de viviendas sociales, la Corporación Hogar de Cristo.
- Brasil ha desarrollado la industria de papel de bambú y la generación eléctrica con el uso de su biomasa.

La mayoría de las especies útiles en América Latina se encuentran en el género *Guadua* y en el género asiático *Bambusa*, a pesar de que los géneros de *Apoclada*, *Aulonemia*, *Chusquea*, *Elytrostachys*, *Otatea* y *Rhipidocladum* también tienen especies que se utilizan de diversas maneras, pero especialmente para usos domésticos en zonas rurales.

El cultivo de bambú en una escala comercial en América Latina se limita a la especie *Guadua angustifolia*, *G. amplexifolia*, y la introducción de algunas especies asiáticas como *Bambusa vulgaris*, *B. tuldoides*, *Phyllostachys aurea* y *Dendrocalamus sps.* (Adaptado de Londoño, 2001).

3. El Bambú en Ecuador

En las cuatro regiones naturales del país se encuentran varias especies de bambú tanto nativas como exóticas, ocupando espacios desde el nivel del mar hasta cerca de los 3.500 msnm. En las altas vertientes de los Andes ecuatorianos son muy frecuentes deslizamientos de terrenos que dejan allí al desnudo un suelo esquelético muy pedregoso sobre el cual se instalan rápidamente numerosos pies de ***Chusquea***; este tipo de bambú crece hasta formar con sus tallos flexibles y acodantes (tallo que tiene la posibilidad de enraizarse a nivel de los nudos y desarrollar allí otro individuo), una vegetación impenetrable. Debido a su comportamiento químico particular (toxicidad de la hojarasca o de las exudaciones de las raíces), los bambúes impiden el desarrollo, a su alrededor, de plantas que podrían reemplazarlos, y la evolución de la cobertura vegetal queda así bloqueada hasta la muerte masiva de los bambúes que sólo ocurrirá después de su floración (Winckell 1997).



En la costa ecuatoriana existe una sola especie nativa de bambú arborescente y esa es la *Guadua angustifolia*. Localmente se distingue entre diferentes variedades, conocidas como caña brava, caña mansa, cebolla, etc. Todas esos bambúes son de la misma especie *G. angustifolia* pero tienen aspectos físicos diferentes por las procedencias de las plantas madres y las diversas condiciones ecológicas (Stern 2001).

En Galápagos existe guadúa e incluso en algunas ocasiones y en el marco de políticas productivas específicas para esta región se ha sugerido el fomento del cultivo del bambú como material alternativo para la construcción, con el argumento que la producción local de madera (incluyendo la caña guadúa que ya se cultiva en Galápagos) podría ser un buen sustituto de los materiales de construcción que se introducen desde el continente (recuérdese las excelentes propiedades mecánicas y estética de la caña guadúa y de la madera). En esta perspectiva se podrá incluso establecer un mecanismo de valoración y certificación de las construcciones con madera de origen local.

En Ecuador se está empezando a dar énfasis en la reforestación y aprovechamiento de los bambúes, especialmente la nativa caña guadúa, *Guadua angustifolia*, y también a especies exóticas (e.g., *Bambusa vulgaris*, *Dendrocalamus asper*), para satisfacer futuras industrias comerciales basadas en ellas.

4. El Bambú en Perú

La *Guadua angustifolia* ("caña Guayaquil") es la especie de bambú más utilizada en el Perú, presentando una considerable cantidad de usos, muchos de los cuales no presentan un mayor grado de procesamiento. Sin embargo en el país se consumen muchos productos de otras especies de bambú que pueden ser elaborados tomando como materia prima cañas de *G. angustifolia*. Las cañas de bambú son utilizadas como secciones de tallo directamente o con diversos grados de transformación; secas y preservadas para construcciones, abiertas para cerramientos y secciones basales y apicales para usos de acompañamiento de la construcción y agricultura. Existen también usos ornamentales y paisajísticos.

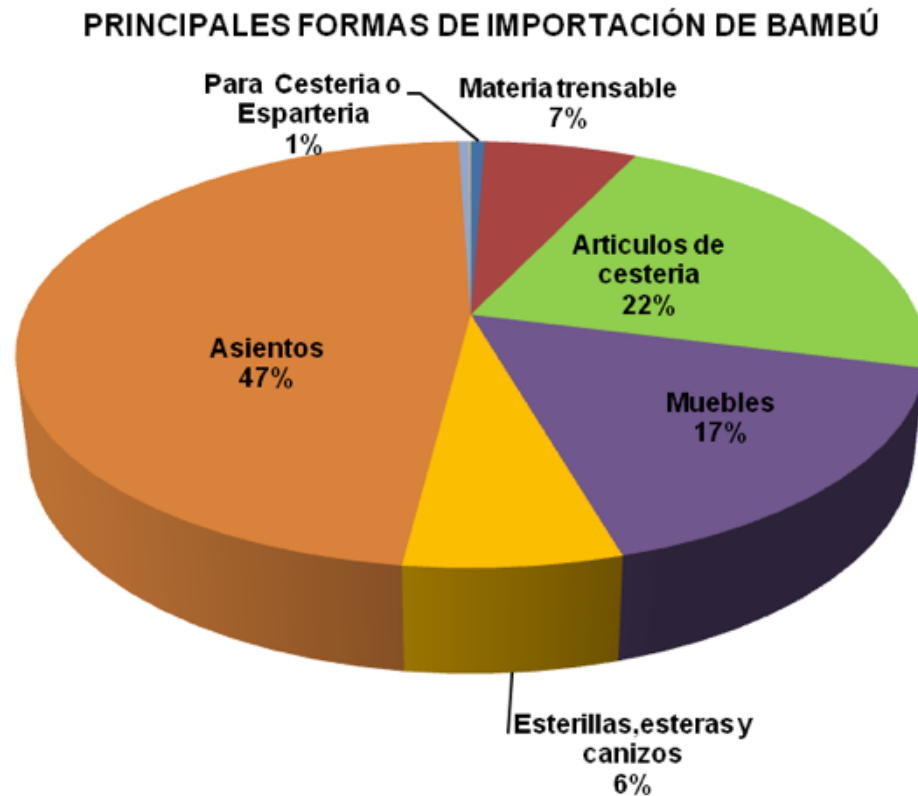
La gran mayoría de las cañas cosechadas en el país terminan siendo utilizadas con fines constructivos mientras que los residuos de cosecha o las cañas de menor diámetro son utilizadas para la elaboración de artesanías y muebles. Las cañas cosechadas son dimensionadas a 6 metros de largo que es la dimensión comercial aceptada. Para fines constructivos es deseable que se utilicen cañas secas y preservadas aunque en la zona solo un pequeño porcentaje de las cañas comercializadas pasan por estos procesos a pesar de existir instalaciones adecuadas para estos fines y productores capacitados para llevar a cabo estos procesos.

En Perú se reporta la especie *Guadua weberbaueri*, la misma que registra el rizoma con el cuello más largo, 8-12 metros de longitud, carácter que contribuye a que sea una de las especies más colonizadoras de claros de selva en la región amazónica.

Los usos del bambú generalmente comprenden productos con escasa transformación de las cañas, existe una clara diferenciación en cuanto a la calidad y acabado de los productos derivados de bambú producidos en el país con los productos importados. La demanda de productos derivados del bambú ha tenido un importante crecimiento y diversificación en los últimos años tal como lo muestra la figura N° 6.



Figura No. 6. Importaciones de productos derivados del bambú en Perú (CICAP s/f)



B. Tipos de bambúes

Los bambúes dentro de la familia Poaceae forman la subfamilia Bambusoideae, y sus miembros se diferencian principalmente por el carácter único de tener células raquimorfas bien desarrolladas, asimétricas e invaginadas en el mesofilo de la lámina foliar, carácter de gran soporte en los recientes análisis moleculares adelantados por el Grupo filogenético de Bambusoideae liderado por la Dra. Lynn Clark de la Universidad del Estado de Iowa.

La subfamilia Bambusoideae, con cerca de 1400 especies descritas en 101-118 géneros, se clasifica en dos grandes grupos reconocidos como tribus: las tribu Bambuseae o de los bambúes leñosos, y la tribu Olyreae o de los bambúes herbáceos (Londoño 2005).

1. Bambúes herbáceos

Los bambúes herbáceos – Olyreae están concentrados en América en donde se distribuyen desde los 29° N hasta los 34° S, desde México hasta el norte de Argentina, Paraguay y sur del Brasil, e inclusive en las Indias Occidentales, con un rango de altitud que va desde el nivel del mar hasta los 1000 metros. De las 110 especies, solamente una (1) es paleotropical, endémica de Nueva Guinea, mientras que el resto son neotropicales y se agrupan en 20 géneros la mayoría endémicos de América: *Agnesia*, *Arberella*, *Cryptochloa*, *Diandrolyra*, *Ekmanochloa*, *Eremitis*, *Froesiochloa*, *Lithachne*, *Maclurolyra*, *Mniochloa*, *Olyra*, *Pariana*, *Parodiolyra*, *Piresia*, *Piresiella*, *Raddia*, *Raddiella*, *Rehia*, *Reitzia* y *Sucrea* (Castaño 2004, Londoño 2005).

Estos bambúes son de porte pequeño a mediano, con culmos no lignificados o herbáceos, forman macollas, son plantas estoloníferas u ocasionalmente escandentes, tienen sistemas simples de ramificación, carecen de hojas caulinares y no desarrollan rizomas grandes y fuertes. Las inflorescencias son monóicas, con espiguillas unifloras terminales o axilares y con floraciones frecuentes pero no cíclicas. Su hábitat preferido es el estrato herbáceo de la selva tropical y su polinización es por insectos. Los datos moleculares indican que los bambúes herbáceos tienen un origen único, pero hasta el momento no se ha podido encontrar un carácter morfológico exclusivo que identifique a esta tribu. Hay reportes del uso de bambúes herbáceos como planta medicinal; además tienen un gran potencial como planta ornamental (Londoño 2005).

2. Bambúes leñosos

Los bambúes leñosos tienen una distribución mucho más amplia que los bambúes herbáceos, tanto geográfica como altitudinalmente. Recientes estudios moleculares establecen 3 grupos mayores dentro de los bambúes leñosos:

1) Bambúes leñosos paleotropicales, de la región tropical y subtropical de África, Madagascar, India, Sri Lanka, Sureste Asiático, sur de China, Sur de Japón y Oceanía. 2) Bambúes leñosos de la zona temperada Norte, con algunas especies en elevaciones altas de África, Madagascar, Sur de India, Sri Lanka y sureste asiático. 3) Bambúes leñosos neotropicales distribuidos desde México hasta Argentina y Chile e Islas del Caribe.

Los bambúes leñosos Americanos incluyen aproximadamente 360 especies en 20 géneros (Castaño 2004), de los cuales solamente un género y 2 especies son bambúes de la zona temperada Norte, específicamente de los Estados Unidos de América, el resto son neotrópicales y se distribuyen latitudinalmente desde los 32° de Latitud Norte (México e Islas Occidentales) hasta los 47° de latitud Sur (Chile), y desde el nivel del mar hasta los 4300 m. (Londoño 2006)

Estos bambúes son de porte mediano a grande, con culmos lignificados, pueden formar o no macollas, son plantas principalmente erectas o trepadoras, tienen sistemas complejos de ramificación, presentan hojas caulinares (hojas modificadas para la protección y soporte de los brotes jóvenes) y desarrollan rizomas grandes y fuertes. Las inflorescencias son dioicas, con espiguillas multifloras terminales o axilares y con floraciones gregarias monocárpicas, con ciclos de floración que van desde pocos años hasta 120 años. Ocupa una gran diversidad de hábitats, aunque prefieren los espacios abiertos y su polinización es por el viento. Su diversidad está asociada con las radiaciones que llegan a los diferentes valles y laderas abruptas de cordilleras, montañas y serranías.

De los países americanos, Brasil presenta la mayor diversidad, con un total de 141 especies de bambúes leñosos; le sigue Colombia con un total de 72 especies; Venezuela con 60; Ecuador con 44; Costa Rica y México con 39 especies leñosas.

Los bambúes leñosos tienen como centro de diversidad la cordillera de los Andes, albergando el 33% de las especies. Se sabe por ejemplo, que estos bambúes presentan un incremento en su diversidad a medida que se asciende en las montañas, observándose una mayor concentración de especies entre los 2000-3000 m sobre el nivel del mar. Por debajo de los 1000 m de altitud, la diversidad disminuye registrándose un mayor incremento en el número de individuos en el rango de especie y un predominio de los géneros *Arthrostyidium*, *Guadua* y *Rhipidocladum*. Por encima de los 3000 m únicamente se encuentran especies de los géneros *Chusquea*, *Neurolepis* y *Aulonemia*.

C. Subtribu GUADUINAE

Incluye cinco (5) géneros, *Apoclada*, *Eremocaulon*, *Guadua*, *Olmecca* y *Oatea*, y 36 especies que se distribuyen desde el noroccidente de México (27 N°) a través de Centro y Sur América hasta la Argentina y Uruguay (35 S°). Esta subtribu reúne los bambúes más grandes de América en términos de su estatura física, con culmos que pueden medir hasta 30 metros de altura y 25 cm de diámetro. El carácter morfológico más marcado es la presencia de rizomas paquimorfo con cuellos cortos o largos; anatómicamente tiene estomas en ambas superficies de las lamina foliar pero es aun más indicativo la gran cantidad de estomas en la superficie abaxial y la presencia de papillas refractivas asociadas con estomas.

D. Género Guadua

Guadua sobresale entre los bambúes leñosos del Nuevo Mundo por su importancia social, económica, y cultural; su uso se remonta a épocas precolombinas. Reúne las especies con mayor potencial de desarrollo industrial en América como es el caso de *Guadua angustifolia* y *G. chacoensis*, enmarcadas siempre dentro de un manejo sostenible con miras a la conservación de los bosques nativos.

Este género reúne aproximadamente 30 especies que se distribuyen desde los 23° de latitud Norte en San Luis de Potosí, México (*G. velutina*) hasta los 35° de latitud Sur en Argentina (*G. trinii*); crece naturalmente en todos los países de América Latina con excepción de Chile y las Islas del Caribe, sin embargo en esta región del Caribe la especie *Guadua angustifolia* ha sido introducida a islas como Puerto Rico, Cuba, Haití y Trinidad. Altitudinalmente, *Guadua* se distribuye desde el nivel del mar hasta los 2000 metros pero es mucho más abundante y diversa en elevaciones por debajo de los 1500 metros sobre el nivel del mar; crece en diversos tipos de hábitats incluyendo la selva húmeda tropical, el bosque montano bajo, las sabanas, los cerrados, los bosques de galería, y los valles interandinos, sin embargo se puede considerar un género amazónico con el 45% de sus especies habitando la cuenca Amazónica y la Orinoquía.

Las especies de este género se pueden distinguir de los demás bambúes principalmente por tener: 1) hoja caulinar en forma triangular con los bordes continuos de la vaina y de la lámina; 2) banda de pelos blancos y cortos arriba y abajo de la línea nodal; 3) presencia de estomas por el has y por el envés; 4) palea de textura firme con las quillas aladas; 5) presencia de 3 estigmas plumosos y 6 estambres.

En *Guadua* el rizoma es paquimorfo, con cuello largo que alcanza a medir hasta 8 m de longitud, con un patrón de ramificación siempre simpodial lo que facilita su aprovechamiento o manejo silvicultural y la hace muy competente como especie pionera de la selva tropical. La mayoría de las especies del género *Guadua* tienen culmos erectos, gruesos, huecos y arqueados apicalmente, con alturas que oscilan entre 7 y 20 m y diámetros entre 5 y 19 cm; sin embargo *Guadua glomerata* y *G. ciliata* tiene culmos escandentes y delgados; *G. tagoara*, *G. weberbaueri*, *G. sarcocarpa* y *G. maclurei* tienen sus culmos rectos basalmente pero las ramas apicales son trepadoras y se apoyan sobre los arboles de las selvas donde habitan ((Tomado de la charla presentada por Ximena Londoño en el III Seminario Latinoamericano desarrollado en Guayaquil, Ecuador en el año 2006).



E. La especie *Guadua angustifolia*

Fue identificada en el año 1806 primero por los botánicos Alexander von Humboldt y Amadeo Bonpland como *Bambusa guadua*, posteriormente en 1822 el botánico alemán Karl S. Kunth identifica el género *Guadua*, haciendo uso del vocablo indígena “guadua”, con el que lo identificaban las comunidades indígenas de Colombia y Ecuador. Kunth rebautiza la especie con el nombre de *Guadua angustifolia*, que significa “hoja angosta”.

No se sabe a ciencia cierta el origen de la palabra **guadúa**, aunque ciertos especialistas creen que podría ser venezolano. Estas versiones emergen de las variantes “Guadúas”, “Guaja” con las cuales se conoce esta planta en este país. Y también se suele emplear el término “**guasdua**” como nos recuerda la ciudad de Guasdalito, en Venezuela.

Entre todos los bambúes americanos sobresale la especie *Guadua angustifolia*, seleccionada como una de las 20 mejores del mundo por sus excelentes propiedades físico-mecánicas, su gran tamaño (20-30 m) y por su comprobada utilización en la industria de la construcción y en la industria de pisos, paneles y aglomerados.

El género *Guadua*, reúne aproximadamente 30 especies, se puede distinguir de los demás participantes por los tallos robustos y espinosos, por las bandas de pelos blancos en la región del nudo y por las hojas caulinares en forma triangular. La especie *Guadua angustifolia* sobresale dentro del género por sus culmos que alcanzan hasta 30 metros de altura y 25 centímetros de diámetro.

La guadúa crece en todos los países de Iberoamérica y en buena parte de los países asiáticos. En Argentina el género *Guadua* se ve representado por *G. chacoensis*, *G. trinitii*, *G. ramossissima* y *G. paraguayensis*. El término tacuara se usa en el Río de la Plata para nombrar cañas de origen asiático, como *Phyllostachys aurea*.

La *Guadua angustifolia* es endémica de América y se considera como nativo de Colombia, Venezuela y Ecuador. También ha sido introducida a México (Fue introducida en México en 1995 procedente de viveros de Colombia) y varios países centroamericanos, Isla del Caribe, Hawai y Asia (Soderstrom *et al*, 1988).

Parodi, en 1963 reporta la espontánea aparición de la especie en Venezuela, Brasil, Paraguay y Argentina. Patiño (en Hidalgo 1974) habla sobre la existencia de informes que datan del siglo XVI en los cuales consta que en aquella época había grandes guaduales entre Panamá y Guayaquil, siendo de mayor extensión y densidad los del Valle del Cauca-Colombia.

Reúne tres variedades que hasta el momento se han registrado: *Guadua angustifolia* var. *angustifolia*, *Guadua angustifolia* var. *bicolor* y *G. angustifolia* var. *nigra*. La *bicolor* presenta el culmo verde con rayas amarillas, mientras *nigra* tiene el culmo verde con leves manchas negras.

La guadúa se encuentra en el bosque muy húmedo subtropical (bmh-ST), bosque húmedo subtropical (bh-ST), bosque seco tropical (bs-T) y bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB). Existe tanto en la región tropical como en la subtropical, pero se encuentra en mayores áreas en los bosques húmedos y muy húmedos concentrándose en las laderas de montaña y en las riveras de los ríos.

La *Guadua angustifolia* se desarrolla muy bien desde el nivel del mar hasta los 1.600 msnm, pero también crece en buenas condiciones hasta los 2.000 msnm. Por encima de esta altura hasta los 2.000 m, los rendimientos son más bajos (Pérez, O. 1979). La guadua tiene un óptimo de temperaturas entre los 20 y los 26 grados centígrados, con elongaciones que pueden estar por debajo de los 11 y los 36 grados centígrados. Requiere precipitaciones entre los 1.300 y 4.000 mm, con buena distribución a lo largo de todos los meses del año y humedad relativa del 80%. La luminosidad para un excelente desarrollo de la guadua debe estar comprendida entre 1.800 y 2.000 horas/luz/año, aproximadamente de 5 a 6 horas/luz/día.

Su uso es tan antiguo que, según el libro 'Nuevas técnicas de construcción en bambú' (1978), en el Ecuador se han encontrado improntas de bambú en construcciones que se estima tienen 9500 años de antigüedad.

Puentes colgantes y atirantados de impresionante precisión de ingeniería, poderosas embarcaciones así como flautas, quenás y marimbas, fueron realizados por los incas con este recurso durante la época de preinca, y después de ella durante la colonia, la especie fue la encargada de proteger a los indios y hasta pequeños pueblos del asedio de los españoles escondiéndolos tras sus espesuras. Colombia y Ecuador son los países de América que registran mayor tradición de uso, de hecho en estas zonas existieron las mayores extensiones de la especie en el continente.

La *Guadua angustifolia*, sobresale dentro del género no solo por sus propiedades físico – mecánicas sino por el tamaño de sus culmos que alcanzan hasta 30 metros de altura y 25 centímetros de diámetro. Ha sido seleccionada como una de las veinte especies de bambúes mejores del mundo ya que su capacidad para absorber energía y admitir una mayor flexión, la convierten en un material ideal para construcciones sismorresistentes.

La guadua es considerada como uno de los bambúes de América más apropiados para la fabricación de papel. Su pulpa puede compararse con las pulpas obtenidas de *Bambusa tulda* de la India y *Arundinaria alpina* en África. Igualmente es utilizada para la construcción de muebles, objetos decorativos, instrumentos y edificaciones en bahareque (Pérez 2006).

Cuadro No.4. Rangos Genealógicos para la clasificación de la Guadúa

Rango	Taxonomía
Reino	Vegetal
División	Espermatofita
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Lilopsidas/Monocotiledónea
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperales/Glumiflorales
Familia	Gramineae o Panceae
Subfamilia	Bambusoidea
Supertribu	Bambusodae
Tribu	Bambuseae
Subtribu	Guaduinae
Género	Guadua
Especie	Angustifolia
Variedad	Bicolor
Forma	Cebolla, Macana, Rayada, etc

Fuente: www.guadua.biz

1. Otros aspectos de la *Guadua angustifolia*

Dado que las actividades relacionadas con la caña guadúa, son más que prácticas, pues abarcan un conjunto de elementos y relaciones que aportan al movimiento de reproducción social-multidimensional y multifuncional, siempre será necesario “mirar” estos aspectos. Seguidamente se presentan cuatro de ellos que pretenden ampliar las visiones sobre la caña guadúa en Ecuador y Perú.

a. Guadua y gradual

Se utiliza el singular para referirse a una caña o simplemente “*guadúa*”, y el plural para referirse a un conjunto de guadúas denominado “*gradual*”, de ahí que un gradual es definido como: un conjunto de guadúas, constituido por individuos o culmos en diferentes estados de madurez que conforman un excelente ecosistema. La mayoría de los graduales carecen de manejo técnico o por el contrario son exageradamente intervenidos (Botero 2002).

b. Historia y cultura unidas por la caña guadúa

El cuchillo que corta el cordón umbilical de los recién nacidos es de guadúa (Cuibas en Colombia), la Quincha típica para la construcción de viviendas (norte del Perú) y el féretro que amortaja al difunto también es de guadúa abierta (Nacionalidad Shuar en Ecuador), constituyen tres ejemplos en momentos diferentes de la vida y muerte de los seres humanos, lo cual da la medida de la trascendencia que tiene la caña guadúa en la cultura de nuestras sociedades.



En Santa Elena (Ecuador), museo real alto, se puede observar una casa de 100 años de antigüedad hecha de “caña guadúa”. Esta casa fue construida con la arquitectura de la Cultura Valdivia, el lugar parece que fue un centro ceremonial de los grupos humanos que habitaron esta área desde 4200 hasta 1500 d.C.

Si observamos la exposición de fotografía juvenil realizada en Manta (Ecuador) en agosto del año 2011, la muestra pictórica del maestro Alfonso Endara, contenía relatos de historias de Manta entre ellas de casas de caña guadúa, lo cual recrea la historia y contribuye a mejorar los argumentos a favor del uso histórico de la caña guadua, destacando así su importancia en la vida de los habitantes de estas regiones del mundo.

c. Los impactos del modelo de la revolución verde en la caña guadúa

El modelo de producción patrocinado por la revolución verde que no pierde vigencia en varias esferas de quienes lideran la política agropecuaria y forestal, afecta en dos direcciones a la guadúa: Negativamente porque bosques de bambú fueron sacrificados para dar paso a actividades agrícolas y ganaderas. De otro lado (positivamente) dada las características que la distinguen a la guadúa como son: su crecimiento rápido, la reproducción permanente partir del mismo rizoma durante decenas de años, la estructura y funcionalidad que forma el rodal lo cual permite albergar a una importante biodiversidad y los impactos benéficos al suelo; la convierten en una especie que ha sido utilizada para la restauración ecológica de espacios que por las políticas de la revolución verde han sido degradados. Y desde esta restauración se ha permitido que se activen varios servicios ecosistémicos como la captura de carbono, protección del suelo, entre otros; también es posible reinsertar este ecosistema en aspectos productivos por los diferentes usos que se le da a la guadúa.

d. La guadúa desde la “óptica” de fragmentación del paisaje....

Varias causas, entre ellas la deforestación, han contribuido a que países como Ecuador y Perú tengan en sus territorios una alta fragmentación de sus paisajes naturales. La fragmentación de los bosques es el resultado de un proceso continuo de intervención humana que ha dejado paisajes formados por múltiples hábitats o usos de la tierra con una gradiente que va desde pasturas sin árboles hasta bosques remanentes, dentro de los cuales se encuentran bosques (manchones) de guadúa, donde resulta interesante observar cómo la caña guadúa con su majestuosa forma de crecer y reproducirse en estas manchas naturales, coadyuva a mantener un paisaje menos fragmentado, más diverso y aportando con sus productos y servicios. Esto requiere un análisis desde la ciencia de la Ecología del Paisaje profundizando en esta dimensión a la caña guadúa, así como para valorar a la guadúa dentro del establecimiento de corredores biológicos por el rol que cumplen en la conectividad de estos paisajes.

e. Las visiones sobre la caña guadúa

Hay al menos cuatro percepciones (creencias, mitos) muy generalizadas que merecen ponerles atención a fin buscar estrategias que permitan que no se sigan expandiendo o profundizando, estas son de índole geográfico, social, productiva y de usos:

1.- EL Bambú es de Asia: se escucha a veces con cierta frecuencia mencionar que el bambú es de Asia, razones pueden haber algunas: 1) culturalmente ha sido muy común sobrevalorar lo externo y subvalorar lo interno, 2) existe bastante información histórica de las primeras fábricas de papel en el mundo y se asocia China con bambú, 3) muchas especies de bambú de Asia fueron introducidas en América, 4) Varias especies de bambú juegan un papel muy importante en la economía de varias naciones, Por ejemplo en China, el bambú ocupa aproximadamente 50% de la producción de silvicultura nacional. 5) China ha invadido al mundo de productos derivados del bambú, los cuales le han generado ingresos por más de 3.5 billones de dólares. Lo que hay que promocionar es la gran cantidad de especies autóctonas en cada país del continente americano y así ubicar al bambú en su real dimensión geográfica.

2.-Bambú es para los pobres. La construcción con caña es una técnica ancestral que es percibida como pobreza, Contrariamente la caña constituye un material que ha contribuido extraordinariamente a superar la pobreza; la construcción de viviendas de tipo social son el mejor ejemplo en áreas rurales, urbanas y periurbanas; la versatilidad de la caña permite que tenga más de 1.000 usos desde muebles “finos” con diseños y acabados que se comercializan a precios elevados, hasta la construcción de toda la infraestructura productiva de un predio o finca (cercos, galpones, corrales, tinglados o protectores de sol y lluvia, entre otros), todo lo cual desvirtúa totalmente los conceptos que el bambú es solo para pobres.

3.- Bambú un recurso inagotable.- probablemente el rápido crecimiento y la gran capacidad de regenerar material vegetativo son atributos de la especie que hacen que muchas personas lo cataloguen como un recurso permanente que no requiere intervención humana, de ahí la razón para que la gran mayoría de los guaduales no sean manejados desde el punto de vista silvicultural y de sanidad del rodal. De otro lado gran parte de nuestra sociedad aún mantiene la cultura de la recolección, todo lo cual genera la percepción de que el bambú es un recurso inagotable.

4.-Bambú y sus uso simplificado únicamente como material para construcción.-

Seguramente el uso histórico y amplio en Perú y Ecuador de la caña para la construcción de viviendas sociales ha creado la percepción que este es el único uso. La caña a más de utilizarse como producto sustituto de la madera, cumple un rol ecológico amplio al proteger el suelo de los deslizamientos y la erosión y aportar con materia orgánica, captura y almacena carbono, es refugio de una importante biodiversidad, actúa en la regulación hidrológica, ideal para restauración de paisajes, entre otros.

Habría que deshacer las percepciones si se desea que la caña guadúa se posea en las sociedades de países como Ecuador y Perú bajo otros conceptos y así poder lograr que forme parte de la agenda política y obtener apoyos financieros para el buen manejo de este recurso.



V. METODOLOGÍA

A diferencia de la primera generación de estudios que se realizaron para evaluar los impactos, la vulnerabilidad y la adaptación al cambio climático que se basaban únicamente en el uso de modelos de sensibilidad y simulación, en este estudio, se ha construido una metodología denominada de “multi-criterios”, por cuanto se utilizan varios criterios con base a las recomendaciones de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, del IPCC y de otros organismos.

A. Preguntas para iniciar el estudio de vulnerabilidad

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, para iniciar un estudio de vulnerabilidad y adaptación, es necesario hacerse preguntas como:

- **¿Qué es preocupante?**
Para el presente análisis la preocupación se centra alrededor de las consecuencias que tendría el cambio de los patrones climáticos en la ecología, en la economía, en la cultura, en las personas, en las instituciones, en la política, en la tecnología y en los cuerpos legales vinculados a la guadúa *Guadua angustifolia* Kunth.
- **¿Quién podría ser afectado?**
Los seres humanos vinculados a la caña guadúa, así como el propio ecosistema.
- **¿Qué tan lejos en el futuro se encuentra esta preocupación?**
La preocupación se basa en los riesgos actuales, lo cual puede proyectar un escenario mejor o peor por el impacto del cambio climático.
- **¿Con qué propósito es utilizado el presente análisis?**
La metodología aquí planteada para hacer un análisis de la vulnerabilidad ante el cambio climático de la guadúa *Guadua angustifolia* Kunth NO busca proveer necesariamente respuestas, PERO sí pretende servir como GUÍA (dar pautas) para la formulación de políticas y/o estrategias de comunicación, educación y capacitación (específicamente para diseñar material didáctico). También busca aportar con información sobre la condición de la Guadúa frente a escenarios de cambio climático, especialmente para quienes tienen interés en realizar inversiones a gran escala.
- **¿Qué tipos de resultados son necesarios?**
Se necesitan resultados tanto cuantitativos como cualitativos, aquellos que son el producto de análisis biométricos como los que se obtienen de las percepciones de las personas incluidas en el proceso de obtener información. Se requieren resultados que muestren tendencias y proyecten escenarios en base a modelos y otras metodologías utilizadas para el efecto que a su vez se convierten en insumos para el análisis de vulnerabilidad y adaptación de la guadúa.
- **¿Cuáles son los recursos disponibles para realizar el estudio?**
INBAR es la institución que provee los recursos económicos para realizar el estudio con base a su presupuesto.
- **¿De cuánto tiempo se dispone?**
En un inicio se determinó concluir el estudio en seis meses, pero debido a varias circunstancias para obtener y analizar la información, el estudio debió prorrogarse a 11 meses.

B. Metodologías para el análisis de vulnerabilidad al cambio climático de la *Guadua angustifolia* Kunth

El análisis de la vulnerabilidad al cambio climático se realizó con base a las definiciones señaladas en el marco conceptual por Bo Lim et al (2005) y las recomendaciones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). Se relacionó la vulnerabilidad con unidades sociales y se describieron los sistemas biofísicos como variables sensibles al riesgo o estrés climático.

Variables.- De acuerdo a lo anterior, la vulnerabilidad fue analizada en función de tres variables: **exposición, sensibilidad y capacidad de adaptación**. A su vez en cada variable se definieron varios atributos.

Atributos.- Con base a información secundaria, visitas de campo, talleres y reuniones con expertos, se analizó cuantitativamente la situación de cada atributo frente al cambio climático. Posteriormente con apoyo de un grupo de profesionales se analizó cuantitativamente cada atributo. Los atributos analizados en total para las tres variables fueron 27. Seguidamente se mencionan los atributos estudiados por cada una de las variables.

1. Exposición

En esta variable se analizan 12 atributos, cinco de los cuales están orientados a examinar lo que está en riesgo por el cambio climático, los otros siete atributos permiten estudiar los cambios que el sistema "*caña guadúa*" tendrá que enfrentar.

Seguidamente se mencionan los atributos:

Lo que está en riesgo:

- La población que depende de la caña guadúa: población afectada y sus usos
- Ecología (suelo, biodiversidad, plagas y enfermedades)
- Propiedad y superficie
- Infraestructura para el manejo, aprovechamiento y transformación de la caña guadúa
- La edad de la plantación o mancha natural

Los cambios a enfrentar:

- Nivel del mar
- Temperatura
- Precipitación
- Deslizamientos
- Vientos
- Incendios
- Eventos extremos

2. Sensibilidad

Con esta variable se estudia los efectos biofísicos del cambio climático, tiene en cuenta el contexto socioeconómico. Los atributos analizados fueron los siguientes:

- Percepciones Vs evidencias científicas sobre la relación caña guadúa-servicios ecosistémicos, caso agual Industria de la caña guadúa
- Asentamientos humanos
- Demanda de energía
- Bosques y su relación con el bambú
- Servicios financieros

3. Capacidad adaptativa

Es una variable que permite analizar cómo la capacidad de un sistema puede ajustarse al cambio climático, a la variabilidad del clima y a los episodios extremos. Los atributos objeto de análisis fueron los siguientes:

- Historia
- Social
- Cultura
- Economía
- Tecnología
- Legal
- Político
- Institucional
- Información

4. Índice de vulnerabilidad

Para calcular el índice de vulnerabilidad en cada atributo se adaptó la metodología utilizada para el cálculo de los índices de servicios ambientales que se utiliza en el Programa de Conservación de los EE.UU (US Conservation Reserve Program), y otras como la utilizada en Nicaragua para los mismos objetivos (Pagiola 2007).

En estos índices de servicios ambientales se distinguen diferentes usos de la tierra. En el índice de conservación de la biodiversidad los usos de la tierra más pobres en biodiversidad (pastos degradados y cultivos anuales), fueron fijados en 0,0 y el uso de la tierra más rica en biodiversidad (bosque primario), fue fijado en 1,0. Para el cálculo del índice de vulnerabilidad de los atributos definidos para la caña guadua se utiliza la misma escala de valores, definiendo lo siguientes rangos:

- Vulnerabilidad alta: 0.0-0.45
- Vulnerabilidad media: 0.45-0.75
- Vulnerabilidad baja: 0.75-1.0

C. Ruta metodológica: recolección y análisis de la información

La metodología utilizada en esta parte bien puede denominarse como “**metodología multifuente**” por tener diferentes fuentes de ingreso de información. Está compuesta por ocho procesos metodológicos y cronológicos que se indican seguidamente.

- Información secundaria (libros, informes, artículos e internet)
- Encuesta electrónica
- Taller con expertos de guadúa de Ecuador y Perú
- Talleres en Ecuador y Perú con los socios del INBAR
- Percepciones de actores claves
- Visitas de campo en los dos países: ecosistemas y personas involucradas en la cadena de valor de la caña guadúa
- Visitas a centros de transformación, comercialización y usos de la caña guadúa en los dos países
- Consultas con expertos



VI. RESULTADOS

A. Exposición

Se refiere a lo que está en riesgo por el cambio climático y a los cambios que un sistema tendrá que enfrentar.

1. Lo que está en riesgo.- los atributos analizados fueron los siguientes:

- La población que depende de la caña guadúa: población afectada y sus usos
- Ecología (suelo, biodiversidad, plagas y enfermedades)
- Propiedad y superficie
- Infraestructura para el manejo, aprovechamiento y transformación de la caña guadua
- La edad de la plantación o mancha natural

a. La población que depende de la caña guadua

La población afectada

Se estima que a nivel mundial más de 1000 millones de personas viven en casas de bambú o que utilizan este material como principal elemento para la estructura, el revestimiento exterior o la techumbre.

La “caña guadúa” es utilizada tanto en el área urbana, periurbana como rural. Las viviendas de sectores peri urbano de pequeñas y grandes ciudades de la costa del Ecuador, son integralmente realizadas con madera y guadúa, un ejemplo constituye la actividad que promueve Hogar de Cristo en Guayaquil que ha construido alrededor de 180.000 viviendas (42 casas por día). También varios espacios turísticos utilizan la caña guadúa como el principal elemento para construir la infraestructura, es el caso de Máncora en Perú, donde una importante población turística visita este lugar cada año. En Ecuador, de acuerdo al censo de Población y Vivienda del año 2010, el número de viviendas que utilizan la caña como material predominante en las paredes es de 331.578, equivalente al 9% del total de viviendas del país (<http://www.inec.gob.ec>), cantidad importante de familias que dependen de la caña para su bienestar. En Perú el censo de Población y Vivienda del año 2007, registra que 185.604 viviendas utilizan la quincha como material principal en las paredes exteriores, equivalente al 2,9% del total de viviendas del país (<http://censos.inei.gob.pe>). No menos de 30 millones de personas del continente utilizan bambúes en su vida diaria, ya sea de forma tradicional o en usos modernos, desde una valiosa artesanía hasta la compleja construcción de la estructura de una cubierta de gran luz.

Las construcciones campesinas en Ecuador y menos en Perú, han utilizado la guadúa como herramienta para desarrollar una arquitectura vernácula de alto valor, donde el saber tradicional se conjuga con la praxis de siglos, y en donde el confort, la durabilidad, la sismo resistencia, la economía y otros atributos, siempre han estado presentes (Morán 2003).

Usos

Analizar los usos de los bambúes en general y de la caña guadúa en particular resulta complejo, tanto por la cantidad de usos que históricamente se le ha dado a esta gramínea como por la diversidad de los mismos. Los bambúes tienen registros de más de 1500 usos documentados, incluyendo, casa, alimento, papel, pisos, adornos, muebles, cestas, sillas, mesas, lámparas puentes, instrumentos musicales, abanicos, utensilios, juguetes, sistemas de irrigación y apoyos agrícolas, todos hechos con bambúes de diferentes especies (Rodríguez 2005).

Para Morán (2011) cada especie de bambú tiene uno o más usos específicos; en la mayoría de los bambúes, cada parte de la planta puede ser utilizada y cada una de aquellas puede tener determinados usos, de acuerdo a las características de su especie; el número de usos del bambú, es ilimitado. Cada continente, país, región y grupo humano ha desarrollado sus propios usos. Mientras que hay países -como China- que transforma y usa sus bambúes, en su mayoría, como resultado de procesos industriales, hay otras regiones, donde su uso se realiza de manera tradicional y vernácula.

A la *Guadua angustifolia* se la considera como una de las especies más importante para la construcción por diversidad de motivos, especialmente por sus propiedades físico mecánicas. Ecuador mantiene de manera excepcional una "cultura de la guadúa" y su uso en la industria de la construcción es permanente, sobre todo en la región litoral o costa.

Las propiedades estructurales de este material con un conocimiento racional y en muchas ocasiones profundo, nos permite aplicar lo mejor de sus propiedades para construir estructuras resistentes al viento y al sismo permitiendo en ambos casos una rápida disipación de la energía para evitar el colapso. Es necesario destacar que el bambú soporta holgadamente esfuerzos de compresión, tracción y flexión con el fin de hacer más eficiente el uso y aplicación de la estructura a largo plazo.

Desde las viviendas vernáculas, hasta las viviendas de alto valor. Desde las viviendas marginales urbanas hasta las de interés social y las de emergencia como las de Hogar de Cristo o con tecnologías mejoradas, se construyen con *guadua angustifolia*. En la industria de la construcción convencional y como auxiliar a la misma, se utiliza *guadúa* como soporte de encofrados o también llamados cimbras, destinados a soportar losas y vigas de concreto armado. Como cerramiento del área de construcción, casetas de guardianía y bodegas de materiales, hasta los andamios de albañilería y de pintura, se realizan con *guadúa* abierta o rolliza (entera).

Las edificaciones para equipamientos agroindustriales y para recreación urbana, desde hace pocos años intensifican su aplicación en Ecuador. Los equipamientos de infraestructura social como escuelas, guarderías, centros médicos, también son de *guadúa* revestida en sistemas constructivos variantes del tradicional "bahareque" o de la "quincha", sistema constructivo tradicional de origen peruano. En Lima la caña tiene un importante uso como material decorativo más que estructural.

Las edificaciones de Simón Vélez en Colombia, tienen ya un lugar en la Arquitectura del mundo y con la edificación del Pabellón Zeri en la feria de Hannover 2000, la *guadua* alcanzó su punto culminante como material de construcción al que se denomina en Alemania como "Acero Vegetal".

La protección y estabilización de taludes y deslizamientos mediante la construcción de trinchos de *guadúa*, permite la recuperación de suelos y controlar la erosión (Morán 2003). La industrialización de la *guadúa* para producción de laminados -ya iniciada en Ecuador-, permite definir otros componentes de la edificación, especialmente los referidos a acabados para sobre pisos, recubrimiento de paredes, construcción de tabiques, muebles, etc.

Las obras de ecoturismo, son pioneras en la reivindicación del bambú. El diseño y la construcción de equipamientos con fines de turismo, ya sea en playas, áreas rurales o selvas, demandan el uso de los materiales del medio. En Piura y Tumbes se está utilizando mucho en infraestructura turística.

En Chiclayo-Perú se mezclan las hojas de la caña *guadúa* con el adobe que se utilizará en la construcción de viviendas.

En Máncora los residentes combinan sistemas constructivos convencionales como ladrillo, concreto y fierro con Caña de Guayaquil, utilizada como parte de algunas estructuras ligeras, vigas simples, revestimientos y cercos además de la quincha típica del norte del Perú

Se han encontrado algunos casos de innovación en los amarres de bambú en algunos hospedajes destinados por lo general a turistas extranjeros. En un caso emplean uniones de madera hechas a la medida para unir vigas collarín de la terraza cuya luz excede de los 3 m. (Nolte 2011).

b. Ecología

El suelo

Desde el punto de vista del espacio que ocupa la caña guadúa o que ocuparía en caso de proyectos de plantación, el suelo puede estar siendo materia de preocupación dependiendo de las políticas de uso del mismo, por cuanto puede competir por uso de acuerdo al costo de oportunidad con otros cultivos o usos de mayor rentabilidad, p.e. palma africana, pastos, cacao.

Es importante conocer la historia de uso del suelo que antecede a la plantación de la caña guadúa, porque de ello depende evitar presencia de plagas y/o enfermedades, manejar las deficiencias nutricionales en caso que haya agotamiento (como ocurre frecuentemente). Por ejemplo el suelo donde se estableció la plantación realizada por la empresa H DINEAGROS S.A, anteriormente estuvo cultivada de banano en una parte, en otra pasto y un lote donde hubo bosque natural secundario.

Las características y condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos son influyentes para lograr la adaptación de una especie de bambú y también para conseguir el desarrollo y producción óptima, por ejemplo *Bambusa vulgaris* se adapta a suelos algo secos y alcalinos. Los suelos ideales para el desarrollo de *Guadua angustifolia* son aquellos ricos en materia orgánica, bien drenados, de textura franco-arenosa, areno-limosa, arcillosa y franco-limosa. A pesar de preferir las orillas de los ríos y quebradas, se encuentra en optimas condiciones en sitios pendientes y alejados de fuentes de agua (Botero s/f).

Los aprovechamientos permanentes de los guaduales y la capacidad nutritiva del suelo

Es evidente que las cortas de aprovechamiento, que implican la extracción en el sistema de grandes cantidades de elementos nutritivos, agotan el suelo, pero lo que algunas veces se ha pasado por alto es que tales extracciones, permanentes y periódicas, pueden reducir la capacidad del suelo para suministrar elementos nutritivos y, por tanto, hacer disminuir su depósito de elementos nutritivos asimilables a un nivel inferior al necesario para garantizar una nutrición adecuada de la caña guadúa (Chijioke 1984). Este tema es importante conocerlo para hacer los correctivos por medio de la fertilización y abonadura a fin de que la calidad de los guaduales no disminuya.

En el Perú algunos comerciantes intermediarios se han dado cuenta de esta situación, de ahí que fertilizan con úrea los guaduales, la misma que se coloca al voleo. Otra manera indirecta que la caña guadúa absorbe fertilizantes, ocurre en el valle del Río Piura donde los agricultores cultivan arroz y el fertilizante suministrado a este cultivo es también aprovechado por la guadúa que se encuentra en los bordes de los arrozales. Lo importante de esta fertilización sería conocer cuáles son los elementos deficitarios para aplicar las fertilizaciones adecuadas.

Biodiversidad

La biodiversidad---conocida también como diversidad biológica---reúne a los genes, las especies y los ecosistemas de una región, que se expresan en la gama de formas de vida. Tomando como base este concepto a continuación se describen los tres componentes básicos relacionados con la caña guadúa.

Ecosistema

Una de las características extraordinarias del área de estudio (costa de Ecuador y Perú), es la posibilidad de mostrar en espacios reducidos una variabilidad de ecosistemas, así se tiene la presencia de Zonas de alto endemismo y alta biodiversidad como es la región Tumbesina.

La caña guadúa se la encuentra formando manchas naturales, este ecosistema se puede considerar a simple vista como "monoespecífico". Algunos agricultores la consideran a la caña como invasora por el tipo de "mata" que forma dada su rápida reproducción y manifiestan que dentro de estos "rodales o manchas, la caña no consiente otras especies"

No obstante de lo antes mencionado, en algunos sitios se encuentra la caña asociada con varias especies de flora y fauna dependiendo de las condiciones ecológicas del lugar donde se encuentre.

Un guadual o mancha es un conjunto de guadúas, constituido por individuos o culmos en diferentes estados de madurez que conforman un excelente ecosistema. Tanto en Ecuador como en Perú se observó que la mayoría de los guaduales carecen de manejo técnico o por el contrario son exageradamente intervenidos.

Agroecosistemas

La caña guadúa también se la encuentra formando parte de varios sistemas agroforestales (incluye los silvopastoriles), tanto con cultivos de ciclo corto como perennes. Las otras dos modalidades de agroecosistemas constituyen las plantaciones "puras" o monocultivos de caña guadúa y aquellos ejemplares de caña dispersos en los paisajes agropecuarios.

Especies

A la especie *Guadua angustifolia* Kunth se le considera una de las especies más dinámicas y especializadas de la Zona Andina, en cuanto a su sostenibilidad. Su oferta ambiental y su relación con otros seres vivos que conviven con ella (Castro y Calva 2005).

Los guaduales constituyen comunidades vegetales evolucionadas que se caracterizan por tener una composición florística variada donde la guadúa es la especie dominante y permite la interrelación de flora microflora, entomofauna, avifauna y fauna.

Se han registrado más de 120 especies de plantas asociadas al guadual, más de 48 especies de aves, 20 de mamíferos y 7 de reptiles (Londoño 2008).

Flora en los Guaduales: Los guaduales definidos como comunidades, poseen una vegetación muy variada y numerosa originaria de una flora heterogénea pre-andina, que determina una tristratofitia (estrato herbáceo, arbustivo y superior o dominante por la guadúa). La flora identificada siguiendo un orden descendente de acuerdo al número de especies encontradas, es: Helechos, Araceae, Enredaderas, Platanillos, Piperaceae, Vitaceae, Malpighiaceae, Palmae, Melastomataceae, Urticaceae, Graminae, Strilizoideae, Labiatae, Compositae, Cucurbitaceae, Leguminosae, Commelinaceae, Passifloraceae, Guttiferae, Sellaginellaceae, Bromeliaceae. Hongos, Musgos y Líquenes (Jaramillo 1982).

En el Estrato Herbáceo adaptado a las deficiencias de luz, las plantas más abundantes son los Helechos y las Aráceas que forman conjuntos densos dentro del guadual. El Estrato Arbustivo que lo conforman árboles y arbustos de tallos erectos, de porte intermedio y con mediana exigencia de luz. Predominan allí las especies de las familias Palmae, Lauraceas y Musaceas (Heliconias o Platanillas). Las especies que alcanzan mayores alturas se ubican en el Estrato Arbóreo como el Caucho, Yarumo, Nogal cafetero, Arboloco y Caracolí (Castro y Calva 2004).

Fauna de los Guadales: Una investigación de reconocimiento de Entomofauna en guaduales naturales y plantados del Centro Nacional para el Estudio del Bambú-Guadúa de la Cooperación Regional Quindío (Colombia) permitió constatar la presencia de 4 órdenes de insectos, 6 subórdenes, 15 súper familias y 32 familias.

Muchos mamíferos conviven en los guaduales y su flora asociada, entre ellos se destaca los monos aulladores, guatines, ardillas, armadillos, guaguas, conejos silvestres, zarigüeya y murciélagos. En Manabí se reporta el loro verde, palomas, chupa flor, ardillas, iguana verde y armadillo. La ardilla incluso ataca a los brotes tiernos de la caña, pero no afecta en su crecimiento y desarrollo.

En la cuenca del Río Piura se encuentra en las manchas de caña: serpientes, tarántulas y alacranes.

Por la facilidad para hacer sus nidos, muchas aves viven en los bosques de guadúa, como los pájaros carpinteros real y payaso, azulejos, loros, pericos búhos, barranquillos y mirlas. El pájaro carpintero es un visitante asiduo a las manchas de guadúa, en Perú se manifiesta que esta ave busca larvas que se encuentran en la caña.

Varias especies de Reptiles y Anfibios tienen su hábitat en los guaduales por sus indudables condiciones de humedad.

Para determinar la contribución del bambú a la riqueza total de aves, Kratter inspeccionó aves que viven en extensos matorrales del bambú gigante *Guadua webeboureri* a lo largo del río Tambopata en Perú, afluente del Amazonas. Él encontró que 25 de 440 especies aproximadamente de aves que viven en el área estaban confinadas en matorrales de bambú. Así su estudio demostró que las aves que dependen del bambú comprendían una significativa parte (6%).

Los cerdos en Perú (sitio Espinar-Chiclayo) consumen brotes de guadúa.

Especies de bambúes en Ecuador

Una de las grandes limitaciones que tiene el sector del bambú, es no contar con un inventario confiable de las variedades existentes en el País. De acuerdo al estudio realizado por el Sr. Trevor Dagillis citado por (CORPEI 2003) las variedades que se encuentran en las plantaciones son las siguientes que se reportan en el cuadro No. 5.

Cuadro No.5. Plantaciones de bambú por especie

Plantaciones de Bambú por especies		
Especies	Has	%
Guadúa Nativa: Brava	1,148.90	26.9
Guadúa Nativa: Mansa	-	0.0
Guadúa Colombiana	2,095.10	49.1
Tulda	99,80	2.3
Pervari - Palanca	10.00	0.2
Phyllostachys	5.00	0.1
Dendrocalamus asper "gigante"	508.00	11.9
Bambusa Vulgaris "stripe" "amarilla"	402.30	9.4
Otras (Bambusa Vulgaris) - Verde	1.00	0.0
Total	4,270.10	100.0

Fuente: Bamboo Value-Added Export Development, Trevor Dagillis

Biodiversidad asociada con cultivos, pastos y áreas protegidas

Camino al Municipio La Florida (que es zona baja de la cuenca del río Zaña) el principal cultivo es el arroz y en medio o al canto (filo) se encuentran manchas de guadúa en excelente estado, la razón es que la guadúa aprovecha los fertilizantes y el agua que se suministran al cultivo del arroz. En Manabí, Ecuador se utiliza cujes como tutor de plantaciones de limón sutil que se exporta a Brasil. En la reserva Cosket (área protegida) del Perú, se aprecia guadúa en las zonas de amortiguamiento.

Diversidad genética

La diversidad genética se entiende como la variación de los genes dentro de los organismos. Para el caso de la *Guadua angustifolia*, esta variación existe tanto a pequeña escala (entre individuos de la misma especie), como a mayores escalas, por ejemplo entre organismos de distintas poblaciones de la misma especie, o también podría darse entre especies cercanas o lejanamente relacionadas.

Desde la óptica genética es importante tener presente que la caña guadúa crece naturalmente en manchas, las cuales son una agrupación de culmos de una sola planta. La mancha es una entidad clonal; **todos los culmos son genéticamente idénticos**. A veces se conocen a éstas manchas con el término de "rodales". El concepto de mancha es importante en el manejo del bosque o plantación, pues se puede aprovechar de un número de culmos de la mancha sin perjudicar a la planta entera.

Guadua angustifolia se encuentra en estado natural en Colombia, Ecuador y Venezuela, sin embargo ha sido introducida a varios países de Centro América y del Caribe, e inclusive en Asia, Norte América y Europa; reúne tres variedades que hasta el momento se han registrado solo

en Colombia: Esta especie reúne tres variedades: *Guadua angustifolia* var. *angustifolia*, *Guadua angustifolia* var. *bicolor* Londoño y la *Guadua angustifolia* var. *nigra* Londoño. Las guadúas conocidas como “cebolla”, “macana”, “cotuda” o “castilla” son ecotipos o formas que responden a condiciones climáticas y edáficas específicas. Los estudios moleculares hasta el momento han indicado que la diversidad genética en el interior de esta especie no es significativa y que las variaciones observadas parecen estar influenciadas por el eco-hábitat, sin embargo, se reveló una alta diversidad molecular al interior del género.

Dada la limitada información y estudios sobre la genética de la Guadúa en algunas comunidades existen confusiones. Para citar un ejemplo extremo, tanto en Ecuador como en Perú se pudo constatar que se confunde caña guadúa *Guadua angustifolia* Kunth con carrizo del género *Chusquea*.

La *Guadua angustifolia* presenta una alta diversidad genética según estudios realizados en Colombia con muestras de Ecuador y del propio Colombia, esto indica que la población tiene una alta posibilidad de tolerar cambios climáticos por su gran número de genotipos y cuenta con una base genética amplia que podrían dar inicio a programas de mejoramiento (Muñoz en http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev61/rna61_p45.pdf).

La floración de la caña guadúa

Los bambúes leñosos crecen vegetativamente durante la mayoría de su vida y después de un periodo de muchos años, producen flores para empezar un evento de reproducción sexual y transferencia de material genético. La literatura menciona diferentes edades de la floración, desde los 30 años, otros 40, 60 e incluso 120 años, para luego extinguirse y dejar un sinnúmero de semillas, que al germinar producirán nuevas matas

No hay mucha información sobre el periodo de crecimiento antes de floración de la *Guadua angustifolia* en Ecuador, pero probablemente es alrededor de 30 años. La flor de la caña guadúa es pequeña y se presenta en una espiguilla de múltiples flores, parecida a la espiga del trigo. El fruto o semilla es similar a un grano de arroz. El modo de polinización de las flores y la dispersión de las semillas es debida a la acción del viento (Stern 2002).

Fenotipos ...para llegar a los genotipos

Los aspectos de los diferentes **fenotipos** de cañas pueden en determinados momentos acercarnos a plantear hipótesis sobre aspectos genéticos, en la cuenca del Rio Piura los agricultores diferencian dos “biotipos” de caña conocidos como cebolla o cebollin por sus características particulares, uno que presenta tallos más gruesos y no tienen espinas que lo utilizan para el comercio, y el otro que posee espinas y es más resistente e incluso de color más amarillo lo utilizan para la construcción de sus viviendas

En los Municipios de la provincia de Manabí, Ecuador, predomina la caña brava, excepto en los Municipios de Olmedo y Santa Ana, donde se encuentra caña mansa.

Sutiles pero importantes diferencias en la estructura anatómica de la caña guadúa

En un recorrido de campo en Manabí, Ecuador, el experto en “caña guadúa” Milton Cedeño mostró cómo las hojas de una planta de caña guadúa procedente de Colombia y ubicada en una plantación, eran anchas, mientras que las hojas de una planta en un rodal natural se mostraban más pequeñas....se arrugan rápido (se deshidratan en pocos minutos).

Estás y otras diferencias morfológicas entre los diferentes tipos de guadúas en Ecuador, podrán descifrarse mediante investigaciones, por ello está por empezar un estudio con un estudiante de pregrado de la Escuela Politécnica del Ejército (ESPE) en Ecuador.

El impacto del cambio climático a la biodiversidad

Se debe reconocer que tanto Ecuador como Perú albergan una biodiversidad importante reconocida mundialmente; una particularidad que se tiene es que a diferencia de los países localizados en las Zonas Templadas en donde el número de individuos es mayor por especies, en nuestro caso la característica es disponer de muchas especies y pocos individuos representativos de esas especies, lo cual establece una alta vulnerabilidad por cuanto se requiere de una variedad muy grande de ecosistemas y nichos ecológicos, que pueden ser alterados con relativa facilidad por ser altamente lesionales.

Por ejemplo, científicos han evidenciado que un anfibio característico de las zonas alto andinas conocido como "jambato" no está resistiendo los flujos del aumento de la temperatura; estudios recientes y de valoración ecológica en estas zonas no han logrado evidenciar la presencia de individuos de esta especie en estado silvestre.

Información disponible sobre morfología, anatomía, taxonomía, genética, ecología y distribución geográfica de la guadúa.

Hoy en día con la disponibilidad de metodologías y tecnologías avanzadas y dado el creciente interés en los bambúes y la caña guadúa en particular, las investigaciones sobre aspectos taxonómicos continúan, por ejemplo en el año 2008 Ximena Londoño (2008 a) daba cuenta de dos nuevas especies *Guadua incana* en el suroriente de Colombia y *Guadua chaparensis* en la Amazonía boliviana.

No obstante de lo antes mencionado, la información que se tiene sobre las características morfológicas, anatómicas, taxonómicas, genéticas, ecológicas y de distribución geográfica, continúa siendo escasa. Por ejemplo hay un enorme potencial para trabajar en el descubrimiento de nuevas especies del género *Guadua*, especialmente en áreas geográficas de transición ecológica como es entre la Región Costa y los Andes donde patrones climáticos varían en cortas distancias.

Plagas y enfermedades

La caña guadúa como todo vegetal está expuesta al ataque de plagas y/o enfermedades en cualquier estadio de su ciclo productivo y en sus diferentes usos. Los cambios climáticos y específicamente los incrementos de temperatura y humedad pueden provocar cambios en los comportamientos de diferentes especies de plagas y enfermedades en la caña guadúa.

A nivel de manchas naturales o plantación

Desde la fase de vivero en el caso que se esté trabajando en proyectos de plantación con caña, se deben tener en cuenta la presencia de plagas y enfermedades, de manera especial se debe tener cuidado al gran grupo de hongos que causan efectos negativos conocidos como "damping off".

A nivel de plantaciones, se detectó una plaga en la plantación de guadúa ubicada en la parroquia Tenguel de propiedad de la empresa HDINEAGROS S.A. El Dr. Jovanny Onore de la Universidad Católica del Ecuador identificó el insecto como *Tiquadra chinensis*.

Es una mariposa que mide 1 cm de largo, de color blanco, atigrada, que deposita sus huevos en los entrenudos, y con condiciones ambientales favorables, empieza la metamorfosis. El daño principal lo realiza la oruga (gusano), que ocasiona una muerte descendente, a medida que se va consumiendo interiormente el renuevo

¿Cómo actúa la plaga en la caña y cómo se controló?

La fase de oruga dura entre 13 a 16 días y es en este estadio que produce el mayor daño a la caña, alcanza un tamaño de hasta 3,5 cm, y es de color café. Se realizaron controles manuales y químicos. En el manual se realizó el corte y quema de tallos dañados por la plaga, eliminación de larvas y pupas en el interior de la caña. El control químico consistió en la aplicación de insecticidas para romper su ciclo biológico.

A nivel de usos

Una vez que la caña guadúa ha sido extraída de su mancha natural, está expuesta a la infestación por insectos, hongos, bacterias y otros agentes bióticos, lo que demanda ineludible aplicación de métodos de preservación y secado, para prolongar la vida útil del material.

¿Cómo evitar la presencia de insectos?

Las condicionantes que otorgan al bambú, mayor durabilidad y resistencia al ataque de insectos, es la época del corte del bambú, acción conocida como "corte" o "tumbada".

Es preferible aprovechar la caña guadúa en épocas secas, por dos razones básicas: i) Los tejidos y más componentes del parénquima, en épocas de lluvia, son más blandos y por tanto aumentan sus posibilidades de infestación; ii) en épocas de lluvias la humedad existente en el bambú, es mayor y por tanto, es susceptible a la proliferación de hongos.

c. La propiedad y superficie de la tierra donde se encuentra la caña guadúa

En términos generales la propiedad de la tierra donde existe la caña guadúa se agrupa en tres grandes categorías:

- Propiedad estatal. Aquella guadúa que se encuentra en tierras donde el estado es el dueño como por ejemplo en los ecosistemas de las áreas protegidas,
- Las propiedades particulares en tierras comunales, de empresas o individuales con título de propiedad,
- En tierras que no tienen legalizada su tenencia.

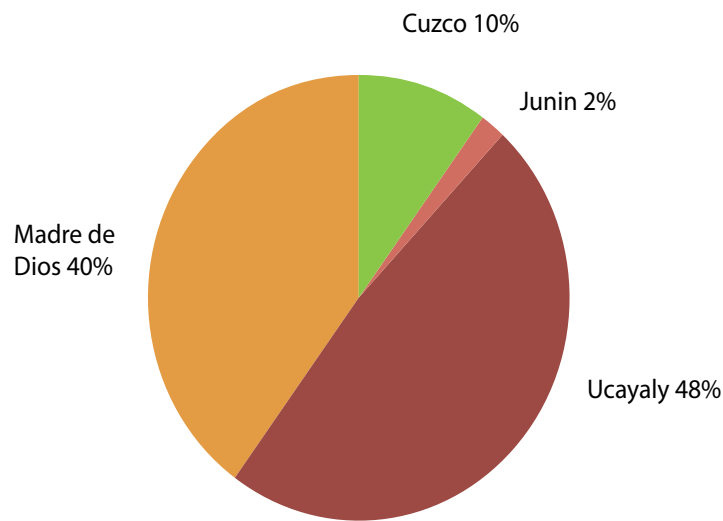
En cuanto a la superficie de bambúes y caña guadúa particularmente, no existe información certera, desde las cifras mundiales hasta las de los países como Ecuador y Perú, no son consistentes. La FAO en su informe FRA(2010) señala que es difícil de medir, puesto que es una especie que suele presentarse en pequeñas zonas dentro del bosques o como parcelas aisladas fuera de ellos. Sin embargo, los resultados preliminares basados en la información de 33 de los países en los que abunda el bambú indican que el área total es de unos 31,5 millones de hectáreas, lo cual representa el 0,79% de la superficie total de bosques del mundo.

En Ecuador como Perú no existen datos confirmados sobre la superficie de bambúes que poseen. Por ejemplo, en Ecuador CORPEI (2003) señala que el país cuenta con aproximadamente 10.000 has de bambú, de las cuales, se estiman que solo 5.000 has provienen de plantaciones, sembradas mayoritariamente con las especies *Guadua Angustifolia* y *Dendrocalamus Asper*.

En Perú el bambú se caracteriza por estar en grandes concentraciones naturales especialmente en la Amazonía, que se estima en alrededor de 400.000 hectáreas, lo inaccesible de sus zonas, las distancias y lo complicado de atravesar los Andes para proveer de esta materia prima a las zonas costeras, ha permitido que ciudades como Lima y Trujillo se abastezcan de la Caña Guadúa proveniente del Ecuador.

Figura No.7. Distribución del bambú en Perú (CORPEI 2003)

Distribución del bambú en Perú por zonas



En Ecuador y Perú, el área destinada a la caña guadúa varía de acuerdo al nivel de tenencia de tierras, aunque predominan las pequeñas superficies que forman parte de un predio o finca. Por ejemplo en el Municipio la Florida (Chiclayo-Perú) donde en total se estima que existen 800 ha de caña guadúa (o Guayaquil como la denominan en esta parte del Perú), cada campesino posee entre 4 y 5 ha de terreno, del cual 1-1.5 ha son de guadúa, encontrándose únicamente dos personas que poseen 12 ha cada una.

Actores principales

Tradicionalmente en el Ecuador a la caña Guadúa se la ha explotado de manchas naturales, pues no han existido cultivos, sino hasta hace pocos años. De acuerdo al Diagnóstico realizado por el SNV¹ no se han identificado pequeños ni grandes productores exclusivamente dedicados a la producción de guadúa. En el caso de los pequeños productores, han incorporado esta actividad para diversificar su sistema de producción agropecuaria y para los grandes productores este esfuerzo representa una actividad de diversificación, que les permitirá en el mediano y largo plazo integrarse hacia adelante dentro de la cadena y llegar a los mercados internacionales con productos de alto valor agregado.

El mismo estudio señala que en el Ecuador, existen 3 tipos de actores en el proceso de producción del bambú. Se denomina extractores a aquellos que aprovechan las machas naturales y cultivadores a aquellos que tienen sus propias plantaciones.

Extractores sin criterio técnico

En este grupo se encuentran pequeños, medianos y grandes productores que se benefician de la guadúa que proviene de manchas silvestres. Generalmente realizan el corte sin considerar la edad ni estado de madurez de la guadúa, el material en la mayoría de los casos es extraído sin criterio técnico En este caso encontramos a los productores de la Costa y de la Amazonía Norte y Sur.

¹ Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo

Extractores con criterio técnico

En este caso se encuentran pequeños, medianos y grandes productores que han accedido a capacitación y asistencia técnica por parte de ONGs, instituciones o empresas privadas que tienen interés en la producción, conservación y manejo del bambú. Para obtener eficiencia de la guadúa, utilizan criterios técnicos, como edad, estado de madurez, limpieza y mantenimiento del equilibrio del guadual. Con esta tipificación se han identificado los productores de la Costa ecuatoriana.

Cultivadores de guadúa

El número de cultivadores de guadúa, podría considerarse no muy representativo. Pero es importante resaltar el interés que la empresa privada ha demostrado al llevar adelante actividades para el establecimiento de cultivos de guadúa. Actualmente cuenta con técnicos que dirigen, asesoran y capacitan a sus trabajadores en los aspectos técnicos de preparación del suelo, producción de chusquines, manejo del cultivo, manejo del guadual en la cosecha, secado y preservación. Algunos grandes cultivadores participan en otros eslabones de la cadena como comercialización, transporte e industrialización (SNV s/f).

d. Infraestructura para el manejo, aprovechamiento y transformación de la caña guadúa

La infraestructura construida para desarrollar toda la cadena productiva de la caña guadua puede verse afectada por los cambios climáticos, por lo tanto es necesario tomar las precauciones del caso para lograr adaptarse a estos. El siguiente análisis se realiza siguiendo una lógica del ciclo productivo de una plantación de guadúa.

Fase de vivero

En esta fase es necesario considerar que se debe construir una infraestructura que consta básicamente de lo siguiente: vías de acceso, cerramiento, infraestructura de riego, caseta de sombra para el deshije, área de bancos de propagación, área de deshije y área de crecimiento. Es importante verificar las fuentes de abastecimiento de agua y observar que estos no están sufriendo cambios en su caudal, de otro lado el material a utilizar para las edificaciones como casetas para sombra, viviendas del personal, entre otras será un aspecto observado, preferiblemente utilizar material biodegradable, dados los cambios de temperatura que puedan ocurrir.

Fase de plantaciones

En el sitio donde se realizan las plantaciones y por las experiencias conocidas, el incremento de las probabilidades que se presenten incendios son mayores por los incrementos de temperatura, lo cual puede manejarse al construir fajas cortafuegos, las mismas que deben mantenerse libres de vegetación permanentemente y diseñadas considerando la dominancia en la dirección de los vientos.

Infraestructura vial

Las vías de acceso que servirán tanto para establecer la plantación como para la extracción al momento de cosechar deben recibir un mantenimiento permanente, evitando acumular en sus taludes material combustible que puede ser la causa de incendios o refugios de plagas.

Fase de acopio

Una vez cosechada la caña, esta debe acopiarse en lugares predeterminados, esta infraestructura debe contemplar la vigilancia permanente a fin de evitar incendios que puedan destruir la cosecha.

Fase de secado

Tanto en Ecuador como Perú existen varias maneras de secar las cañas: al aire en posición de tijeras, secado al aire con apilamiento horizontal, secado al aire en posición vertical, bajo cubierta, secado convencional, secado solar, secado al vacío. Las condiciones de temperatura como la infraestructura construida para el secado serán aspectos a tener en cuenta en esta fase.

Preservado

Hay métodos no químicos como la inmersión en agua que consiste en sumergir los tallos recién cortados en agua corriente o estancada. El método es efectivo para prevenir el ataque de insectos barrenadores y el ataque de hongos de mancha azul.

Hay métodos de preservación con tratamientos químicos, donde el objetivo será hacer que la solución preservante penetre en los vasos y se distribuya (por difusión) hacia las células vecinas. La infraestructura utilizada como son las fosas o piscinas para inmersión y el uso de dispositivos para ejercer la presión. La atención que se debe brindar está más relacionada al material con que se construyen las piscinas de inmersión que deberían ser materiales bajos en emisiones de CO₂.

Almacenamiento

Puede ser la misma infraestructura utilizada para el secado u otra, como por ejemplo para almacenamiento de culmos preservados o almacenamiento de caña chancada y preservada. Las observaciones respecto a microclima y la infraestructura constituyen los aspectos más relevantes a observar, incluido el manejo de los preservantes químicos y sus residuos.

Industrialización

Los procesos de industrialización deben en lo posible ser coherentes con los fundamentos del cambio climático, sobre todo con evitar más emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), como por ejemplo utilizar menos energía de origen fósil, desarrollar alternativas de reciclaje de desechos de caña y evitar que se quemen o descompongan.

e. Edad de la plantación o de la mancha natural

La edad de la caña guadúa tiene relación con su nivel de vulnerabilidad, a temprana edad las experiencias en la Cuenca del Río Siete (Manabí, Ecuador) sobre inundaciones e incendios, dejaron aprendizajes muy importantes, puesto que las plantas jóvenes no resistieron períodos largos de inundaciones ni de incendios.

La edad está también asociada con la madurez de la caña; por ejemplo para varios expertos un culmo se considera que está en su madurez óptima cuando está cercano a los cinco años, a su vez las propiedades físico-mecánicas están asociadas con su madurez. Los mejores valores de resistencia a la compresión y al corte se presentan a los 60 meses después de haber emergido el culmo (http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev61/rna61_p26.pdf)

Con base al conocimiento ancestral varios campesinos en Ecuador utilizan los siguientes indicadores para determinar que la *Guadua angustifolia* está “madura, hecha, gecha o sazónada”: el color y la presencia de líquenes y musgos, son señales inequívocas, de que el bambú está listo para el corte.

Si el verde claro, brillante y lustroso del culmo de la guadúa, se ha transformado en un gris verdoso, y si las tradicionales bandas blancas de cada nudo, casi ha desaparecido, siendo reemplazadas por bandas grises apenas perceptibles, son señales que evidencian la madurez del bambú. El color del follaje se hace menos verde y brillante, que el de las guadúas vecinas y tiernas.

La presencia de líquenes blanquecinos, que en forma de pequeños círculos o motas, cubren parcialmente el culmo de la guadúa madura, a los líquenes se añade la presencia de musgo (Morán s/f).

Todas estas percepciones pueden cambiar o generar confusión cuando los valores de humedad se incrementen por efecto del cambio climático... *aún sin llegar a la madurez fisiológica la caña puede presentar musgos o líquenes...* Por ejemplo en el cantón El Empalme, Provincia de Guayas, Ecuador, durante la implementación del Proyecto Piloto Bambú que contó con apoyo de INBAR, se comprobó que la edad fisiológica en esa área no se determina por la presencia de líquenes, los cuales son inexistentes debido a la baja humedad del ambiente

Usos por la edad

Es de vital importancia considerar la edad para el manejo y sobre todo para el aprovechamiento, por cuanto es muy común que se cosecha las manchas de guadúa en su totalidad (a veces a tala rasa), sin distinguir aquellas cañas que están maduras y otras que no lo están, lo cual influye en la calidad del material y también afecta el manejo de la mancha.

Los bambúes tienen diferentes aplicaciones o usos de acuerdo a la especie y la edad, a continuación se presenta un resumen:

Cuadro No. 6. Usos del bambú de acuerdo a la edad

Edad de Aplicación	Usos
De 20 a 30 días	Alimento humano, pueden deformarse artificialmente para formar bambúes cuadrados
De 6 meses a un año	Se emplean en la elaboración de canastos, esteras y otros tipos de tejidos.
Entre 2 y 3 años	Se utilizan en la elaboración de tableros de esterilla, latas y cables hechos con cintas de bambú.
De 3 años y más	Se emplean en la construcción de todo tipo de estructuras y fabricación de pulpa y papel.
Entre 4 y 8 años	Se emplean en la elaboración de productos sometidos a desgaste como baldosas para pisos y parkets.

f. Cálculo, análisis y discusión del Índice de vulnerabilidad para la variable Exposición: lo que está en riesgo

Con el análisis realizado a cada uno de los cinco atributos (población, ecología, propiedad, infraestructura y edad) se procedió a calcular el índice de vulnerabilidad para la primera parte de la **variable exposición** que se refiere a **lo que está en riesgo por el cambio climático** tal como se explicó en la sección de metodología. En el cuadro No. 7 se presenta los resultados obtenidos para cada atributo por ecosistema.

Cuadro No.7. Índice de vulnerabilidad de la caña guadua (exposición: lo que está en riesgo)

Ecosistemas Atributos	Población que depende de la caña	Ecología	Propiedad y superficie	Infraestructura	Edad	Índice de vulnerabilidad X
Rodal natural	0.60	0.63	0.74	0.68	0.64	0.66
Plantación	0.47	0.61	0.64	0.57	0.57	0.57
Sistema agroforestal	0.57	0.60	0.63	0.58	0.59	0.59
Plantas dispersas	0.52	0.58	0.58	0.60	0.60	0.58
X	0.54	0.60	0.65	0.61	0.60	0.60

Vulnerabilidad alta: 0.0-0.45

Vulnerabilidad media: 0.45-0.75

Vulnerabilidad baja: 0.75-1.0

En términos generales el riesgo frente al cambio climático para los cinco atributos es de un nivel medio (**0.60**). De manera específica, la población humana que depende de la caña guadúa cuando ésta se encuentra en plantaciones presenta el mayor riesgo; contrariamente cuando la caña guadúa forma parte de rodales naturales, el nivel de vulnerabilidad de la población disminuye, de ahí la importancia de tomar en cuenta el tipo de ecosistema donde se maneja la caña para diseñar las respectivas estrategias que permitan enfrentar de una mejor manera los impactos del cambio climático.

En cuanto a la ecología de la caña, esta presenta un comportamiento bastante homogéneo a nivel de cada ecosistema a pesar que existen diferencias marcadas por ejemplo entre un rodal natural y una plantación, esta última por ser un monocultivo está más expuesta a ser vulnerable por plagas o enfermedades, por ejemplo. De hecho los valores para los rodales naturales son ligeramente superiores (0.63) a los de la plantación (0.61) pero sin llegar a ser significativa la diferencia.

La propiedad y superficie de la caña muestra una diferencia notable a nivel de ecosistema, siendo los rodales naturales los que presentan un nivel de vulnerabilidad bajo, mientras las plantas aisladas son mucho más vulnerables, esto se debe probablemente que al estar aisladas las plantas no han logrado una estructura biológica que permita enfrentar los factores de riesgo del cambio climático.

La infraestructura productiva presenta menos riesgos de vulnerabilidad cuando se trata de caña guadúa manejada en rodales naturales, la vulnerabilidad se incrementa cuando la caña es manejada en plantaciones de monocultivo, lo cual confirma una vez más la importancia que tiene para enfrentar el cambio climático, de manejar guaduales cuya estructura y funcionalidad emule a un bosque natural.

El atributo de la edad de la caña, muestra resultados donde se puede colegir que el nivel de vulnerabilidad es directamente proporcional a la edad de la caña, mientras más joven es la caña está más expuesta y por ende es más vulnerable, a medida que avanza en edad este nivel de vulnerabilidad baja. También influye el tipo de ecosistema, siendo la plantación en monocultivo la más vulnerable.

2. Los cambios a enfrentar

Los atributos analizados fueron los siguientes:

- Nivel del mar
- Temperatura
- Precipitación
- Deslizamientos
- Vientos
- Incendios
- Eventos extremos

a. Nivel del mar

Hay pruebas contundentes de que el nivel del mar mundial se elevó gradualmente en el siglo XX y que continúa elevándose a un paso intensificado, después de un período de poco cambio entre el año 0 dC y 1900 dC. Aunque ese aumento de **dos milímetros por año desde 1850**, comparado con el incremento de uno en los siglos anteriores, no es alarmante, sí evidencia que el calentamiento global se acelera.

Se ha pronosticado una elevación a un ritmo incluso mayor en este siglo. Las dos causas principales de la elevación del nivel del mar son la expansión térmica de los océanos (el agua se expande en la medida en que se calienta) y la pérdida de hielo terrestre debido al derretimiento incrementado (IPCC 2007).

El aumento del nivel del mar hace peligrar la vida humana, los hogares y demás propiedades de millones de personas, que habitan tanto en las playas y espacios cercanos como en los deltas de importantes ríos del mundo. Esto influiría en el turismo de playa que se ha incrementado en las Costa de Ecuador y Perú y que utilizan cantidades importantes de caña guadúa.

Asociado al incremento del nivel del mar está el aumento de la temperatura de la superficie del mar, con lo cual disminuye la capacidad de asimilación del dióxido de carbono por parte de los océanos e induce más bien su liberación hacia la atmósfera. El incremento de la temperatura de la superficie del mar aumenta la frecuencia de ciclones tropicales y tormentas lo cual afectaría directamente a ecosistemas como los bosques de caña guadúa.

b. Temperatura

Según la literatura el rango térmico donde mejor se adapta la guadúa se encuentra comprendido entre los 20°C y los 26°C que ocurre más o menos entre 1000 y 2200 msnm. Otros autores mencionan rangos más amplios como el caso de Colombia que señalan un rango de temperatura entre 14 y 26°C (Castaño 2004). En los recorridos de campo y comprobando con información secundaria se comprobó en Perú en la cuenca media del Río Bigote la temperatura promedio donde se encuentra la caña guadúa es de 24°C y en la cuenca media del río Zaña de 22°C. En el Ecuador en las cuencas de los Ríos Portoviejo, Chone, Chimbo la temperatura promedio es de 24°C.

En las zonas de estudio se encontraron plantaciones comerciales de “caña guadúa” en Ecuador desde el nivel del mar (Olon), a 400 msnm (varios sitios de la Provincia del Guayas) y hasta los 2.200 msnm en las provincias de Loja, Azuay e Imbabura. En el caso de Perú se la encuentra a menos de 800 msnm hasta los 2.000 msnm.

Es importante resaltar la correlación, inversamente proporcional, entre la altitud y la temperatura del sitio. Se estima en 100m/0.67°C; es decir que por cada 100 metros que se asciende, la temperatura disminuye 0,67°C. Esta situación la conocen los agricultores del Municipio La Florida en el Perú quienes manifiestan que a mayor altura la caña guadúa presentan tallos más delgados, coloración algo amarillenta sobre todo en suelos con un alto índice de pedregosidad, lo cual está relacionado probablemente con una baja fertilidad de los suelos y un PH más ácido.

Como se conoce, el rizoma es una parte de las estructuras morfológicas de los bambúes muy importante, porque constituye una de las estrategias para la propagación de la especie y generalmente la emergencia de rizomas ocurre en épocas húmedas y con temperaturas elevadas, lo cual, de haber cambios en el patrón de temperatura, podría estar afectando la reproducción de la guadúa.

Sequías

Las sequías como las conocemos.....una ausencia casi total de las precipitaciones...., serían el peor escenario para la caña guadúa por cuanto sus requisitos en agua son indispensables sobre todo en su período inicial cuando se establece la plantación. Sin embargo es importante señalar que varias personas involucradas en el negocio y uso de la caña guadúa manifestaron que la guadúa que se cultiva en zonas secas (con bajos regímenes de precipitaciones) es más cotizada y preferida para utilizarla en construcciones, puesto que sus propiedades físico mecánicas son mejores que las cañas que se desarrollan en sitios húmedos.

Específicamente en zonas áridas de Ecuador (Santa Elena) y de Perú (Lambayeque y Piura) la guadúa, una vez establecida, soporta muy bien los periodos secos sin lluvias. EL problema que presenta la guadúa es al momento de su plantación, por eso hay que elegir muy bien la época de su plantación, de lo posible siguiendo el calendario forestal. Este quizá, es uno de los mayores desafíos debido a los cambios de clima que ya experimentan los productores de Ecuador y Perú, lo que impide pronosticar o planificar con exactitud, tal como lo venían haciendo con sus otros cultivos.

c. Precipitaciones

Es importante anotar que en la zona donde se encuentra la caña guadúa hay una variabilidad interesante de precipitaciones. Las precipitaciones medias anuales en la costa aumentan de sur a norte y de oeste a este, con excepciones relacionadas con la especificidad de los relieves. La distribución de la precipitación y el escurrimiento es también muy irregular (CAF 2000).

En las zonas más cercanas a la cordillera y en posición central y noroeste, como ocurre en Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Guayaquil, Colimes y Esmeraldas (Ecuador), extendiéndose hasta los límites con Colombia, existe un mayor grado de humedad. Las precipitaciones superan los 2.000 mm. En la planicie litoral las precipitaciones son más bajas pero superiores a 1.000 mm suficiente para el desarrollo de la *Guadua angustifolia*.

Las zonas más cercanas al Océano Pacífico son generalmente semiáridas (entre la provincia de Manabí en Ecuador y los departamentos del norte de Perú como Piura y Lambayeque). En la medida que se desplaza hacia el sur, las precipitaciones disminuyen, siendo los promedios en las provincias de Manabí, Guayas (parte baja), El Oro de 500 a 1.000 mm donde se encuentra la *Guadua angustifolia*.

En el área de estudio se encontró guadúa en altitudes diferentes, desde 17 msnm en El Guabo, pasando por 161 msnm en Olon (Ecuador) y llegando a 1.550 en Piura (Perú). Las precipitaciones también fueron diferentes, desde 200 mm en Lambayeque (Perú) y Santa Elena (Ecuador), 400 mm en Tumbes (Perú), hasta 3000 mm en Bucay (Ecuador). La temperatura tuvo un promedio anual de 24°C.

Todo este rango amplio de adaptación permite por un lado colegir que la especie no tendrá mayores problemas de adaptarse a cambios en el clima, pero al mismo tiempo se demanda ampliar y profundizar en estudios que generen información sobre productividad y calidad de los productos a aprovechar.

La caña guadúa cumple varios roles desde la perspectiva hidrológica. En la provincia de Manabí (Ecuador) existen dos represas de suma importancia como son la represa La Esperanza y la represa Poza Honda, en las partes altas (laderas) de las cuencas que abastece a estas represas se utiliza guadúa para proteger el suelo, evitar la erosión que es un factor importante porque al acumularse sedimentos en los embalses, se disminuye la vida de estas y se tienen que realizar dragados que resultan muy costosos.

Pero el beneficio no es solo ambiental, quizás lo más importante es que aporta a un beneficio social muy grande, en el caso de las cuencas de los ríos Chico y Portoviejo alrededor de 700.000 personas depende de estas cuencas para abastecerse de agua en siete Municipios (la mitad de la población de la provincia de Manabí en Ecuador).

El rol más importante que cumple la caña guadúa y que ha sido reconocido por la gran mayoría de expertos, campesinos, industriales, académicos e investigadores, es la protección de las riveras de los ríos. Este servicio ecosistémico incluso es reconocido por programas de gestión de riesgos y ha resultado ser la justificación mayor para manejar caña guadúa, por ejemplo algunos inversionistas industriales que no lograron obtener de sus plantaciones de caña guadua los réditos que buscaban, valoran este rol porque incluso en sus fincas han podido observar como las matas de caña guadúa evitaron que sus predios se inunden.

La precipitación, conjuntamente con la temperatura, constituyen los parámetros más estudiados desde la óptica del cambio climático y son al mismo tiempo los que mayores certezas en términos de pronósticos climáticos acarrearán, sin embargo estos eventos nos ubican en un plano poco halagador en temas forestales, ya que en zonas bajas de la costa existirán inundaciones, mientras que en la Amazonía existirán periodos de estiaje prolongados. No obstante el desafío es procurar la adaptación de las especies mejoradas genéticamente para soportar climas adversos.

Inundaciones

Se prevé que por efectos del cambio climático, los excesos de precipitaciones ocasionan mayores problemas en la parte baja de la cuenca del Guayas, en las zonas adyacentes a la desembocadura del Río Jubones (Ecuador), en el Océano Pacífico, en la frontera con Perú.

En la parroquia Tenguel (provincia de Guayas, Ecuador) una plantación de 195 ha. de *Guadua angustifolia* y 5 ha de *Dendrocalamus asper* de la empresa H DINEAGROAS S.A. localizadas a 24 msnm con una precipitación de 2100mm/año, en enero del año 2008 se inundó por efectos del desbordamiento del Río Siete donde 75 ha. de *Guadua angustifolia* de 1.5 años de edad se perdieron, en un mes prácticamente murieron todas las plantas. Durante el mismo mes de enero se inundó una plantación de 5 años, la misma que resultó menos afectada.

Para evitar que las inundaciones continúen afectando al resto de superficie plantada, han realizado labores de drenaje, compuertas para regular la cantidad de agua e incluso un tramo del Río Siete ha sido desviado para evitar inundaciones en zonas aledañas donde existen plantaciones de banano. En el cantón Rocafuerte en la provincia de Manabí, Ecuador a pesar de ser un área que reúne la mayoría de condiciones para el desarrollo de la guadúa, no se la encuentra, la razón principal es que esta zona sufre de inundaciones en la mayoría de los inviernos y la caña sobre todo joven no tolera las inundaciones.

Percepciones campesinas

En el Municipio la Florida (Perú) los campesinos mencionan que ahora se aprecia mayor temperatura y mayor precipitación. Un indicador es que ahora se cultiva mango y cacao, cultivos que no existían en la zona. Otro indicador es que algunos cultivos que están asociados con la caña "Guayaquil" han disminuido su productividad, como por ejemplo el café, ahora se cosechan entre 3 y 4 quintales, cuando el promedio en Perú es de 23qq/ha. También el tamaño de los frutos está cambiando, como lo demuestran los de la naranja que son más pequeños.

d. Deslizamientos

Los deslizamientos afectan a cientos de miles de personas, especialmente en la época invernal cuando las lluvias permiten que los suelos saturen. Los bosques entre ellos los de guadúa—con su sotobosque, hojarasca, residuos forestales y tierras sin compactar— son sin duda la cubierta vegetal mejor y más segura para reducir al mínimo todo tipo de erosión de la superficie (FAO 2009).

Los bambudales con sus sistemas de rizomas constituyen una de las mejores cubiertas del suelo para reducir al mínimo el peligro de deslizamientos superficiales. En las cuencas del Río Portoviejo en Ecuador como en la cuenca media del Río Zaña en Perú, se encuentran extensas áreas cubiertas con manchas naturales de caña guadúa protegiendo las laderas; este constituye un servicio ecosistémico de la caña guadúa relevante en el marco de programas de Gestión de Riesgos.

Las tormentas intensas y de corta duración por lo general producen deslizamientos superficiales, sin embargo en determinadas zonas los escenarios de cambio climático estiman precipitaciones prolongadas y de baja intensidad, las cuales producen deslizamientos más profundos y grandes, contra los cuales pueden ser ineficientes los bosques.

En áreas donde los niveles de precipitación se incrementan como consecuencia del cambio climático, como por ejemplo en la subcuenca del río Bigote, ahí los agricultores manifiestan que ahora llueve más, se tornan vulnerables estas áreas con pendientes pronunciadas incrementando el riesgo de deslizamientos.

e. Vientos

En Perú (sitio Coyona) los pobladores manifiesta que el viento tumba la caña. El viento ahora se presenta en áreas donde antes no se tiene memoria que haya ocasionado daños, un ejemplo es en el cantón Antonio Elizalde (Bucay) en la provincia del Guayas, en la finca del Ing. Luis Lalama quien manifiesta la presencia de vientos que influyen en su producción ganadera. En la hacienda del Sr. Sucre Perez (Bucay) en los años 2000 y 2007 se presentaron vientos fuertes que derribaron varios árboles de teca *Tectona grandis*, balsa *Ochroma lagopus* y guadúa la misma que por su estructura rizomática logró recuperarse.

Los vientos producen daños mecánicos en los guaduales, tales como volcamiento de individuos o quebramiento de algunos culmos. En algunos sitios visitados los propietarios de guaduales manifestaron que entre los meses de junio y noviembre se presentan "ráfagas de vientos muy fuertes" que llegaron a derribar algunas cañas. También la presencia permanente de vientos ocasiona una pérdida de humedad del suelo y la vegetación, reduciendo así los procesos fisiológicos de las plantas.

En las etapas de aprovechamiento se debe tomar en cuenta esta situación puesto que la densidad del rodal disminuye por la extracción de algunos individuos (Castaño 2004). Existen ejemplos del efecto negativo de los vientos en Ecuador y Perú. En ambos casos, el viento tumbó casi todos los bambúes, varias hectáreas fueron tumbadas completamente. La razón principal para que esto se dé, fue la sobre-explotación de las manchas, se cosecharon los individuos maduros excesivamente, lo que causó que las plantaciones no cuenten con ningún soporte. En el Perú el caso se dio en el Maronal de Atumplaya en Moyoobamba-San Martín, más de 10 hectáreas fueron afectadas por la presencia de vientos fuertes.

f. Incendios

La caña guadua se encuentra mayormente en zonas de bosque húmedo tropical, menos en bosque seco tropical y en algunos sitios en zonas de transición de estos dos ecosistemas de las costas de Ecuador y Perú.

Entre los años 2003 y 2006 en la implementación del proyecto piloto de bambú en Ecuador apoyado por INBAR (El Empalme, Provincia de Guayas y en la Provincia de Santo Domingo de los Tsachilas), los incendios fueron la principal causa de mortalidad de plantaciones de guadúa. La razón de los incendios fueron las prácticas agrícolas de algunos campesinos donde se queman los residuos de las cosechas de maíz y generalmente esto afectó a zonas aledañas donde se localizaban las plantaciones de guadúa.

En estos Bosques, la amenaza por los cambios ocurridos por la variabilidad climática generarían impactos difíciles de predecir. Así en el caso del Bosque Seco en ausencia de humedad relativa, y apareamiento de periodos de sequía, gravitaría las posibilidades de incendios forestales; en el caso del Bosque húmedo tropical, se nota que en periodos largos de ausencia de lluvias los incendios pueden ocurrir y desbatar superficies considerables, para este tipo de ecosistemas no se tiene planes de contingencia.

La caña guadúa no resiste incendios, las experiencias obtenidas en la cuenca del Río Siete, Guayas, Ecuador, donde se produjo un incendio en una plantación de *Guadua angustifolia*, demostró la poca resistencia de la guadúa a los incendios, sin embargo el nivel de vulnerabilidad es mayor cuando las plantas son jóvenes.

g. Eventos extremos

Eventos extremos como los Fenómenos del Niño y la Niña u otros como terremotos y huracanes no dejan de ser tomados en cuenta para el caso particular de la caña guadúa.

Durante las inundaciones del Fenómeno de El Niño en nuestro país en el año 1998 se verificó la eficiencia del Bambú como vegetación protectora de aquellas riveras cubiertas con cultivo. También en este año el Banco Mundial y el BID, ante los desastres ocasionados por el Niño-en Ecuador, aprobaron la restitución de viviendas con cerramientos de bambú sobre estructuras de hormigón armado.

La resistencia del bambú a la tracción es mayor que la del acero; lo que la hace útil para construcciones en lugares propensos a catástrofes naturales como terremotos y huracanes (Aguirre 2004).



La guadúa y el Fenómeno del Niño

La presencia del Fenómeno del Niño provoca que un número importante de familias resulten damnificadas lo cual tiene repercusiones en la demanda de viviendas sociales. La Fundación Hogar de Cristo en Guayaquil (Ecuador), que construye en promedio entre 40 y 45 casas por día, durante los Fenómenos del Niño ha tenido que incrementar su capacidad para producir alrededor de 100 viviendas por día.

Un seguro agrícola frente al cambio climático

Se ha determinado que el sector agrícola y la mayoría de las plantaciones forestales son los más afectados por la variación climática, de este modo se ha implementado el programa Seguro Agrícola bajo la responsabilidad del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) en el Ecuador.

El seguro está orientado a los pequeños productores quienes pueden reducir los riesgos ocasionados por los eventos climáticos y biológicos por medio de la protección a sus cultivos con la finalidad de que puedan recuperar sus inversiones, la fórmula de inversión para el seguro se da en proporción de 60% por el Estado y 40% por parte del Agricultor, el seguro cubre los excesos o carencia de lluvias, desborde de ríos e inundaciones, heladas, granizadas, vientos huracanados, plagas, enfermedades incontrolables e incendios.

Para el caso específico de las plantaciones forestales de las cuales en algún momento debería formar parte las que utilizan la *Guadua angustifolia*, el MAGAP contempla que el 2% de la inversión por hectárea debe estar destinada a cubrir un seguro específicamente contra incendios.

Figura No. 8. Mapa del Ecuador que caracteriza las amenazas encontradas por el grado de vulnerabilidad.



h. Cálculo, análisis y discusión del Índice de vulnerabilidad para la variable Exposición: cambios en el sistema

Con el análisis realizado a cada uno de los siete atributos (nivel del mar, temperatura, precipitación, deslizamientos, vientos, incendios y eventos extremos) se procedió a calcular el índice de vulnerabilidad para la segunda parte de la **variable exposición** que se refiere a **los cambios que un sistema tendrá que enfrentar por el cambio climático** tal como se explicó en la sección de metodología. En el cuadro No. 8 se presenta los resultados obtenidos para cada atributo por ecosistema.

Cuadro No. 8. Índice de vulnerabilidad de la caña guadúa (Exposición: cambios en el sistema)

Atributos	Incremento del nivel del mar	Temperatura	Precipitación	Vientos	Deslizamientos	Incendios	Eventos extremos	Índice de vulnerabilidad X
Rodal natural	0.76	0.68	0.66	0.67	0.64	0.47	0.61	0.64
Plantación	0.76	0.65	0.60	0.62	0.64	0.45	0.54	0.61
Sistema agroforestal	0.77	0.66	0.60	0.62	0.61	0.51	0.56	0.62
Plantas dispersas	0.60	0.54	0.54	0.52	0.55	0.48	0.48	0.53
X	0.72	0.63	0.60	0.61	0.61	0.48	0.55	0.6

El índice de vulnerabilidad para la variable exposición cuando se tienen que enfrentar cambios en el sistema es de un nivel medio (**0.60**).

De acuerdo a los resultados del estudio, el incremento del nivel del mar no afectaría a los ecosistemas donde se maneja la caña guadúa en el sitio. No obstante la mirada se centra en que este aumento del mar influiría en el turismo de playa que se incrementa en países como Perú y Ecuador donde se utilizan cantidades importantes de caña guadúa como parte de la infraestructura de servicios.

La temperatura es un atributo que presenta un nivel de vulnerabilidad medio, lo cual significa que no existe un peligro eminente si esta llega a subir de 1°C o 2°C, la razón pudiera deberse al gran rango de adaptación o plasticidad de la caña guadúa ya que puede crecer y desarrollarse muy bien entre 20°C y 26°C como se pudo observar en las visitas de campo. Sin embargo se alerta que un aumento de la temperatura podría desencadenar otros factores como la presencia de nuevas plagas o enfermedades.

Las precipitaciones al igual que la temperatura de acuerdo a los datos del cuadro No. 7, muestran un índice de vulnerabilidad medio. Según percepciones locales la *Guadua angustifolia* tiene la capacidad de guardar reservas de agua en invierno para la época de verano, esto quizá explica el porqué en zonas áridas de Ecuador (Santa Elena) y de Perú (Lambayeque y Piura) la guadúa, una vez establecida, soporta muy bien los periodos secos sin lluvias. El problema que presenta la guadúa es al momento de su plantación, por eso hay que elegir muy bien la época de su plantación, de lo posible siguiendo el calendario forestal. Esta quizá es uno de los mayores desafíos debido a los cambios de clima que ya experimentan los productores de Ecuador y Perú, lo que impide pronosticar o planificar con exactitud, tal como lo venían haciendo con sus otros cultivos.

Los vientos tienen una incidencia mayor en las plantas dispersas (0.52) lo que las vuelve más vulnerables, al contrario sus impactos disminuyen en los rodales naturales (0.67); esto obedece a la densidad y estructura que estos rodales forman. En zonas expuestas a vientos fuertes es importante considerar la presencia de los mismos al momento de realizar extracción ya sea por objetivos de manejo o aprovechamiento puesto que se disminuye la densidad de los rodales y esto puede ocasionar daños mecánicos a los culmos.

Los incendios constituyen el atributo que presenta los índices de vulnerabilidad más altos (0.48 en promedio) y están muy ligados al incremento de la temperatura, a la presencia de vientos y disminución de las precipitaciones. Otro factor a considerar es la gran cantidad de biomasa que producen los guaduales, los mismos sin un adecuado manejo y sumados a los factores antes mencionados exponen al ecosistema de guadual a los incendios.

Eventos extremos que ocurren con frecuencia en las costas de Perú y Ecuador como el Fenómeno del Niño por ejemplo, constituyen después de los incendios, el segundo atributo que presenta un índice de vulnerabilidad medio-alto (0.55).

La exposición como variable total presenta un índice de 0.60 equivalente a una vulnerabilidad media.

B. Sensibilidad

Es considerada como el efecto biofísico del cambio climático, tiene en cuenta el contexto socioeconómico. Los atributos analizados fueron los siguientes:

- Percepciones sobre la relación caña guadúa-servicios ecosistémicos, caso agua
- Industria de la caña guadúa
- Asentamientos humanos
- Demanda de energía
- Bosques y su relación con el bambú
- Servicios financieros

1. Percepciones Vs evidencias científicas sobre la relación caña guadúa-servicios ecosistémicos, caso agua

En el contexto sociocultural de Perú y Ecuador el conocimiento ancestral forma parte del patrimonio inmaterial de estos países, es muy rico y en temáticas de recursos naturales es amplio. De hecho la humanidad se ha beneficiado de este conocimiento de alguna manera, por ejemplo el aporte de la medicina indígena andina con la *Cinchona* spp para curar el paludismo.

La caña guadúa no está exenta de percepciones, algunas de las cuales son confrontadas con los adelantos que en materia de investigación científica se realizan. Por ejemplo en un estudio realizado en el Municipio de General Antonio Elizalde (Bucay) en la Provincia de Guayas, Ecuador, el 85% de los encuestados tienen la percepción que la ***Guadua angustifolia*** influye en la cantidad y calidad de agua de su región (Zea 2013), de otro lado FAO (2009) después de varios estudio realizados afirma que "*la investigación de hidrología forestal de hoy señala que la idea de que más árboles es igual a más agua se basa en una concepción incorrecta del ciclo hidrológico en los ecosistemas forestales*".

En el mismo estudio realizado por Zea (2013) se menciona que en una hectárea de bosque de *Guadua angustifolia* con una densidad de 638 tallos /ha, se encontraron 7470.5 litros de agua en los canutos y de 12734.9 litros de agua en el tejido de la madera en el mes de abril donde existían fuertes precipitaciones (denominado invierno). En el mes de octubre (menos precipitaciones denominado verano) en las mismas condiciones y lugar donde se hizo el anterior inventario se encontraron 519 cañas en la hectárea, pero con 3279.8 litros de agua en los canutos y 3547.7 litros en el tejido.

El investigador (Zea 2013) llega a la conclusión que en invierno las cañas, por su sistema de vasos absorbentes, se llena de agua tanto en canuto como en tejido, muy al contrario en el verano las cañas sueltan el agua poco a poco y se quedan con una pequeña reserva para ellas mismas, por esta razón pierden follaje. Esta conclusión tiene asidero desde el conocimiento de la fisiología vegetal, especialmente analizando la transpiración, puesto que se conoce que existen fuerzas que impulsan y otras que restringen la salida de agua de las hojas, “cuando el agua es abundante, la resistencia opuesta a su pérdida es muy pequeña; en cambio, cuando el agua empieza a escasear, la resistencia se incrementa con gran rapidez.

2. Industria de la caña guadúa

El análisis de la caña guadúa desde la óptica de la industria, se plantea en dos espacios: i) desde el uso de la caña como materia prima o apoyo en procesos agroindustriales, y, ii) desde la industrialización de la propia caña guadúa.

Agroindustria

Por lo general los productos agropecuarios que son sometidos a procesos agroindustriales en sus sitios de producción se encuentran asociados con guadua angustifolia, un ejemplo en Ecuador y Perú son las plantaciones cacao, banano y café en cuyo paisaje por lo general se observan manchas de guadúa.

Las formas de utilizar la caña guadúa son variadas y depende del objetivo, entre los principales usos que se le dan a la caña para procesos agroindustriales están los siguientes: guadúas enteras o rollizas, pata o base del tallo o culmo, medias cañas, latas, latillas, guadúas abiertas, palillos, cintas y residuos de otros procesos.

Un tema importante siempre será asegurar que las fechas en las cuales se requiere utilizar la caña, ésta esté madura, se encuentre disponible en el tipo de producto requerido como latilla o entera, entre otros. Además será siempre necesario considerar la época de lluvias por las diferentes dificultades que implica extraer la caña en los meses donde existen abundantes precipitaciones.

Uso en equipamientos agroindustriales

La construcción de establos, lecherías, protección de piscinas camaroneras, invernaderos edificios de poli servicio, viviendas de trabajadores, permiten utilizar el material de las propias haciendas o fincas y disminuir radicalmente los costos de mano de obra especializada, transporte de materiales, así como adaptar los diseños al medio. Entre los usos más frecuentes de la agroindustria se tiene los siguientes:

Invernaderos.- para la producción de tomate, hortalizas, babaco y otros productos básicos de la agroindustria. Se utiliza por lo general los culmos para construir la estructura del invernadero. También se utiliza la caña picada para construir rompevientos que protejan a estos invernaderos.

Cajones.- se utilizan latas o latillas de caña guadua para confeccionar cajones que servirán para el transporte de productos agroindustriales, especialmente frutas y hortalizas.

Tendales.- la caña abierta y colocada sobre el suelo, se utiliza para secar productos que han formado parte de la historia agroindustrial del país como son cacao y café.

Tutores.- varios cultivos agrícolas que luego se industrializan o se exportan como es el caso de frutales,

utilizan como tutor a la caña guadúa en forma rolliza enteras o medias cañas.

Cuje.- utilizado básicamente para apuntalar plantas de banano. El cuje constituye el segmento superior de una caña guadua con una longitud que varía entre 2 y 3.5 m (Morán 2001).

El cambio climático puede alterar la agroindustria en cualquier sitio, de hecho en determinados sitios de la cuenca media del Río Piura, el cacao ha sido atacado por una enfermedad no vista antes. Los campesinos aducen que se debe a la fuerte temporada de lluvias que ha debido soportar la zona.

Todo esto puede en su momento influenciar positiva o negativamente en el manejo y uso de la caña guadúa. Positivamente porque se convierte en una suerte de “tabla de salvación” cuando la economía de los pequeños agricultores disminuye por efecto de la pérdida de la producción de sus cultivos generadores de ingresos como el caso del cacao. Negativamente, la guadúa se estaría afectando porque al no haber cultivos con fines agroindustriales, su uso se verá restringido y con ello el valor y precio de la caña puede disminuir.

Industrialización de la caña guadúa

La industrialización del bambú en general y de la caña guadúa en particular en Ecuador y Perú es aún incipiente a pesar de los esfuerzos y experiencias adquiridas los últimos años.

La industria de laminados se inició en Asia, desde hace 40 años. Hoy en día es una de las industrias florecientes de China, que exporta sus productos de laminados y mat boards a todo el mundo. Chile está promoviendo el cultivo de sus bambúes andinos, a fin de iniciar sus procesos de industrialización.

En Ecuador, se iniciaron la instalación y funcionamiento de fábrica de laminados. La tecnología de origen asiática debió ser adaptada a la característica de la guadúa, obteniéndose resultados de excelente calidad que concitaron el interés de empresarios chinos.

La provisión de materia prima de calidad es uno de los cuellos de botella para estas fábricas, ya que por ahora dependen de los cultivos naturales de guadúa, que no siempre cumplen con los estándares de calidad que se requiere para la fabricación.

CORPEI (2003) determinó que existen en el Ecuador interesantes iniciativas en la elaboración de productos de bambú, a diferentes niveles de procesamiento (materia prima, semielaborados e industrializados), lo que permitió visualizar que efectivamente, este sector tiene potencial, pero requiere de apoyo para llevar a cabo actividades conjuntas que permitan su fortalecimiento.

En el “Diagnóstico de la Cadena Productiva de la Caña Guadúa en el Ecuador”, elaborado por el SNV se menciona que el mayor consumidor de este producto es la Fundación Hogar de Cristo, que ha desarrollado una industria de construcciones de viviendas sociales. Otro segmento consumidor a considerar son los artesanos, aunque sus requerimientos son limitados en cuanto a cantidad debido al número de personas dedicadas a estas labores. En el sector industrial, el principal flujo corresponde a la elaboración de pisos de parquet y paneles, actividades que se encuentran en su fase de desarrollo” (SNV s/f).



Ejemplos de productos elaborados por la industria de la caña guadúa que tendrían opciones de mercado internacional como el de Europa, son los siguientes: piso, paneles y enchapes, los mismos que se elaboran a partir de la misma tecnología, que empieza con la segmentación de la caña rolliza, creando tablillas uniformes que después de un proceso de pulido y preservado son ensambladas en diferentes formas para elaborar una gran variedad de productos.

Recientemente la Universidad Católica de Guayaquil, con el apoyo del Gobierno del Ecuador, implementó un proyecto para la industrialización de la guadúa en productos para la construcción (paneles, materiales ignífugos y vigas). Este proyecto estableció una planta de ecomateriales donde uno de los principales es el bambú. Actualmente se encuentra en etapa de consolidación y sirve para el desarrollo de investigación de materiales ecológicos a estudiantes de esta y de otras universidades.

En Perú en general no existe una tradición para industrializar la caña. Se informó que en Arequipa se confecciona ropa con fibra de bambú, pero esta fibra se importa. Se le atribuyen ventajas importantes a la fibra de bambú en la ropa, que es más larga, hidrotérmica (soporta frío y calor) y es antibactericida.

El Perú ha experimentado una bonanza económica en las últimas décadas lo que ha impulsado varios sectores, entre los más importantes están los de la construcción y el turismo. La guadúa es usada para la construcción de restaurantes, hoteles y viviendas de playa en la costa de este país. La mayor parte del bambú usado en estas actividades proviene del Ecuador. Se ha desarrollado históricamente una cadena de producción y distribución de este material desde Ecuador hacia el Perú que beneficia a miles de productores y otros actores como transportistas, procesadores, etc. En caso de cambios en los patrones climáticos que afectarían a las zonas donde se produce o consume bambú, se afectarían tanto los productores como los consumidores de este recurso.

3. Asentamientos humanos

Los asentamientos humanos que están directa o indirectamente relacionados con la caña guadúa como productores, comerciantes, industriales y usuarios o consumidores, son vulnerables al cambio climático, especialmente quienes habitan las costas de Ecuador y Perú, lo cual influye en la relación gente-caña guadúa. Dos aspectos se abordan desde esta perspectiva, estos son los desplazamientos y las migraciones.

Desplazamientos

Es evidente que el cambio climático provocará mayores desplazamientos temporales y migratorios a largo plazo. Para varios expertos la mayor propensión a sufrir sequías e inundaciones podrá ser la principal causa de desplazamiento temporal y originará una mayor necesidad de atención humanitaria.

Muchos expertos afirman que hay un gran número de personas desplazadas, a las que seguirán muchos millones más, a medida que el cambio climático se haga más patente. El IPCC y el PNUMA han arrojado estimaciones aleccionadoras sobre las consecuencias físicas y medioambientales del cambio climático. Por ejemplo, el aumento del nivel del mar está contribuyendo a la pérdida de manglares de la costa, y las inundaciones costeras están produciendo cada vez más daño (www.migracionesforzadas.org).

Se calcula que, en la década de 2080, millones de personas sufrirán inundaciones de forma anual, debido al crecimiento del nivel del mar. Corren un riesgo especial aquellas zonas de baja altitud con alta densidad de población, donde la capacidad de adaptación es relativamente escasa y ya han de afrontar otros problemas, como el Fenómeno del Niño.

Estos desplazamientos son el resultado de desastres relacionados con fenómenos climáticos como el Niño, lo cual ha generado la creación de barrios peri-urbanos muy grandes como es el caso de Guayaquil (Monte Sinaí, Isla Trinitaria, Pancho Jácome) o Lima (Barrios altos, el Rimac, etc.). El bambú es un recurso importante en los desplazamientos actuales, se esperaría que en el futuro también lo sea pero anhelando que su uso forme parte de una estrategia de gestión de riesgos y bajo una planificación adecuada.

Migración

Las migraciones poblacionales, forzadas o no serán una de las consecuencias más significativas del cambio climático en las próximas décadas. Se entiende que los migrantes medioambientales son aquellas personas, comunidades o sociedades que deciden o se ven obligadas a migrar como resultado de factores climáticos y medioambientales perjudiciales.

En este amplio y heterogéneo grupo se incluyen aquellas personas forzadas a huir de una catástrofe natural (como inundaciones o sequías) y los agricultores pobres, que abandonan tierras degradadas y migran a los núcleos urbanos en busca de medios de subsistencia alternativos.

Este último tema es muy común en Ecuador donde se tiene por un lado personas que abandonan el campo para ir a ciudades como Guayaquil y en esta se ubican en los barrios marginales con precarias condiciones de vida. La caña guadúa forma parte de estos procesos porque muchos de estos migrantes estuvieron familiarizados con ella en sus predios rurales y posteriormente llegan a construir su vivienda con caña en su nuevo espacio de vida.

La migración y sus impactos

El fenómeno migratorio que sufren Ecuador y Perú afecta la transmisión de información (conocimientos) de generación en generación, puesto que son los jóvenes por lo general quienes migran por razones socioeconómicas y esto irrumpe la manera tradicional de transmitir conocimientos, de ahí que valiosa información sobre la caña guadúa se esté perdiendo a causa de este fenómeno. El impacto mayor de la migración es sin duda la desintegración del núcleo familiar y sus consecuencias en los nuevos hábitos de los jóvenes que fueron alejados de sus progenitores.

Esta experiencia migratoria, debe servir de mucho para aprender cómo enfrentar las migraciones por causas climáticas, que pueden ser sequías, deslizamientos, inundaciones, con lo cual se podría incrementar la pérdida de conocimientos tradicionales sobre la caña guadúa.

4. Demanda de energía

Una de las estrategias para enfrentar el cambio climático es la disminución en el uso de energía de origen fósil, una opción es la bioenergía a partir del uso de especies de bambú. Entre las especies que podrían ser utilizadas como fuente de energía, reemplazando a la madera, están: *Bambusa Vulgaris Vittata* y la *Bambusa Tuldoides*, que tienen inclusive mayor poder calorífico que la *Guadua angustifolia*.

El instituto Agronómico de Campinas en Brasil ha investigado el tema y nos provee del siguiente cuadro comparativo entre algunas especies de bambúes y el eucalipto ya que esta es una de las maderas más usadas para este efecto.

Cuadro No.9. Poder energético de algunas especies de bambú comparadas con Eucalyptus urophylla

Material	Densidad Aparente	Densidad Verdadera (g/cm)	Poder Calorífico (Kcal/Kg)
Eucalyptus urophylla	0,249	1,26	8487
B. vulgaris vittata	0,486	1,48	8460
B. tuldoides	0,494	1,29	7922
B. vulgaris	0,418	1,01	7785
D. giganteus	0,419	1,23	8685
G. angustifolia	0,455	1,20	6490

Fuente: Instituto Agronómico de Campinas, Brasil

En el norte del Perú el carbón se obtiene del algarrobo *Prosopis jundiflora*, pero esta valiosa especie representativa del bosque seco tropical está siendo sobreexplotada, con lo cual la provisión de varios productos y subproductos, entre estos el carbón, se están viendo seriamente afectados, por lo cual se plantea buscar la manera de obtener carbón vegetal de caña guadúa. Se están haciendo ensayos tanto en Ecuador como en Perú de obtener carbón a partir de los residuos de la caña guadúa que fue utilizada para otros menesteres.

Desde otra óptica la caña guadúa es de bajo consumo energético para la ser utilizada en infraestructura como la construcción. La caña, al reemplazar el uso de madera, leña o carbón, está aportando a disminuir la deforestación, lo cual la convierte en una opción importante para la provisión de energía renovable.

Huella ecológica y caña guadúa

Cuando se utiliza caña guadúa en la construcción, por ejemplo, se están sustituyendo otros materiales como la propia madera, hierro, cemento, entre otros, lo cual reduce la huella ecológica por el bajo consumo energético de la caña. De ahí que la caña es muy recomendable para economías de baja huella ecológica.

5. Bosques y su relación con el bambú

La hipótesis es: "si los bosques siguen desapareciendo o son afectados por el cambio climático,...los guaduales están más expuestos a ser intervenidos".....

Siendo la guadúa parte de los ecosistemas forestales, y, con el propósito de ir construyendo una relación específica **cambio climático-guadúa**, se recurre a analizar brevemente la relación más general que existe entre el cambio climático y los ecosistemas forestales y particularmente los bosques.

El sector forestal, especialmente el relacionado con el ordenamiento forestal sostenible de los bosques, debe ser parte de todo sistema que busque reducir las emisiones, tanto sobre adaptación y mitigación, derivadas del uso no sostenible de los bosques tropicales.

El cambio climático constituye una amenaza directa a los ecosistemas forestales, a las comunidades y personas que dependen de los bosques y a la sociedad en su conjunto mediante la prestación reducida de productos y servicios de los ecosistemas forestales. Los efectos indirectos, impulsados por el uso de la tierra, los cambios económicos y sociales, tendrán también repercusiones sobre los bosques y su capacidad para proporcionar productos y servicios de los ecosistemas.

Si bien los ecosistemas forestales son intrínsecamente dinámicos y los de bambú y/o guadúa aún más, la velocidad de los cambios previstos es probable que supere la capacidad natural de adaptación de muchas especies y ecosistemas forestales. Además, los eventos climáticos extremos, y las catástrofes relacionadas con el clima pueden superar la capacidad de los países para responder a ellos con rapidez y eficacia, ante ello la sugerencia de los expertos consiste en que:

Los países tienen que anticiparse a las amenazas directas e indirectas que plantea el cambio climático en los bosques y en las poblaciones y tienen que tomar medidas para reducir la vulnerabilidad, aumentar la resiliencia y facilitar su adaptación al cambio climático. Asimismo es esencial, en este contexto, mantener y mejorar el nivel de biodiversidad en los bosques y en los paisajes forestales. En algunas zonas, el cambio climático tendrá repercusiones positivas sobre los bosques, por ejemplo, la prolongación de la temporada de cultivo.

Los bosques naturales que proveen bienes y servicios forestales, se están acabando por un proceso histórico de deforestación y es necesario encontrar estrategias viables que puedan conservar lo poco que queda de estos ecosistemas, la caña guadúa es una alternativa excelente para sustituir a la madera. Por ejemplo, en Ecuador la compañía BigBamboo tiene un proceso industrial para la transformación del bambú en madera sólida de alta densidad. Al utilizar la tecnología Strand Woven, los bloques de madera de bambú alcanzan una densidad mayor a 1.100 kg/m³. Estos bloques son transformados en paneles, laminados y pisos de alta dureza y calidad (<http://bigbamboo.com.ec>). MADEL, otra empresa ecuatoriana fabrica pisos multicapa de ingeniería en bambú y puertas de ingeniería laminadas en bambú (<http://www.madel.com.ec>). Otra alternativa es que la guadúa se puede manejar en las zonas de amortiguamiento de las áreas protegidas a fin de proveer parte de los bienes y servicios que ofrecen los ecosistemas de estas áreas y así contribuir a la conservación de las mismas, esta situación se puede observar en la Reserva Cosket del norte peruano.

La caña guadúa en la cuenca del Río Zaña fue introducida hace unos 50 años aproximadamente, pero inicialmente era considerada una especie invasora, situación que ha ido cambiando dada la actual demanda y la escases de recursos forestales como madera.

Las reservas de bambú

América cuenta con reservas de bambú en estado natural, sin embargo es necesario mencionar el inmenso bosque dominado por bambúes (varias clases de especies de guadúa) que está ubicado en el sector conocido como las "tres fronteras" (Perú, Bolivia y Brasil); hoy espera pacientemente su utilización, mediante una explotación adecuada, para beneficio de los mencionados países.

La distribución de las especies puede cambiar

Debido a factores de orden ambiental, climáticos y la propia intervención del ser humano, la distribución de los bambúes ha sido modificada gradualmente. En muchas áreas han desaparecido o se han reducido significativamente, mientras que, por otra parte, *Bambusa vulgaris* de origen aún discutido, se ha naturalizado en Jamaica a raíz de una agricultura migratoria, en que las estacas de cañas frescas de este bambú usado como soporte de ñame, enraízan y forman matorrales. *Sinobambusa tootsik* llevada a China, a Honolulu, como ornamental, escapó al cultivo y se ha transformado en una especie que cubre grandes superficies (Gálvez 1976).

La *Guadua angustifolia* se puede encontrar en el Ecuador en sitios que están fuera del área natural de la especie, por ejemplo la plantación de HDINEAGRO; ubicada cerca al mar a 24 msnm, sujeto a las fluctuaciones del Río Siete. En estos sitios que sufren inundaciones periódicas la caña guadúa es de menor calidad.

6. Servicios financieros

Las economías de Ecuador y Perú dependen fuertemente de los recursos naturales y están muy expuestas a los impactos del cambio climático, e incluso ya están siendo afectados por fenómenos asociados a extremos climáticos como inundaciones y sequías, generando pérdidas cuantiosas en términos de vidas humanas y en la economía de estas naciones. Pero hay un denominador común que es el desfase entre las estimaciones de los daños y las pérdidas por efecto del cambio climático y los recursos actualmente disponibles para financiar la adaptación.

En Ecuador y Perú son escasos los servicios financieros exclusivos para apoyar alguna actividad vinculada directamente con la caña guadúa, y en el vínculo caña guadua-cambio climático son aun más escasos.

El ejemplo de Hogar de Cristo en Guayaquil-Ecuador resalta, porque constituye un servicio financiero que se ofrece para la construcción de una vivienda a base de caña guadúa. Aunque la lectura puede ser desde una óptica netamente social de contribuir a cubrir un déficit de vivienda, no deja de tener sus conexiones con aspectos directos de índole ambiental y de cambio climático porque se continúa manteniendo la caña en la vivienda sin procesos mayores de transformación, logrando así mantener el carbón acumulado.

En los programas que financian viviendas estaría implícito el tema de la caña guadúa, como también en construcciones con fines turísticos que reciben créditos en algunas ocasiones.

Programas de reforestación como el que lleva adelante la Corporación Forestal y Ambiental de Manabí (CORFAM), incluyen plantaciones forestales utilizando la especie *Guadua angustifolia*, se han reforestado en Manabí alrededor de 6.000 ha con caña guadúa.

En el marco de proyectos REDD+ u otros, se podría analizar la opción de incorporar la caña guadúa. En el Perú se lleva adelante el Programa de Inversión Social (FIP, por sus siglas en inglés); además, el Programa de Conservación de Bosques, a través del cual se entrega una subvención económica a campesinos y comunidades nativas tituladas que se comprometen a cuidar sus bosques.

En el Ecuador las oportunidades podrían estar alrededor del programa de Reforestación que lleva adelante la Subsecretaría de Producción Forestal del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP). El programa se orienta a fomentar plantaciones forestales con fines comerciales donde la caña guadúa encaja sin problemas y también en sistemas agroforestales (Lawson 2010).

7. Cálculo, análisis y discusión del índice de vulnerabilidad para la variable sensibilidad

Una vez realizados los análisis a cada uno de los seis atributos (Percepciones vs evidencias científicas, industria de la caña guadúa, asentamientos humanos, demanda de energía, bosques relacionados con bambú y servicios financieros), se procedió a calcular el índice de vulnerabilidad para la **variable sensibilidad** que se refiere a cómo el efecto biofísico del cambio climático, tiene en cuenta el contexto socioeconómico tal como se explicó en la sección de metodología. En el cuadro No. 10 se presenta los resultados obtenidos para cada atributo por ecosistema.

Cuadro No. 10. Índice de vulnerabilidad de la caña guadúa: variable sensibilidad

Ecosistemas	Percepciones Vs evidencias científicas	Industria	Asentamientos humanos	Demanda de energía	Bosques y su relación con la caña guadúa	Servicios financieros	INDICE DE VULNERABILIDAD X
Rodal natural	0.64	0.64	0.66	0.66	0.62	0.55	0.63
Plantación	0.47	0.55	0.67	0.57	0.60	0.56	0.57
Sistema agroforestal	0.53	0.52	0.64	0.54	0.52	0.53	0.55
Plantas dispersas	0.65	0.56	0.58	0.55	0.49	0.60	0.57
X	0.53	0.57	0.64	0.58	0.56	0.56	0.57

Vulnerabilidad alta: 0.0-0.45

Vulnerabilidad media: 0.45-0.75

Vulnerabilidad baja: 0.75-1.0

La sensibilidad como variable total presenta un índice de 0.57 equivalente a una vulnerabilidad media-baja, lo cual amerita generar estrategias para disminuir el nivel de vulnerabilidad.

Las percepciones locales (ancestrales) Vs. Las evidencias científicas, constituyen el atributo que registra los índices de vulnerabilidad más altos de la variable; sin duda un tema complejo por cuanto las percepciones son de vieja data y están muchas de ellas arraigadas en la vida de las personas, no así las investigaciones científicas que son más actuales y que tienen acceso a ellas un grupo limitado de profesionales y que en su mayoría no han sido socializadas con las personas que están en relación permanente con la caña guadúa.

La industria de la caña muestra un índice de vulnerabilidad media-baja, es un eslabón estratégico de la cadena de uso y valor tanto desde la perspectiva social como económico-financiera. Social porque un porcentaje importante de la caña es utilizada en la agroindustria rural particularmente, y si hay impactos negativos en los ecosistemas que producen la caña guadúa, esta agroindustria se verá afectada y sobre todo las personas que por lo general son agricultores y campesinos que viven en condiciones de pobreza. De otro lado se busca estimular la inversión en la mediana y gran industria, pero al no tener certezas absolutas de lo que ocurrirá en el escenario climático con las fuentes de materia prima como son los sitios de producción de la caña, los riesgos de inversión se incrementan, lo cual afectaría sin duda a la industria de la caña en general y podría desestimularla, por esta razón habrá que desarrollar las estrategias adecuadas para asegurar una adecuada fuente de materia prima.

Los asentamientos humanos presentan un índice de vulnerabilidad media (0.64), preocupan aquellos que dependerían de las plantas aisladas donde la vulnerabilidad es mayor que aquellos que dependen de los rodales naturales. Este análisis lleva a plantearse algunas reflexiones que van en el orden que para las personas dependientes de la caña guadúa es indispensable el tipo de ecosistema donde esta se produce; no obstante otros aspectos como la migración y los desplazamientos por causas climáticas como por ejemplo el Fenómeno del Niño son determinantes, porque justamente en áreas donde se establecen personas por las razones antes expuestas, la caña guadúa es uno de los primeros y más utilizados materiales para construir sus viviendas.

La demanda de energía muestra un índice de vulnerabilidad media (0.58). La caña guadúa no ha sido aprovechada en todo su real potencial en temas de dendroenergía, bioenergía u otras propuestas que se inscriben en el cambio de la matriz energética que busca disminuir la dependencia de energía de origen fósil, constituyéndose esta situación en un factor que contribuye a la vulnerabilidad de la caña, de ahí que en la medida que se vayan desarrollando nuevas y sostenibles tecnologías para incorporar a la caña en propuestas de energías alternativas, se podría estar disminuyendo este índice de vulnerabilidad.

Los bosques y su relación con la caña guadúa presentan un índice de vulnerabilidad media (0.56), el análisis se lo puede realizar desde varias aristas; una es la disminución de la superficie de bosques naturales y con ello se reducen las fuentes para proveer madera y otros productos y subproductos; la otra son las propias consecuencias que pueden sufrir los ecosistemas de caña guadúa por la presión de convertirse en sustitutos de la madera, y a esto habrá que sumar el grado en el cual se afecta el ecosistema caña guadúa (de manera perjudicial pero también puede resultar beneficioso en algunos casos) debido a estímulos externos al sistema y sin que haya adaptación autónoma de este.

Los servicios financieros muestran un índice de vulnerabilidad medio (0.56), una razón probablemente para que reciban los valores asignados, es que estos servicios son muy escasos tanto en Ecuador como Perú. Aún no hay comprensión y/o convencimiento de los aportes que pueden dar especies como la ***Guadua angustifolia***, por ejemplo el programa de incentivos forestales comerciales que lleva adelante la Subsecretaría de Producción Forestal del Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP) en Ecuador, no considera dentro de las 17 especies objeto de incentivos financieros a la caña guadúa.

C. Capacidad adaptativa

Se define como la capacidad de un sistema para ajustarse al cambio climático, a la variabilidad del clima y a los episodios extremos. Los atributos sujetos de análisis son los siguientes:

- Historia
- Social
- Cultura
- Economía
- Tecnología
- Legal
- Político
- Institucional
- Información

1. Historia

Si se revisa la historia de las sociedades ecuatoriana y peruana vinculadas con la variabilidad climática y los episodios extremos como por ejemplo los Fenómenos del Niño, el bambú forma parte importante de estos. Para acercarse a conocer la historia del bambú y de la caña guadúa en particular se lo realiza desde los diferentes usos que se dieron al bambú en diferentes épocas.

La primera impresión que se genera al repasar la historia de los pueblos aborígenes, parecería ser que el bambú ha coexistido desde siempre y ha sido el fiel compañero del habitante americano desde sus orígenes e incluso identifica su propio cuerpo con la guadúa como lo hace hasta hoy el campesino del Ecuador. Las Etnias amazónicas de Ecuador y Perú tienen en la *Guadua angustifolia* a su compañera y aliada para todos sus requerimientos y necesidades

En la orillas del Río Moche, Departamento de Trujillo, Perú, existen las ruinas de un complejo Precolombino urbano denominado Chan-Chan. Las investigaciones arqueológicas realizadas en este sitio, dan cuenta con detalle del uso de la guadúa en dichas ruinas.

Las culturas que habitaron la costa ecuatoriana como la Valdivia, Machalilla y Chorrera durante el período formativo (3.500 AC a 500 AC), ya utilizaron la caña guadua para edificar sus viviendas o templos precolombinos (Morán 2001).

Conquistadores como Cristóbal Colón, Bartolomé Ruiz, Pedro de Alvarado y Girolamo Benzoni, se refirieron de distintas maneras al bambú, por ejemplo este último (Benzoni) señalaba según los cronistas al referirse al proceso de fundición del oro y de la plata y para explicar la forma de avivar el fuego describe, "...y con cinco o seis cañutos de caña ora más ora menos, tanto soplan, que este metal termina por fundirse y colar...". Según (Morán 2001), este sistema se utiliza hasta la presente fecha para avivar el fuego de las cocinas en la Provincia de Manabí, Ecuador.

2. Social

En el Ecuador, el valor social se muestra de varias maneras; La arqueobotánica (estudio de los usos ancestrales de las plantas a través de fósiles vegetales), indica que los bambusoides son las plantas que aparecen con más frecuencia en el Ecuador prehistórico, lo que sugiere que fueron bastante utilizados por las culturas aborígenes del Ecuador.

James Zeidler y Deborah Pearsall, quienes lideraron un equipo de investigadores del tema en la provincia de Manabí, han encontrado que los bambusioides, en especial la caña guadúa, han sido desde siempre la materia prima más utilizada por la gente para casi todas sus actividades cotidianas; posiblemente la cultura La Tolita llegó a fundir platino, con temperaturas mayores a 1770 grados centígrados, usando caña guadúa. Al mismo tiempo, la caña en estado verde previene incendios forestales gracias a su capacidad de acumular agua en sus tejidos y cavidades.

Para las etnias indígenas ha sido un recurso de inigualable valor, al punto que algunas lo consideran sagrado. Los shuar llaman a la guadúa *kenku* y la relacionan con la cosmogonía de la diosa Nunkui, la diosa madre, procreadora. Ella nace tras un recorrido a través de las diferentes secciones de la guadúa y luego se convierte en la madre de Etsa y Nantu: el Sol y la Luna. Pueblos indígenas de la Costa, como los tsáchila y chachi, se rapan cierta parte de la cabellera utilizando tiras verdes de corteza de guadúa.

Como Quito, varias ciudades coloniales del País utilizaron bambú durante su construcción. Un ejemplo es el convento de San Francisco, el techo de sus pasillos están armados con carrizo, moya y tunda, que fueron abundantes en las llanuras de Quito.

La ciudad de Guayaquil ha sido erguida con bambú, allí casi todas las construcciones son de este material o fue usado durante su edificación, en forma de soportes de lozas para grandes edificios, postes, andamios, caña picada para casas o cerramientos. En la ciudad de Lima-Perú la guadúa es conocida como caña de Guayaquil, porque fue construida con este material proveniente de la cuenca del río Guayas; y hoy más que nunca la caña guadúa tiene una demanda creciente en los países más secos del sur; Chile, por ejemplo, es un gran importador y re-exportador de guadúa ecuatoriana.

En los últimos tiempos, (1985-1989), la obra del Grupo MIRHAS-Perú, liderado por el Arq. Eliseo Guzmán Negrón construyó la denominada Isla en el Desierto en el Dto. de Piura, localidad de La Arena (Comunidad de Catacaos). Sus distinciones nacionales e Internacionales, relevan de mayores comentarios a esta obra, pionera del uso del bambú en Perú (Morán 2003). Lamentablemente esta obra fue destruida por un Fenómeno del Niño años atrás y hoy solo quedan historias de esta gran obra que nos muestra los impactos que podrían tener los desastres relacionados con el clima en esta área geográfica.

La guadúa como ídolo

Según (Morán 2001) un documento que reposa en el archivo Arzobispal de Lima (1725) denominado “visita general de idolatrías a diferentes pueblos de la Región de Cajatambo, para desarraigar las idolatrías que habían vuelto a renacer”, expresa que existía una “caña grande de Guayaquil, a la que le ofrecían de beber coca, chicha y otros productos....”

La caña guadúa, elevada al rango de ídolo, se cree se debía a que ésta procedía de la litera del “malquis” y por su origen exótico de las lejanas costas del Ecuador usada para sus rituales andinos.

La participación de la mujer

La mujer, especialmente en el área rural, tiene un rol importante en la cadena productiva y de negocios de la caña guadúa, papel aún invisibilizado. Por ejemplo en la provincia de Manabí (San Plácido, sector Altamira) Ecuador, la confección de latillas la realizan manualmente un grupo de mujeres. Estas latillas son comercializadas por intermediarios en la ciudad de Manta principalmente y sirven para la elaboración de cercos para delimitar territorios y límites de terrenos.

En esta misma provincia en el Municipio de Santa Ana se formó un grupo de mujeres de 21 comunidades quienes han trabajado toda la cadena de la guadúa, desde la obtención de chusquines, un taller artesanal, producción de latillas con máquina, centro de acopio, preservación de la caña y comercialización de la misma. Mónica Pico es una líder ambiental que gracias a su incorporación en el tema de guadúa ha consolidado esta capacidad de liderazgo en otros temas socioculturales de la comunidad.

3. Cultura

Ligada a la historia, el bambú en general y la caña guadúa como parte de estos, está la “cultura de la caña”, rica en hechos y fábulas, que aún en determinados espacios se recrea para que las nuevas generaciones aprendan tanto a valorarla como las diferentes técnicas para utilizarla.

Dado que la información (conocimiento) se transmite en la mayoría de nuestras culturas de manera oral, es importante rescatar primero el conocimiento tradicional acumulado por siglos que existe sobre la caña guadúa y luego compartirlo con los niños y jóvenes para así no perder este patrimonio inmaterial que forma parte importante de las culturas de Ecuador y Perú. Los cambios generacionales y las costumbres “modernas”, están haciendo perder esta forma de transmitir información (conocimiento) de generación en generación.

Diferentes comunidades indígenas han utilizado el bambú desde épocas prehispánicas. En la actualidad, todavía se puede encontrar comunidades como los Cunas y los Cuibas (Colombia), quienes utilizan cuchillos de bambú (*Olyra latifolia*) para cortar el cordón umbilical de los recién nacidos por sus propiedades antimicóticas; poblaciones negras del Choco fabrican un ungüento contra el piojo del cabello.

Algunas especies de bambú (*Pariana sp*) son utilizadas en la región amazónica para combatir la mordedura de serpiente y la ceniza de sus hojas como cicatrizante. Los Ticunas en cambio utilizan otras especies de bambúes (*Guadua glomerata*) para combatir la tos y el sarampión. Ellos utilizan también los culmos para fabricar los bastidores o “yanchamas” sobre los cuales templean las cortezas de árbol que extraen para decorar, y en la fabricación de flechas para la cacería; y los entrenudos de otro bambú (*Guadua weberbaueri*) los utilizan en la elaboración de instrumentos musicales.

Por otro lado, los géneros *Aulonemia*, *Chusquea*, *Neurolepis* y *Rhipidocladum* son utilizados en la región Andina por comunidades que allí habitan, entre los 2000 y 3000 msnm.

La especie *Aulonemia quedo* se emplea en la fabricación de instrumentos musicales, de cerbatanas, en la cestería y como alimento de cuyes. *Chusquea scandens* es utilizada en la construcción de viviendas y en la cestería; otras especies de *Chusquea* se emplean como alimento para especies menores.

En los páramos las hojas de *Neurolepis* se utilizan para el techado de las viviendas. En las tierras altas, desde Colombia hasta Bolivia, los culmos de *Rhipidocladum harmonicum* se emplean en la fabricación de instrumentos musicales tales como flautas, quenás, rondadores y zampoñas, y el agua de los entrenudos se reporta como medicinal para curar enfermedades renales.

Para las comunidades que habitan entre los 0 a 2000 msnm, la *Guadua angustifolia* es el bambú más utilizado principalmente en labores agropecuarias y artesanales; la especie *Rhipidocladum racemiflorum* se emplea como planta ornamental y sus culmos se utilizan para la fabricación de fuegos artificiales y papelotes.

Tecnologías ancestrales en riesgo

Las tecnologías ancestrales muy utilizadas en el manejo de la caña guadúa, se ponen en riesgo por los fenómenos climáticos y sus impactos como la migración. Las tecnologías ancestrales de mayores reconocimientos están las siguientes:

- i) observación de la luna.-** se corta la caña solo cuando la luna está en su fase de cuarto menguante.
- ii) horas para el corte de la caña.-** Proceder al corte en las primeras horas de la mañana y antes de que el sol aparezca, es decir de 4H00 a 6H00 y si la mañana es nublada, prolongan el plazo hasta las 9H00.
- iii) el nivel de la marea.-** proceder al corte en momentos que las fuentes de agua cercanas, como ríos, lagos, esteros, mar, etc. se encuentren en su más bajo nivel (bajamar).
- iv) época del año.-** Se corta solo en épocas secas, absteniéndose de hacerlo en periodos de lluvias.
- v) curado o vinagrado.-** “Curar” en el guadual significa, preservar el bambú, antes de que éste, salga del bosque, plantación o “mancha”. Consiste en lo siguiente: *i) Es cortado sobre el primer nudo y sin dejar cavidades; ii) Se deja en el propio lugar de corte, sobre el “tocón” de su base, sobre una piedra o sobre un ladrillo, lo más vertical posible, apoyado o recostado sobre los bambúes vecinos, con sus ramas y hojas respectivas; iii) Se lo mantiene en esta posición durante el lapso de 2 a 3 semanas*
- vi) preservación:-** mediante humo, aguardiente y taninos.

4. Economía

La economía de la caña guadúa es de carácter compleja y se la visualiza en tres niveles: i) a nivel micro forma parte importante de las microfinanzas rurales, ii) a nivel meso es una economía de complementariedad, y, iii) a nivel macro se convierte en una economía de alto riesgo (experiencias en inversiones realizadas en plantaciones con caña guadúa en la Costa del Ecuador).

A nivel micro

La economía campesina en Ecuador y Perú se distingue por varios aspectos entre estos su carácter rural, solidaria y con prácticas ancestrales como el trueque o el prestamano. En este contexto las microfinanzas rurales se desenvuelven y como parte de ellas se encuentra la *Guadua angustifolia*.

Por un lado el uso de la caña en la vivienda rural, en la infraestructura productiva (galpones, cercos, postes, tutores, acueductos y otros); y de otro lado el uso de la caña para proteger o restaurar activos productivos como es el suelo (protección de riveras de ríos, protección de taludes, corrección de cárcavas); la comercialización de la caña; y la riqueza cultural asociada a lo económico como son las unidades de medida que aún se utiliza en los procesos locales de comercialización, tal es el caso en la provincia de Manabí donde es común el término “balsa” para referirse a un grupo de 22 cañas. Todo esto configura un panorama económico que tiene variantes en cada sitio con diferentes actores, mecanismos o procesos.

En el Perú es tradición cortar las cañas y apilarlas a filo de carretera hasta dónde llegará un comprador y se establecerá el negocio de compra-venta. En el Municipio de La Florida (Sr. José Castañeda) practica esta forma de venta donde recibe entre 6 a 7.50 soles por una vara de caña de 6 a 7 m de longitud, esta misma en Chiclayo tiene un precio de 12 soles. Esta caña luego es comercializada en Lima. Tienen décadas realizando esta actividad económica que se fundamenta en la confianza entre propietario del guadual y el intermediario.

En el norte del Perú (zona de estudio) se aprecia a través del tiempo no solo la escalada de los precios sino que va asociada al valor e importancia que la caña tiene hoy. Los campesinos manifiestan que solo hace unos años se “regalaba la caña”, luego se empezó a comercializar a razón de \$ 2 soles (US \$ 0.80--1,0 dólar = 2.5 soles) una vara (6 m de longitud de la caña), actualmente se vende a nivel de finca entre 6 y 9 soles (US \$ 2,4 y 3,6) y este mismo producto en Chiclayo tiene un precio de 13 soles (US \$ 5,2)

Cuándo el cambio climático puede afectar positiva o negativamente el negocio de la caña

En Perú durante la temporada de fuertes lluvias el número de intermediarios que comercializan la guadúa disminuye, lo cual es un efecto positivo para algunos comerciantes que tienen escasa competencia, también en esta época aprovechan y comercializan solo caña madura con longitudes de 7 a 8 m, lo cual resulta positivo para el rodal de guadúa por cuanto los culmos que aún están jóvenes, tendrán el tiempo adecuado para llegar al estado de maduración que es el recomendado para aprovechar.

De otro lado y ocurre con frecuencia en Ecuador que la presencia de eventos extremos como el Fenómeno del Niño, desencadenan problemas a nivel de infraestructura que generan una gran demanda de cañas para construcción temporal de viviendas, puentes, entre otras.

A nivel meso

Se le denomina una economía de complementariedad, porque se convierte en un complemento más que un sustituto de otras economías generadas a partir de la producción agropecuaria y forestal, aunque en algunos casos específicos la economía de la caña se convirtió en la más importante dado la ocurrencia de factores como baja de precios, incremento de insumos, entre otros. En el alto Piura, Perú, algunos campesinos manifiestan que obtienen mayor rentabilidad de la caña que de sus cultivos tradicionales como cacao, café o arroz, estas versiones requieren ser comprobadas con estudios que permitan analizar con mayor profundidad la economía campesina en general y el aporte de la caña a esa economía, lo cual puede dar “luces” para plantear proyectos que mejoren ostensiblemente la situación socioeconómica de las comunidades rurales a partir de un manejo sustentable de la caña.

En este nivel se generan las pequeñas y medianas empresas, por ejemplo en la provincia de Manabí, Municipio de Santa Ana, Galo Olguin es un maestro que trabaja con caña guadúa hace ocho años, confecciona muebles, artesanías, realiza decoraciones, construye viviendas, él capacitó a cuatro personas que forman parte de la microempresa.

En cada lugar existen diferentes maneras de comercializar la caña, lo cual depende de la demanda del producto principalmente, por ejemplo en el Municipio la Florida el 99% se comercializa en forma rolliza. En San Plácido (provincia de Manabí, Ecuador) se comercializa en forma de latilla

Un tipo de caña que se comercializa y otro para usos locales

En el norte del Perú, los propietarios de los guaduales utilizan una estrategia diferenciada para el comercio y el uso de la caña también conocida como “Guayaquil”:

Cañas que se comercializan:

- Sin espinas
- Tallos gruesos
- Se cortan sin importar el estado de la luna
- Se cortan sin importar su estado de madurez

Cañas que serán utilizadas localmente

- Solo se cortan las hechas
- Se cortan de acuerdo a la luna y en la tarde
- Las más amarillas
- Con espinas

En otras localidades de ambos países, la mejor caña caracterizada por el diámetro del tallo se destina a la venta, mientras las de diámetro menor son utilizadas para cercas y otros usos agropecuarios en sus fincas.

La demanda en los mercados, las necesidades de solventar problemas económicos urgentes de los productores de la caña, la escases de fuentes de trabajo (comerciantes intermediarios han hecho su modo de ganar dinero de esta actividad), influyen en el buen manejo y aprovechamiento de la caña.

¿Quiénes son los intermediarios?

En el Perú los intermediarios son personas de la misma comunidad, agricultores que poseen plantaciones de café y cultivos de arroz. La lógica es que hasta que las cosechas de arroz y café estén listas, se dedican al negocio del Guayaquil.

En la mayoría de situaciones en el Perú, es el intermediario quien realiza la labor de cortar las cañas en los rodales previo acuerdo establecido con el propietario. Una vez que se hayan cortado las cañas se contabilizan y se procede al pago.

Las variaciones que puedan ocurrir con el clima y que afecte la provisión de materia prima, afectará directamente a este sector productivo de las pequeñas y medianas empresas que se han especializado en el uso de la caña guadúa.

La ganancia del intermediario es la punta.- la parte final de la caña conocida como cuje en Ecuador y punta en Perú, es la ganancia del intermediario en el Perú la negocia a razón de 0.50-1,00 soles.

El diámetro de la caña determina el precio.- en el Perú cañas con diámetros pequeños (delgados) reciben precios entre 1 y 2 soles y se conoce como caña de segunda o tercera calidad

Cuando el intermediario del negocio se convierte en técnico.- el comprador invierte en fertilizante (úrea), algunos tienen cuidado en permitir la regeneración, porque al año regresa a la mancha para cortar nuevamente

Cómo se realiza el negocio de la caña en el Perú.-el intermediario corta el gradual y luego cuentan las cañas que son pagadas al productor

A nivel Macro

A este nivel la situación es diferente a las anteriores, quienes intervienen en la cadena de la caña, son por lo general empresarios con experiencia en productos similares a los de la caña guadúa, e incluso se producen situaciones como las comentadas seguidamente:

Cuando la caña solo se la mira desde la óptica económica o generadora de ingresos monetarios.-Tanto en Perú como en Ecuador pequeños agricultores y empresarios que poseen importantes superficies plantadas con caña guadúa, tomaron la decisión de eliminarla (perderla) por cuanto no genera ingresos económicos. Esta visión economicista hace perder de vista los otros beneficios de la caña como por ejemplo los ambientales.

El Boom de la caña guadúa...percepciones desde inversionistas

Algunos inversionistas de la provincia del Guayas manifiestan que hace cinco años aproximadamente había una suerte de “fiebre por plantar caña guadúa”, se hicieron importantes inversiones, pero el no tener un mercado adecuado ha desestimulado la inversión privada. Las plantaciones de caña guadúa sustituyeron a plantaciones de banano y ahora una vez que la caña guadúa fue eliminada están cubiertas de pastos. Estos mismos actores opinan que el tema del Cambio Climático “está en las nubes, no aterriza”

La caña guadúa en la economía internacional.

La comercialización de la caña guadúa entre Ecuador (proveedor) y Perú (comprador) tiene una larga historia que ha generado una dinámica económica especial, varios actores participan, es generadora de empleo en Huaquillas personas de nacionalidad peruana trabajan en depósitos de compra venta de caña.

Según Álvaro Cabrera (INBAR), aproximadamente 6'000.000 de tallos de caña guadúa se comercializan desde el Ecuador a Perú anualmente (esto viene de una zona de alta ilegalidad). El año 2011 del Municipio la Florida se exportó US \$ 6.000 en caña guadua. En general en Ecuador y Perú, no existen registros formales sobre el comercio de guadúa, de ahí que todos los cálculos sobre su comercialización, transportes, consumo, son especulativos.

Tanto en Ecuador como en el Perú, los precios varían en función de varios factores como son la cantidad y calidad de caña, las distancias desde el sitio donde se encuentra las matas o rodales naturales o plantados (entre más distante es el sitio se paga menos), tiene un peso importante en el precio las relaciones entre los intermediarios y los productores, la demanda y oferta en determinadas épocas del año, los proyectos que hayan en los entornos cercanos, entre otros.

La Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI), identificó al Bambú como uno de los catorce productos con mayor potencial exportador para el Ecuador. La experiencia del país en el uso de la caña y el desarrollo de productos de este material a nivel mundial, justifican esa selección. Un estudio realizado por CORPEI(2003) señala el potencial de productos a base de caña guadúa a exportar desde Ecuador:

Cuadro No. 11. Potencial de exportación de productos derivados de la caña guadúa (CORPEI 2003)

Producto	País
Caña rolliza preservada	La región - Perú
Cerramientos, estacas y gloriets prefabricadas	Estados Unidos
Brotos frescos, empacados al vacío	Estados Unidos
Pisos, paneles y enchapes de medidas especiales	Europa
Muebles, persianas y subproductos	La región - Perú

La relación comercial Ecuador-Perú: Cañas rolliza preservada

A pesar de que no existen datos oficiales, se estima que Perú consume, aproximadamente, unos 6 millones de cañas anualmente, esta cantidad se ha mantenido y ha aumentado de acuerdo a observaciones realizadas por INBAR y técnicos de Agrocalidad. Su uso está generalizado en diferentes actividades, principalmente en las zonas costeras como elemento de construcción y decorativo para las casas de playa, cerramientos, áreas recreativas, etc. Actualmente la costa sur también está teniendo un gran desarrollo turístico, razón por la cual se prevé un incremento en la demanda.

Perú ha promulgado una nueva norma para la construcción de viviendas con bambú, lo cual hace prever que la demanda de la caña Guayaquil se incremente sobre todo para la construcción formal, dando así un giro en la relación comercial entre ambos países.

El producto identificado que podría ser exportado a Perú es la caña rolliza de 6 m. de largo por 11 a 14 cm. de diámetro, cortada técnicamente, secada y preservada. Aunque Perú posee grandes extensiones de producción natural de bambú, aproximadamente unas 400.000 has. de diversas especies, su aprovechamiento es difícil por lo inaccesible de su ubicación.

En la actualidad, existen iniciativas, tanto del sector público como de organizaciones no gubernamentales, para la planificación y explotación sostenible de este recurso, pero todavía la producción local no puede autoabastecer la demanda interna, sobre todo de la región costera.

Para suplir la demanda, Perú importa del Ecuador la caña guadúa, sin embargo, las estadísticas existentes, de diversas fuentes, solo registran un 10% de lo que ingresa, razón por la cual las proyecciones de la demanda de ese país, están sujetas a la apreciación de los actores involucrados directamente en el comercio de este producto, quienes estiman que ingresa al Perú un promedio anual de alrededor de 2'500.000 cañas de origen ecuatoriano.

Por otro lado, las exportaciones peruanas de bambú son marginales, han tenido un comportamiento errático, el promedio anual en los últimos 3 años ha sido de \$3.000 valor FOB. Los países de destino de esas exportaciones son Estados Unidos, Venezuela y Chile.

El comercio de la Caña de Guayaquil se inicia en la Frontera con Ecuador, desde donde ingresa. Los dueños de depósitos y los transportistas son los reguladores del comercio y del precio de este material. A través de toda la costa peruana se va distribuyendo el producto a los depósitos que están en las diferentes poblaciones costeras.

En Lima, la caña Guayaquil se la encuentra en los depósitos de materiales de construcción de la periferia de la ciudad. Se vende junto con otros materiales y fibras naturales como la totora. El precio promedio es de US\$ 3.50/ caña, lo cual deja interrogantes puesto que en Máncora los precios son mayores como se puede observar en el cuadro No.12.

Cuadro No. 12. Precios Compra - Venta levantados en Màncora – Perú (\$Usd dólares)

Lugar	Precio 6m compra Ecuador	Precio 6m venta Ecuador
Ferretería Jean Carlos	\$ 2,63	\$ 4,51*
Centro de acopio Emilio	\$ 3,00	\$ 4,51*
Acopio Dionincio Vega	\$ 3,00	\$ 4,51*

Fuente: Puente (2012).

El cambio de Soles a dólares utilizado fue de \$2.66

*No incluye costos de transporte y/o otros gastos de internación

Aunque la caña Guayaquil está muy bien posicionada en este mercado, el comercio informal y cerrado que existe en la frontera ha desestimulado el ingreso de nuevos productores - exportadores, que podrían proveer cañas de mejor calidad al mercado peruano. Sin embargo, no han podido hacerlo debido a la dificultad de acceder a territorio peruano por la frontera terrestre.

Estas limitaciones están afectando la imagen del producto, pues al no haber oferta confiable, en volúmenes y calidad, los dueños de depósitos de Lima, ofrecen a los clientes la caña nacional (peruana), que no tiene las mismas características que la guadúa ecuatoriana.

Los exportadores ecuatorianos tienen oportunidades y desafíos para reposicionar la caña de Guayaquil, y aprovechar todo el potencial de uso en segmentos de mercado más especializados, al ofrecer un producto seco y preservado que garantice su durabilidad (CORPEI 2003).

¿Cómo se estructura el precio de la caña?

Se estructura en función de varios factores, que pueden ocurrir todos o la mayoría en un momento determinado o de manera sistemática; estos son: el mercado (la demanda y la oferta), la historia y tradición del sitio (ejemplo la caña proveniente de Ecuador que es comercializada en el Perú), la habilidad del comerciante, las relaciones familiares y sociales entre productores e intermediarios, las necesidades del productor, el acceso a los guaduales y el estado de las vías de transporte menor y mayor, el estado legal del aprovechamiento y comercialización, y, el estado de las economías próximas a la caña guadúa (por ejemplo café, cacao y otros).

Desde cuándo se comercializa la caña

Es interesante observar en el Perú (cuenca del Río Piura) que muchas plantaciones de caña se establecieron hace 50 o más años e incluso algunos agricultores mencionan que la caña está desde hace aproximadamente 100 años. Pero solo hace 25 años empezó el comercio de la misma en esta área.....testimonios de los comuneros de Cilia, en la provincia de Huancabamba, mencionan que antes regalaban la caña "ahora nadie regala", porque la caña está dando vida al pueblo e incluso cuando las cosechas o la comercialización de sus productos generadores de ingresos como son el café y el cacao no son buenas, la caña es la que "salva" la economía familiar, de ahí que incluso se la venden aún no estando maduras o hechas.....

Cuándo el fonotipo y quizás el genotipo tienen influencia en el mercado

En el Perú comerciantes intermediarios como Antonio Rojas (tiene 10 años en este negocio) manifiestan que la caña conocida como "bobo verde" y la Guayaquil tienen mucha aceptación en el mercado, no así la caña color amarillo hueso (que presenta características especiales como más dura, más espinas) la que le interesa menos al mercado.

En Ecuador existe una marcada diferenciación entre la caña brava (guadúa con espinas) y la caña mansa (caña sin espinas). La diferencia radica en su dureza y aparente resistencia al ataque de plagas (polilla). Los comerciantes manejan algunas claves para diferenciar las cañas bravas y mansas (diámetros, formas, entrenudos). A pesar de esta diferencia, científicamente corresponden al mismo género y especie (*Guadua angustifolia* Kunth).

Percepciones sobre la calidad de la caña

Para algunas personas visitadas, la caña que se cosecha en el valle del río Piura es mejor que la de Ecuador y tiene mucho mercado, especialmente para usarla en la parte estructural de viviendas por cuanto su resistencia es mayor (dadas las condiciones donde se desarrolla en una formación vegetal de bosques seco, es de esperarse que tenga mayor resistencia que una que provenga de una zona húmeda). Los principales atributos comentados de esta caña son que sus canutos son más cortos y las paredes son más gruesas y está libre de líquenes en sus tallos.

Para conocer si la caña ha perdido humedad o está seca, se procede a tocarla y dependiendo del tipo de sonido que produce el impacto, se determina su condición de humedad.

Se clasifica la caña, de acuerdo a la edad, en tres tipos de clase en Perú (cuenca media del Río Piura): a los tres años se cortan las cañas de tercera clase, a los cuatro y cinco de segunda y a los seis años se corta la caña de primera clase

Una gran mayoría de actores de la cadena de la caña guadúa no diferencia cuando una caña está madura, hecha o verde.

Productividad en el aprovechamiento de la caña

Según Eugenio Rojas, jornalero de la caña en el Perú, manifiesta que un jornal corta y acarrea (distancias relativamente cortas) 50 cañas/día y recibe por esta concepto 25 soles, más la alimentación.

Estudios de cadenas de valor

En Perú y Ecuador se han realizado estudios sobre la cadena de valor de la caña guadúa, en Ecuador el ex SNV y CORPEI, en Perú CICAP, en Chiclayo específicamente ha realizado un estudio pasando de una cadena de producción a una cadena de valor formalizada.

En el "Diagnóstico de la Cadena Productiva de la Caña Guadúa en el Ecuador", elaborado por Enrique Cárdenas y Cristian Marlin del SNV, se menciona que "el principal producto que se comercializa a nivel de mercado local es la Caña Rolliza (Bambú Pole) verde, madura o hecha, se la utiliza principalmente en las plantaciones bananeras y de tabaco y para el mercado de la construcción, donde tiene mucha demanda, especialmente para andamios y en viviendas sociales.

El empleo que genera la caña guadúa

¿Cuántos empleos generan la cadena productiva y comercial de la caña guadúa?, es una pregunta que de tener respuesta puede aportar mucho a posicionar la caña guadúa en la agenda política de ambos países (Ecuador y Perú).

El uso del bambú en edificaciones o equipamientos para eco turismo ha generado el empleo de la mano de obra campesina, así como un nuevo motivo de diseño para trabajo de arquitectos y constructores (Morán 2003). También existen otras actividades generadoras de empleo como son la agricultura relacionada con la producción de cujes, centros de acopio, construcción de viviendas.

5. Tecnología

El nivel tecnológico de la caña guadúa es diferente en cada país y es diferente en cada fase de su silvicultura, transformación y comercialización. En general se lo puede calificar que aún está en un proceso de desarrollo y que el gran desafío será innovar tecnologías para adaptarse al cambio climático.

Propagación

La propagación se realiza por vía sexual (semilla) como por vía asexual (partes vegetativas). Los experimentos de propagación de semillas han mostrado alto porcentaje de germinación (entre 95 y 100 por ciento). Este método de reproducción sexual es difícil debido a las dificultades de recolectar suficiente semilla (Giraldo 1999). Los tres métodos vegetativos más eficientes, rápidos y económicamente factibles para la reforestación a gran escala, son: 1) crianza en vivero de brotes del rizoma, 2) segmentos de ramas laterales espinosas de la porción baja del culmo, y 3) métodos de cultivo *in vitro* de meristemos apicales y axilares (Londoño 1998 b).

Respecto a la introducción de la técnica de chusquines en Ecuador y Perú.

Una forma indirecta de maximizar el aprovechamiento del rizoma es la recolección de los brotes que aparecen cerca de la base del culmo previamente aprovechado. En Colombia son conocidos como "chusquines" y es el método convencional más eficiente por su alto índice de supervivencia y desarrollo. También se usan las partes aéreas de la planta que contengan yemas o tejido meristemático, que en contacto con el suelo genera una planta (Giraldo 1999).

La técnica de chusquines es conocida en Ecuador y Perú. En Perú para obtenerla se seleccionan las mejores cañas (buena altura y diámetro, tallo recto). En Perú se vende cada chusquin a razón de 3 soles.

Existe una marcada resistencia en Ecuador para el uso de esta técnica de propagación por chusquines, especialmente relacionada con el origen de los mismos. Entre el año 1998 al 2003, se importaron en forma indiscriminada y sin ningún control, chusquines desde Colombia, sin ningún tipo de registro del origen de estas plántulas que posteriormente fueron plantados en varias zonas de Ecuador. En la actualidad de acuerdo a los productores, las plantas traídas de Colombia no han funcionado bien de acuerdo a diámetros y alturas esperadas. Esto ha hecho que varias instituciones se encuentren empeñadas en desarrollar y promover métodos alternativos tales como la biotecnología y la propagación por ramillas.

Plantación y manejo de rodales naturales

Los sistemas silviculturales desarrollados para *G. angustifolia* en esencia no son tan disímiles con los aplicados a las especies forestales. Para la guadúa se han desarrollado dos sistemas silviculturales: 1) el manejo de la regeneración natural, y 2) el establecimiento de nuevas plantaciones. Cuando una plantación alcanza su máximo desarrollo productivo comercial (5-10 años, Castaño 1981) recibe los mismos tratamientos silviculturales que un rodal de regeneración natural. La tecnología de plantación es bastante difundida y no contiene aspectos complicados. En Perú la mayor parte de la caña ha sido plantada, lo cual se puede comprobar en zonas como Piura, Tumbes, Chiclayo, Huancabamba. Existen experiencias de plantaciones comerciales de bambú en Ecuador, donde se han utilizado todas las técnicas de propagación y plantación. Además algunas de estas plantaciones cuentan con certificación FSC para su manejo y aprovechamiento. Ej. Plantaciones del grupo Wong (Reybanpac, HDineagro, Acero vegetal, Consejo provincial de Pichincha, etc.).

Fertilización y abonaduras

La gran mayoría de los suelos destinados a la plantación de guadúa tanto en Ecuador como en Perú, son áreas que no son utilizadas para ninguna otra labor productiva, dado que han disminuido su capacidad natural en cuanto a propiedades físicas, químicas y biológicas por una sobreexplotación de estos suelos. Al no realizar tratamiento alguno con fertilizantes y/o abonos, los rendimientos son bajos y en un tiempo mayor, así la teoría reporta que se puede aprovechar un guadual entre 4 y 5 años, en estos suelos sin duda tardará más de 6 años.

Algunos ejemplos aislados se encontraron en las áreas de estudio como el uso de úrea, también en Perú se abona la plantación utilizando estiércol de cuy, los agricultores están convencidos de las bondades de los abonos naturales aplicados a la caña. Para muchos agricultores la caña guadúa cumple un papel importante en preparar suelo para cultivos o pastos. Consiste en manejar manchas de caña que luego quedan abonadas por la materia orgánica (hojas, mortandad de raíces y otras) y por acción de las raíces que mejoran la porosidad del suelo quedando así un suelo apto para cultivarlo.

Riego

En el Perú donde se tiene acceso al riego, se utiliza este para regar la caña guadúa y se lo realiza en un periodo de cada ocho días. Los agricultores manifiestan que a la caña “le gusta el agua” que en suelos con poca humedad si bien crece, no desarrolla bien quedando los tallos delgados y que este tipo de caña es considerada de tercera clase en el mercado.

En Ecuador y Perú los sitios donde se maneja la caña son las orillas de las vertientes, en hoyadas y ciénagas o lugares húmedos, tanto por las condiciones de humedad que allí existen como por cuánto la caña satisface sus requerimientos de agua fácilmente, además de cumplir un rol muy importante en la protección de las riveras.

Sitios preferidos para manejar la caña guadúa

La gran mayoría de personas consultadas (agricultores, profesionales de varias ramas de los recursos naturales y la economía, expertos en bambú) coinciden en señalar que los sitios preferidos para manejar (plantar o manejo de regeneración natural) son las riveras u orillas de ríos, quebradas u otros cursos de agua, en los ojos de agua (cabeceras de microcuencas), laderas, en terrenos de uso agropecuario y cerca de la casa. Sobre este último “cerca de la casa” es importante notar que la mayoría tiene manejo o al menos realizan entresacas o raleos con el objetivo de mantener limpio el guadual por temor a la presencia de serpientes.

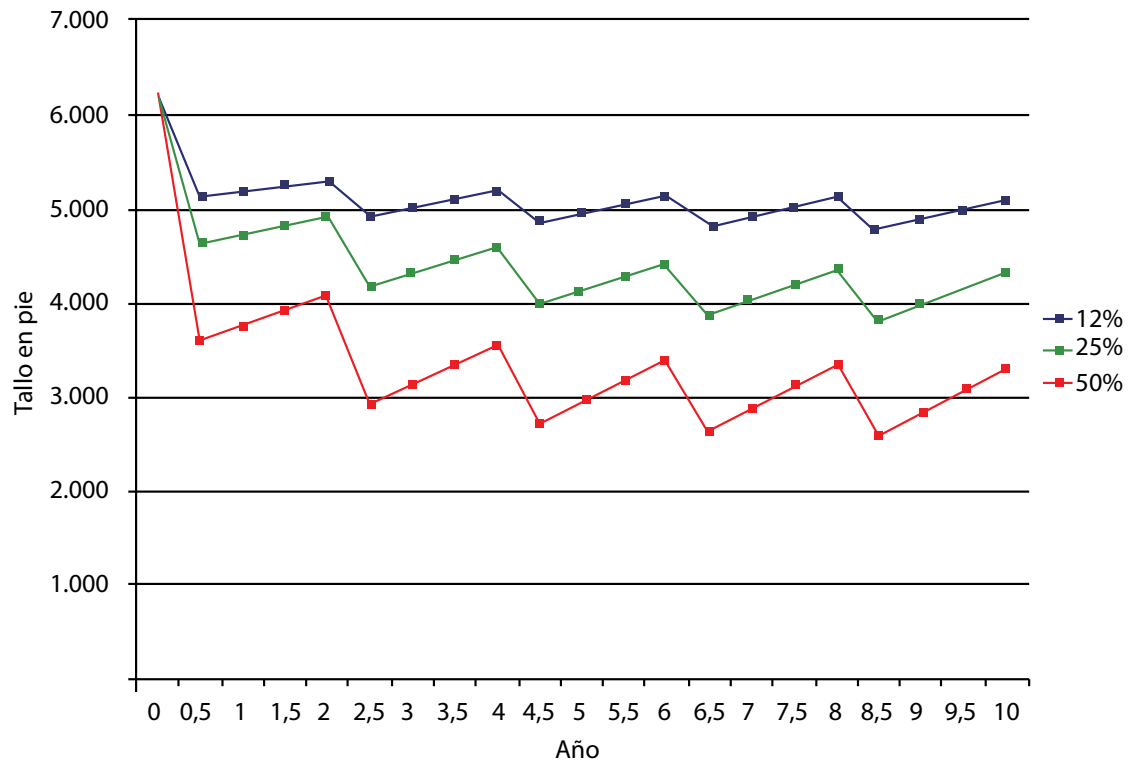
En Manabí, Ecuador, a las orillas del Río Chico (vía Portoviejo-Pichincha) se puede observar caña guadúa, también a las orillas del Río Portoviejo se ha reforestado con guadúa combinado con sauce con el propósito de lograr un mejor “entramado de raíces”.

Aprovechamiento

Si bien se reconoce la importancia de cortar la caña en luna menguante, cortar en las primeras horas de la mañana, en la estación seca y cuando la marea esta baja, pero cuando se debe cortar un volumen considerable de cañas, es difícil siempre hacer coincidir con estas tecnologías ancestrales. La luna menguante. Algunas personas queman las ramas para evitar espinas.

El estado ideal de un guadual se puede lograr a través de los aprovechamientos o entresacas sucesivas y periódicas planificadas con una combinación adecuada de bases científicas y técnicas tradicionales como las antes mencionadas. El aprovechamiento previamente planificado permite la sostenibilidad del recurso guadúa, así como la sostenibilidad económica y ambiental de un proyecto, lo que previene la degradación del mismo. Un ejemplo se muestra en la figura No.9.

Figura No. 9. Sostenibilidad del aprovechamiento (Morales 2004)



En la figura No.9. Se muestra el efecto del aprovechamiento sobre el total de tallos en pie con frecuencia de dos años, y diferentes intensidades de aprovechamiento (12%, 25% y 50%). Los segmentos (\) de la función representa la entresaca, mientras que los segmentos (/) representa la regeneración natural y tiempo de paso.

Curado

Es una tecnología tradicional. "Curar" en el guadual significa, preservar el bambú, antes de que éste, salga del bosque, plantación o "mancha". En Colombia, el "curado" de un bambú en la plantación, se denomina "vinagrado".

El procedimiento descrito por (Morán s/f) consiste en lo siguiente:

- El bambú es previamente seleccionado
- Es cortado sobre el primer nudo y sin dejar cavidades
- Se deja en el propio lugar de corte, sobre el "tocón" de su base (C-1), sobre una piedra (C-2) o sobre un ladrillo (C-3), lo más vertical posible, apoyado o recostado sobre los bambúes vecinos, con sus ramas y hojas respectivas. Se lo mantiene en esta posición durante el lapso de 2 a 3 semanas
- Al cabo del plazo mencionado, el bambú es colocado horizontalmente y despojado de ramas y hojas

Preservado y secado

De manera general hay dos grupos de métodos para la preservación y secado:

Los que usan componentes químicos con equipos simples o complejos, ya sean a nivel artesanal o industrial y,

Los que se guían por conocimientos tradicionales de grupos étnicos o campesinos, basados en la sabiduría popular que otorga la experiencia del tiempo.

Hay varias tecnologías que se utilizan para el secado tales como: secado del bambú al aire libre y bajo cubierta, Secadores solares para el bambú

Tecnologías para generar valor agregado

El desarrollo tecnológico está en proceso de desarrollarse, por lo tanto es menester continuar trabajando en mejorar el aspecto tecnológico de las unidades productivas, en el que países como China, Taiwán han venido liderando, con el propósito de disminuir los costos y automatizar el proceso de obtención de latillas, como insumo para la industrialización de la guadúa y lograr competir en mejores condiciones.

6. Legal

El tema legal vinculado a la caña guadúa ha sido abordado de manera limitada tanto en Ecuador como en Perú. Persisten problemas estructurales que afectan directa e indirectamente a la caña guadúa como por ejemplo la tenencia legal de la tierra, un elemento clave para el desarrollo de cualquier proyecto con caña.

Otro problema que es similar en Perú y Ecuador, que ocurre con productos forestales madereros y no madereros provenientes de los bosques naturales es la ilegalidad con la que se aprovechan y comercializan. La caña guadúa no está exenta de esta problemática. Hay distintas "aristas" de este problema, por ejemplo en el norte del Perú, los productores de caña del Municipio La Florida deben viajar hasta 6 horas a Cajamarca para obtener un permiso que les permita comercializar la caña, mientras su centro de comercialización se encuentra a 3 horas en la ciudad de Chilcayo.

El plan de manejo debe estar firmado por un Ingeniero Forestal de Cajamarca y no de Lambayeque (departamento cercano al Municipio la Florida).

Para Álvaro Cabrera (INBAR), la mayoría de la caña guadúa que se comercializa desde Ecuador a Perú es de origen ilegal, además no se registra la comercialización de guadúa con los códigos adecuados, de ahí que existen escasos registros de su exportación, mientras que a la vista de todos están los camiones que transportan a diario la caña hacia el Perú. Para Enrique Gonzalez (Profesor de la Universidad La Molina-Lima, Perú) el comercio legal en el Perú es de alrededor de 500.000 cañas/año.

Las plantaciones (bosques plantados) de guadúa no son registradas como tales (como plantaciones) y se consideran bosques naturales, lo cual implica que deben pagar como bosque (error de concepto).

No existe un marco legal exclusivo para la caña guadúa, excepto la normativa para construcción en Perú, la mayoría de cuerpos legales incluyen la caña guadúa como parte de normativas orientadas a ecosistemas como las normativas ecuatorianas para manejo y aprovechamiento forestal sustentable en Bosque Húmedo Tropical, o acuerdos ministeriales específicos como es el caso del Ministerio del Ambiente en Ecuador que promulgó un Acuerdo Ministerial, por medio del cual se establece un instructivo de cubicación de productos no maderables para controles forestales en vías terrestres donde incluye la caña guadúa y determina que la unidad de medida deberá ser el 1 m³ equivalente a 50 cañas de 12 cm de DAP por 6 metros de largo (Coronel 2012).

7. Político

Se distinguen dos grupos de políticas que están relacionadas con el bambú: Aquellas que promueven el manejo con fines económicos, sociales y/o ambientales; y las que se vinculan con cambio climático.

Políticas relacionadas con el bambú:

En los últimos años se vienen realizando esfuerzos importantes en Perú y Ecuador en la formulación de políticas específicas como vinculantes relacionadas con el bambú. En Perú existe un plan nacional para el desarrollo del bambú caña brava que ha sido inclusive actualizado por parte del Ministerio de Agricultura, este instrumento político se realizó con la finalidad de estimular las plantaciones de bambú con fines energéticos. También la normativa para construcción con bambú promulgada en Perú es el resultado de una voluntad y decisión política a destacarse. En el caso de Ecuador, donde tradicionalmente los gobiernos jamás habían tomado en cuenta el uso de materiales alternativos como el bambú, en los primeros años de la década del año 2000, se promulgó una política del Ministerio de Vivienda donde constaba el utilizar sistemas mejorados, con uso de materiales propios, entre ellos el bambú (Morán 2003).

La política de plantaciones forestales comerciales que lleva adelante el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca (MAGAP) del Ecuador, no incorpora para el año 2013 a la *Guadua angustifolia*, sin embargo existe la posibilidad que para el año 2014 esta especie forme parte de la propuesta técnica y financiera.

Los Gobiernos subnacionales del Ecuador pueden y deben jugar un rol importante en el fomento, manejo, comercialización y usos de la caña guadúa en los dos países. En Ecuador el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (Cootad) le otorga competencias a estos gobiernos y un ejemplo es el Consejo Provincial de Pichincha que tiene en la jurisdicción municipal de Pedro Vicente Maldonado un importante proyecto sobre bambú.

En Perú, el Municipio de Alaquiz mantiene proyectos de reforestación donde incluye la caña guadúa, especialmente en la parte alta de la microcuenca del Río Sapse. El año 2011 establecieron cuatro hectáreas en parcelas demostrativas, lo cual ha despertado el interés de los agricultores por plantar la caña. El Municipio vende cada planta de guadúa lista para plantar a razón de 0,50 Ctv. de sol. En esta zona el café, el cacao y la panela se exportan de ahí que existe la idea de plantar la guadúa para que aporte al proceso de certificación orgánica de los productos antes mencionados, lo cual resulta en una articulación con las políticas comerciales.

También existen normativas en Productos Forestales No Madereros (PFNM), otras orientadas a la gestión de riesgos y algunas del sector agropecuario que incorporan al bambú como parte de estas políticas.

Políticas relacionadas con el cambio climático:

Los impactos del cambio climático son cada vez más evidentes, sin embargo, las respuestas políticas actuales tienden a centrarse más en el impacto de las catástrofes repentinas, que en las consecuencias a largo plazo de estos impactos, de ahí que un primer paso en la incorporación de la adaptación a las políticas de mitigación es evitar políticas que generen externalidades negativas de la adaptación.

Por ejemplo, aunque la conservación de los servicios reguladores prestados por los bosques (tales como el control de inundaciones, o de la erosión y del clima) es fundamental para la adaptación la aplicación de medidas de conservación podría privar a las poblaciones locales de los países en desarrollo de los servicios o bienes ecosistémicos que reciben (alimentos, forraje y medios de subsistencia, entre otras cosas). Las necesidades de adaptación son específicas en cada contexto, de ahí que el mantenimiento de los bosques es fundamental si han de formar parte de las respuestas de adaptación de las comunidades (FAO 2011a).

Otra política vinculante al cambio climático que tiene poca atención, es la política sobre la migración medioambiental. Algunas catástrofes meteorológicas de gran repercusión y los malos presagios de estudios, como el Cuarto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y el informe Stern, han captado la atención de responsables políticos y medios de comunicación. No obstante, hasta la fecha, el tema de la migración por motivos medioambientales ha pasado desapercibido de forma general. Su complejidad, los problemas sobre la definición de "migrante medioambiental" y la difícil predicción de su gravedad han obstaculizado en cierta medida la concienciación sobre el tema y el impulso para la acción práctica (www.migracionesforzadas.org).

Las políticas para fomentar el uso del bambú, deberán tener un enfoque de sostenibilidad, la caña guadúa es más que sustituto de madera y mucho más que carbono. "un enfoque limitado, centrado exclusivamente en la función de los rodales de guadúa como sumideros de carbono en detrimento de los otros valores ecosistémicos, socioculturales y económicos, sería insostenible".

8. Institucional

La institucionalidad del bambú y/o la caña guadúa es débil, resulta irónico que siendo una especie que ha aportado desde tiempos inmemoriales a los habitantes de algunos países, no se le haya dado importancia y hoy no se cuente con una organización e institución que promueva un uso sustentable de este recurso.

Ximena Londoño experta en el tema de bambú manifiesta de manera categórica lo siguiente: *"En la actualidad, existe un interés mundial por el desarrollo y conservación del bambú debido a la escasez existente en el mercado de la madera. El recurso bambú ofrece una serie de ventajas comparativas frente a la madera que lo hacen más competitivo e interesante. Estas ventajas son: a) sostenibilidad en el tiempo, b) es un recurso renovable, c) Tasas de crecimiento altas, d) alta productividad, y e) generador de intensa mano de obra tanto en su proceso de cultivo y manejo como es su transformación"*.

Hoy día, países como China han invadido al mundo de productos derivados del bambú, los cuales le han generado ingresos por más de 3.5 billones de dólares.

Sin embargo, el bambú en América sigue siendo una planta sin protagonismo en las economías de la mayoría de los países latinoamericanos. Tenemos una visión romántica de este material la cual debemos superar mediante la acción colectiva del Gobierno nacional y local, de los centros de investigación y de las universidades, de los empresarios y de los agricultores, quienes mancomunadamente deben participar activamente en la transformación tecnológica e industrial de esta planta (Londoño 2006).

A nivel internacional, resalta la labor de la Red Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR), una entidad especializada y que promueve el uso del bambú en todos sus ámbitos. También algunos organismos Internacionales como la FAO ahora incluyen en sus informes bianuales “situación de los bosques del mundo” información sobre bambú. Otras organizaciones son la Sociedad Colombiana del Bambú, Asociación Mexicana del Bambú y Bamboos of The Americas (BOTA).

A nivel de los países de Ecuador y Perú no existe una institución que lidere el tema de guadúa desde el Estado, el sector privado por medio de empresas pequeñas, medianas y algunas grandes son los más involucrados. A nivel de la sociedad civil existen escasas ONGs que por medio de proyectos financiados sobre todo con fondos internacionales ejecutan proyectos como es el caso en el norte del Perú, la ONG CICAP (Centro de Investigación, Capacitación, Asesoría y Promoción). lidera un proyecto de bambú. También la CEPICAFE (Central Piurana de Cafetaleros) promueve exportaciones de cacao, café, panela de caña de azúcar y mermeladas de frutales. Es un actor institucional con mucha presencia en el norte del Perú que de hecho es un aliado en el fomento de la caña guadúa.

En Ecuador la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI), ha realizado estudios sobre la caña guadúa, así como el Servicio Holandés de Cooperación (SNV).

En ambos países la asistencia técnica ya sea por parte de los Gobiernos u otras organizaciones privadas o de la sociedad civil, es escasa, de ahí que se mantienen algunos aspectos técnicos que se deben corregir.

Recientemente se ha expresado por parte de los ministerios respectivos (Ministerio de Agricultura y Ministerio de Vivienda en Perú y MAGAP y Ministerio de Turismo en Ecuador) el interés por impulsar el desarrollo del bambú en estos países. Existe asimismo un fuerte involucramiento de Gobiernos locales-regionales-provinciales de estos países en el trabajo con el bambú (Ej. Gobiernos Provinciales de Pichincha, Guayas, Manabí en Ecuador, Gobiernos Regionales de Piura, Lambayeque, Cajamarca en Perú).

9. Información

Aunque la especie *Guadua angustifolia* tiene una historia larga de usos en Ecuador y Perú, la información disponible ha sido producida de manera dispersa y sin responder a un plan de investigaciones previamente elaborado. Las motivaciones personales y de un grupo pequeño de organizaciones e instituciones han promovido la mayoría de la investigación en guadúa.

El tipo de información producida ha sido acorde a la naturaleza de quien la promueve, por ejemplo la producida por la academia está bajo el rigor de la Universidad; la información Técnica- industrial por las empresas interesadas en el tema; la económica por actores de esta naturaleza y la social por ONGs y la participación de algunos Gobiernos subnacionales.

Dentro de los actores antes mencionados sobresale la Universidad que en Colombia, Ecuador y Perú ha generado importante información. Por ejemplo en Ecuador la Universidad Politécnica del Litoral y Universidad de Manabí. En Colombia la Universidad de Pereira, Universidad Nacional, Universidad de los Andes y Universidad Javeriana. En el caso de Perú la Universidad La Molina, Universidad Católica y la Universidad de Ingeniería han impulsado trabajos de investigación que se encuentran almacenados en bibliotecas.

En lo referente a la relación caña guadúa con cambio climático y particularmente con temas específicos como vulnerabilidad, es extremadamente limitada la cantidad y calidad de información que se encuentra.

Existen publicaciones que abordan de manera directa e indirecta los temas relacionados a la caña guadúa en general. De manera indirecta, por ejemplo la información obtenida a partir de estudios de Productos Forestales No Madereros o los efectos e impactos de los Fenómeno del Niño cuando del tema de viviendas se trata. También se han realizado estudios que generan información específica como los estudios de la cadena productiva del bambú (SNV s/f), el diagnóstico de la cadena productiva de la caña guadúa en la provincia de Manabí 2010 (Moreira 2010), el estudio de mercados internacionales para productos ecuatorianos derivados del bambú (CORPEI 2003), el estudio de línea base de la cadena productiva del bambú en Lambayeque, Perú.

Características de la información sobre guadua angustifolia

Dispersa.-la escasa información que existe se encuentra dispersa en diferentes instituciones públicas y privadas (nacionales e internacionales), por ejemplo el INBAR ha generado importante información, CORPEI en Ecuador.

Desactualizada.- una gran parte de la información no se encuentra actualizada, por ejemplo los datos sobre precios (locales, nacionales e internacionales) de la caña guadúa generan dudas en quienes conocen del tema.

Escasa.- dados los diferentes “ángulos” para abordar el tema de la caña guadúa como: histórico, cultural, social, económico y ambiental, la información que existe resulta ser extremadamente escasa.

Poco consistente.-la escasa consistencia de la información se puede apreciar, por ejemplo en los datos sobre superficie de tierra cubierta con bambú, que van desde 5.000 ha en todo el Ecuador (otros reportan 5.000 ha solo en la provincia de Manabí) hasta más de 30.000 ha.

Formación, capacitación e investigación

Una trilogía muy asociada a la información sobre *Guadua*, constituyen las tres disciplinas que, en conjunto, forman la base para la sustentabilidad de la caña guadúa; es muy difícil pensar el desarrollo de la guadúa sin que estas disciplinas estén fuertemente consolidadas: la formación sirve para brindar conocimientos técnico-prácticos, la capacitación para entrenar en temas específicos y la investigación para alimentar las dos anteriores. En Ecuador y Perú han actuado en épocas y caminos distintos, sin una adecuada articulación, por ello no se han constituido en el soporte que se desearía tener (Añazco 2010)..

10. Cálculo, análisis y discusión del Índice de vulnerabilidad para la variable capacidad adaptativa

Una vez realizado los análisis a cada uno de los nueve atributos (historia, social, cultura, economía, tecnología, legal, político, institucional e información), se procedió a calcular el índice de vulnerabilidad para la **variable capacidad adaptativa** que se refiere a la habilidad de evolucionar y adaptarse a un entorno cambiante (los sistemas naturales y humanos pueden retroalimentarse para superar los cambios), tal como se explicó en la sección de metodología. En el cuadro No. 13 se presenta los resultados obtenidos para cada atributo por ecosistema.

Cuadro No. 13. Índice de vulnerabilidad de la caña guadúa: variable Capacidad Adaptativa

Ecosistema	Historia	Social	Cultura	Económico	Tecnológico	legal	Político	Institucional	Información	INDICE DE VULNERABILIDAD X
Rodal natural	0.8	0.7	0.7	0.6	0.7	0.8	0.5	0.8	0.6	0.65
Plantación	0.5	0.5	0.8	0.8	0.8	0.7	0.5	0.5	0.7	0.63
Sistema agroforestal	0.9	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.7	0.72
Plantas dispersas	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1	0.21
X	0.65	0.52	0.62	0.60	0.6	0.62	0.50	0.5	0.52	0.55

Vulnerabilidad alta: 0.0-0.45

Vulnerabilidad media:0.45-0.75

Vulnerabilidad baja:0.75-1.0

La variable Capacidad Adaptativa presenta un índice de vulnerabilidad medio con un valor cercano a una vulnerabilidad alta (0.55), lo cual sin duda deja “la puerta abierta” para realizar un análisis más detallado a fin de tener mayor certeza a la hora de tomar decisiones sobre todo en materia de política pública, capacitación e inversión.

La historia de la caña guadúa muestra un índice de vulnerabilidad media (0.65), que constituye el más alto de la variable capacidad adaptativa. Sin duda que la historia de la *Guadua angustifolia* en los dos países es muy rica especialmente aquellas que se encuentra en los rodales naturales y sistemas agroforestales. Estos últimos presentan el índice más alto (0.9) probablemente porque los sistemas agroforestales están ligados a la cultura de la gente rural ancestralmente.

El atributo social muestra un índice de vulnerabilidad media (0.52), dentro de este las cañas que se encuentran de forma aislada tienen una vulnerabilidad alta producto de su débil estructura y funcionalidad (0.2). La vulnerabilidad social está muy ligada a la vulnerabilidad de la caña guadúa, de ahí es importante anotar que tanto en los ecosistemas de rodales naturales como los sistemas agroforestales la vulnerabilidad es baja, no así en las plantaciones donde la vulnerabilidad es también alta.

La cultura de la caña al igual que la historia y el atributo social, es muy rica en Perú y Ecuador, tanto es así que mucho del conocimiento ancestral sobre la caña se sigue utilizando como patrón de manejo de los guaduales como son las fases de la luna y estado de la marea para realizar cortes, sin embargo varias de estas tecnologías estarían en riesgo de desaparecer si los fenómenos migratorios se acentúan, puesto que gran parte de la información (conocimientos) se transmite vía oral de generación en generación, y por lo que se conoce los procesos migratorios o desplazamientos coartan esta forma tradicional de compartir información-conocimiento.

La economía de la caña guadúa registra un índice de vulnerabilidad media (0.60), sin embargo es importante anotar que las plantas dispersas son altamente vulnerables, contrariamente los sistemas agroforestales y las plantaciones en monocultivo son escasamente vulnerables lo cual es buen indicador a tomar en cuenta al momento de planificar una inversión con caña guadúa. A más de los ecosistemas donde se maneja la caña guadúa, el análisis económico incluyó algunos aspectos mercado, donde sí es preocupante por cuanto estos son muy limitados, complejos y vulnerables, aspectos que requieren un estudio con mayor detalle para generar mayor y mejor información que permita tomar las mejores decisiones y acciones.

Las tecnologías utilizadas en la caña guadúa difieren en cuanto a su desarrollo a nivel de cada eslabón de la cadena agroindustrial y de comercialización, no presentan signos de vulnerabilidad alta, probablemente el reto más grande está en la innovación de las tecnologías actuales frente al cambio climático, desde la mejora en los procesos productivos donde se incluye un mejoramiento genético frente a un nuevo escenario climático, pasando por procesos de transformación, industrialización hasta la comercialización y uso de los productos y subproductos de la caña guadúa.

Los aspectos legales si bien desde la óptica del presente análisis no reviste mayor preocupación, sin embargo es conocido que el aprovechamiento y comercialización ilegal es muy común y constituye un problema que se debe enfrentar urgentemente. De otro lado los cuerpos legales exclusivos para caña guadúa son limitados, la norma para la construcción con caña elaborada en Perú es un ejemplo excelente para aprender .

El atributo de política presenta el índice de vulnerabilidad más alto de la variable capacidad adaptativa (0.50), a más que son escasas las políticas generales para bambú, las específicas para caña guadúa y particulares para los ecosistemas donde se maneja son prácticamente inexistentes. La ausencia de políticas que vinculan a la especie *Guadua angustifolia* con cambio climático es probablemente un elemento que contribuiría a la vulnerabilidad general de la especie y/o los ecosistemas donde se encuentra.

El atributo que analiza la institucionalidad de la caña guadúa, al igual que el de política registra un índice de vulnerabilidad de 0.50, el cual se acerca a un nivel alto de vulnerabilidad. Esto obedece a la débil institucionalidad de la caña guadúa. Recientes acciones de los Gobiernos en Perú y Ecuador hacen presagiar un mejor escenario institucional para el futuro de este recurso.

La información también presenta un índice de vulnerabilidad medio pero muy cercano a alto (0.52). Aunque se ha producido información de carácter aislada, no obstante aquella específica orientada a la relación caña guadúa con el cambio climático es muy limitada, lo cual pone de manifiesto la necesidad que existe de generar este tipo de información para que haya una mejor toma de decisiones en materia de política pública.

Al relacionar los ecosistemas con cada atributo, en esta variable se generaron los índices de vulnerabilidad más altos de todo el estudio, corresponden a los atributos institucionales e información (0.10), otros como social, cultural, económico, tecnológico y legal presentan vulnerabilidad alta (0.2). También se registró el índice de vulnerabilidad más bajo de todo el análisis, fue el que relaciona a los sistemas agroforestales con el incremento del nivel del mar (0.90).

D. Cálculo del índice de vulnerabilidad total

El cálculo de la Vulnerabilidad (V) total del sistema caña guadúa se efectuó con base a lo explicado en el marco teórico y la metodología donde la vulnerabilidad está en función de las tres variables: Exposición (E), Sensibilidad (S) y Capacidad Adaptativa (CA). Se procedió a realizar el mencionado cálculo utilizando los resultados promedios obtenidos para cada variable como se señala a continuación:

$$\begin{aligned}V &= f(E, S, CA) \\ \text{Exposición} &= 0.60 \\ \text{Sensibilidad} &= 0.57 \\ \text{Capacidad Adaptativa} &= 0.55 \\ \text{Vulnerabilidad} &= f(0.60 + 0.57 + 0.55) \\ V &= 1.72/3 \\ V &= 0.57\end{aligned}$$

El índice de vulnerabilidad obtenido de 0.57 corresponde a una vulnerabilidad media del sistema, pero cercana a alta, lo cual deja un marco de análisis muy amplio para actuar, desde profundizar en el estudio de las variables y más aún en determinados atributos que sean de interés particular, hasta empezar la toma de decisiones en la elaboración de material para difusión y capacitación y el diseño de estrategias para actuar, intervenir en procesos ya sea en económicos, sociales, ambientales y/o sostenibles.



VII. CONCLUSIONES

Conclusiones generales sobre cambio climático:

1. La literatura sobre cambio climático da cuenta de una importante cantidad de información que permite construir una base teórica sobre el tema, situación que se ha dado tanto en Ecuador como en Perú, lo cual es loable, no obstante el número de personas involucradas es muy reducido, probablemente por dificultades de acceso por parte de los usuarios y por una limitada comunicación y difusión por parte de las autoridades competentes en ambos países.
2. Los diagnósticos a nivel nacional sobre la situación del Cambio Climático en ambos países han sido abordados de manera interesante, producto de ello y con apoyo del PNUD se tienen los informes de la Segunda Comunicación que recogen información técnica, económica, social, política e institucional. También se han realizado esfuerzos por parte del INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología) en Ecuador y el SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología) en Perú, para analizar las bases de datos sobre patrones climáticos. Producto de todo esto se ha construido escenarios del cambio climático para las próximas décadas y todos coinciden que habrá impactos en los recursos naturales de ambos países.
3. La política, legislación e institucionalidad sobre el cambio climático en Ecuador y Perú se puede calificar como un proceso en construcción importante que genera muchas expectativas, por ejemplo en Ecuador, la Constitución de la república aborda el tema de cambio climático, se construyó y fue difundida la estrategia nacional sobre cambio climático, se creó la Subsecretaría de cambio climático. En Perú se viene trabajando en la planificación y mejora de la gestión de riesgos; así como, en investigación aplicada y generación de información (censo agrario); El Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático y la normativa para construcción con bambú.
4. A nivel local, las acciones prácticas para enfrentar los impactos del cambio climático como metodologías y tecnologías son escasas en ambos países. Varios de los mecanismos utilizados vienen de las intervenciones anteriores como de programas de extensión participativa que en algunos casos tenían objetivos cercanos a los que se busca con cambio climático. A nivel global la incertidumbre es mayor, el mecanismo REDD+ que se lo promociona como un vehículo para mitigar los impactos del cambio climático aún no logra instrumentarse adecuadamente y sigue siendo solo una posibilidad.
5. Hay evidencias que los impactos del cambio climático están presentes en los dos países (Ecuador y Perú). El incremento de temperatura, cambios en los patrones de precipitación, eventos extremos, son entre otros los factores que más inciden en el microclima de las regiones estudiadas, como consecuencia la *Guadua angustifolia* se ha visto afectada por inundaciones, vientos, incendios y en menor grado por la presencia de plagas y enfermedades como es el caso de la plantación de la empresa HDINEAGRO S.A. en Tenguel Provincia del Guayas, Ecuador.

Específicas sobre Vulnerabilidad al cambio Climático:

6. La revisión de literatura sobre estudios de vulnerabilidad ante el cambio climático, registra estudios realizados a escalas grandes como eco regiones tipo Litoral o Costa, de recursos como el agua, de sectores como ganadería, de ecosistemas como los altoandinos; pero son escasos los estudios a nivel de especies. Los modelos utilizados se basan en información extrapolada a veces de otras regiones con condiciones ecológicas y socioeconómicas diferentes, lo cual dificulta acercarse a la realidad del objeto de estudio. El análisis sobre la vulnerabilidad de la *Guadua angustifolia* Kunth en las costas del Ecuador y Perú, se convierte en un análisis pionero realizado a nivel de una sola especie.

7. La caña guadúa mantiene vínculos estrechos con el cambio climático, particularmente con las áreas y las personas más vulnerables, en especial en lo relacionado a la presencia de eventos extremos como el Fenómeno del Niño, donde la caña ha jugado un rol preponderante porque se ha convertido en el material (a veces en el único) de más fácil acceso para la construcción de viviendas emergentes y de tipo social. Actualmente más de 500.000 viviendas entre ambos países utilizan la caña como el principal material para las paredes según los censos de Ecuador (2010) y Perú (2007).
8. El índice de vulnerabilidad para la *Guadua angustifolia* obtenido en el presente estudio es de 0.57, el cual corresponde a una vulnerabilidad media del sistema, pero cercana a alta. Esto implica que se deberán diseñar estrategias para el manejo futuro de la especie tomando en cuenta tanto los factores impulsores como aquellos que restringen los impactos del cambio climático sobre las personas vinculadas al recurso guadúa, la economía y el ambiente.
9. A nivel de las tres variables el índice de vulnerabilidad calculado registra un nivel medio. Lo anterior indica que habrá que poner atención al grado de exposición de la caña guadúa como ecosistema frente a las variaciones climáticas, así mismo estar atentos a observar los tipos de respuestas del ecosistema guadúa a las influencias climáticas, y a la capacidad de respuesta del ecosistema guadúa, sobre todo a nivel local en cada sitio y ecosistema.
10. A nivel de ecosistema donde se maneja la caña guadúa, es donde se encontraron las mayores diferencias de vulnerabilidad. Los monocultivos de las plantaciones son las que presentan los mayores índices de vulnerabilidad, los rodales naturales en cambio son los menos vulnerables, situación que deja aprendizajes importantes para el desarrollo de tecnologías de manejo del bambú cuya estructura y funcionalidad emulan a un bosque natural.
11. A nivel de atributos, los incendios presentaron los índices de vulnerabilidad más altos (0.48 en promedio) y están muy ligados al incremento de la temperatura, a la presencia de vientos y disminución de las precipitaciones, además se suma otro factor que es la gran cantidad de biomasa que producen los guaduales, la cual vuelve altamente vulnerable a un ecosistema compuesto por esta especie.
12. Los aspectos políticos, institucionales y la información, son después de los incendios los atributos que presentaron mayores índices de vulnerabilidad; estos temas son escasamente tratados en las agendas gubernamentales de ambos países. Los eventos extremos como el Fenómeno del Niño es también un atributo con un índice de vulnerabilidad alta.
13. Al relacionar los diferentes ecosistemas con cada atributo, la vulnerabilidad más alta se registró en la relación de los atributos institucionales e información con las plantas dispersas (0.10). También presentaron índices de vulnerabilidad alta en relación con las plantas dispersas los atributos social, cultural, económico, legal y tecnológico (0.20 en promedio).
14. Los índices de vulnerabilidad más bajos se obtuvieron al relacionar los sistemas agroforestales con los atributos historia (0.90), incremento del nivel del mar (0.77) y con la propiedad y superficie de la caña (0.74).15.- Existe un proceso de adaptación de la caña guadúa en términos ambientales y sociales, no así económicos: 1) ambientalmente la *Guadua angustifolia* ya se está adaptando a nuevas condiciones ecológicas, así lo demuestran los análisis visuales realizados al campo donde se la puede encontrar en sitios que están fuera de su distribución natural. Incluso la caña guadúa como tal no se la encuentra vulnerable así la temperatura suba 1°C ya que su rango de adaptación es amplio. 2) socialmente para el pequeño productor no es un problema mayor adaptarse a nuevos contextos climáticos dada su experiencia, él se sabrá adaptar a una guadúa delgada, pequeña si fuera el caso. 3) económicamente no se dispone de la información adecuada para realizar un ejercicio de análisis frente a escenarios de cambio climático.

Orientadas a la sostenibilidad de la especie:

16. La caña guadúa es una excelente especie que facilita en la práctica combinar la Conservación y el Desarrollo que permite enfrentar el cambio climático de una mejor manera. Por un lado los servicios ecosistémicos que brinda la especie tales como la protección hídrica en bosques ribereños, captura de CO₂, refugio para la biodiversidad, entre otros, son atributos para la conservación ambiental. De otro lado al convertirse en una alternativa validada para reemplazar la madera o para constituirse en el único material para construcción en determinadas áreas, todo esto genera una dinámica económica que permite crear empleos, constituye un aporte al desarrollo económico productivo de una región determinada.
17. La caña guadúa es una especie de amplia plasticidad que puede ejercer un rol en cualquier estado de salud que se encuentre un ecosistema dado; por ejemplo, si en un ecosistema el objetivo es **protección y/o conservación** de un área, la guadúa es una excelente opción por la estructura que forma al constituirse en un rodal que ofrece varios servicios ecosistémicos que influyen en la conservación de la biodiversidad, en la regulación hidrológica, en el cambio climático, protección del suelo, entre otros.
18. Si su cultivo se lleva a cabo correctamente, el bambú *Guadua Angustifolia* puede tener **una producción sostenida en el tiempo**. La composición ideal de tallos en un bosque de bambú es de aproximadamente un 10% de brotes, un 30 % de tallos jóvenes y un 60% de tallos maduros con una densidad media de 3000 a 8000 tallos por hectárea. Esto significa una producción de entre 1200 y 1350 tallos por hectárea cada año, y un método efectivo y alternativo a la madera de árboles para la producción de maderas laminadas y aglomerados (columnas, vigas, paneles, tableros, etc).
19. Para **restaurar** zonas degradadas es una alternativa viable. Si las condiciones climáticas y edáficas mínimas existen, la guadúa por su rápido crecimiento (se ha llegado a observar un crecimiento diario de 21 cm) y alta productividad puede transformar las áreas degradadas ya sea con el uso de la propia caña, o preparando el terreno para realizar otras actividades de revegetación y/o producción. Generalmente, el ciclo de crecimiento del bambú es de sólo un tercio de uno de un árbol de "rápido crecimiento", y su productividad por hectárea es del doble.
20. **Tecnologías**
 - 20.1. ***Guadua Angustifolia Kunth***, está considerada como una de las 20 mejores especies de bambú del mundo debido a sus grandes atributos que se resumen en: adaptabilidad climática, rápido crecimiento, aprovechamiento sostenible en el tiempo, multiusos, fácil manejo, versatilidad y flexibilidad. Entre sus usos constan: mobiliario y artesanía, infraestructura productiva rural, pisos laminados, industria papelera, carbón vegetal, industrias farmacéuticas, instrumentos musicales y viviendas. Sobre este último uso la guadúa constituye un material de construcción con un costo más efectivo, que además cumple fácilmente requerimientos ambientales y del International Building Code (IBC). De modo que se la puede catalogar a la guadúa como la especie vegetal del futuro.
 - 20.2. El desafío es procurar la adaptación de las especies mejoradas genéticamente para soportar climas adversos. El mejoramiento genético y la biotecnología constituyen herramientas tecnológicas que pueden aportar al desarrollo de investigaciones orientadas a obtener material vegetativo resistente o adaptado a los nuevos patrones climáticos.

21. Cultural

21.1. Los cambios en patrones climáticos como temperatura y precipitación, pueden causar confusión en las personas que se guían u orientan por conocimientos ancestrales. Por ejemplo: para determinar la madurez de la guadúa se recurre a observar la presencia de líquenes blanquecinos, que en forma de pequeños círculos o motas, cubren parcialmente el culmo de la guadúa madura. Todas estas percepciones pueden cambiar o generar confusión cuando los valores de humedad se alteren por efecto del cambio climático... *aún sin llegar a la madurez fisiológica la caña puede presentar musgos o líquenes...* esto se comprobó en el cantón El Empalme, Provincia de Guayas, Ecuador, donde la edad fisiológica no se determina por la presencia de líquenes, los cuales son inexistentes debido a la baja humedad del ambiente.

21.2. Hay al menos cuatro visiones muy generalizadas que habrá que deshacerlas si se desea que la caña guadúa se posea en las sociedades de países como Ecuador y Perú bajo otros conceptos y así poder lograr que forme parte de la agenda política y obtener apoyos financieros para el buen manejo de este recurso: se cree que es nativa de Asia; es vista por muchas personas con determinado menosprecio, se la considera como un recurso natural inagotable; se desconoce y no se informa los verdaderos beneficios que la caña guadúa puede otorgar ya sea en productos o servicios ecosistémicos.

22. Económicas

22.1. La economía de la caña guadúa es de carácter compleja y se la visualiza en tres niveles: i) a nivel micro forma parte importante de las microfinanzas rurales, ii) a nivel meso es una economía de complementariedad, y, iii) a nivel macro se convierte en una economía de alto riesgo (experiencias en inversiones realizadas en plantaciones).

22.2. Información económica clave, como la contribución de la caña guadúa a la economía de cada país y también a nivel de cada eslabón de la cadena de negocios de la especie, existe de manera limitada, lo cual no permite tomar decisiones certeras en materia de política pública, ni tampoco incidir políticamente.

23. Ambientales

23.1. La valoración a la caña guadúa está dada mayoritariamente por sus multiusos, lo cual excluye los servicios ecosistémicos tales como: aporte en el ciclo hidrológico, captura de CO₂, protección de la biodiversidad, protección del suelo, belleza escénica, entre otros. En algunos casos el aporte como servicio ecosistémico es determinante y se constituye en la principal razón para manejar el recursos guadúa.

23.2. La geodiversidad de Perú y Ecuador hace que se encuentre la guadúa en diferentes tipos de suelos con material parental diverso, lo cual no permite generalizar comportamientos y hacer recomendaciones, siendo para ello necesario estudiar los índices de sitio.

24. Legal

24.1. La ilegalidad es un aspecto preocupante en el contexto general de la caña guadúa: el aprovechamiento y el comercio ilegal afectan el recurso y las economías de productores y consumidores especialmente, lo cual incluso lejos de incrementar el negocio, lo coloca en riesgo.

25. **Institucional**

25.1. La institucionalidad de la caña guadúa es extremadamente débil, no existe una organización o institución que lidere el tema a nivel nacional en los países de Ecuador o Perú, las experiencias en procesos de cambio institucional e innovación institucional desarrolladas por la Red Nuevo Paradigma han generado varios aprendizajes que pueden ser utilizados para mejorar la institucionalidad del sector bambú.

26. **Política**

26.1. No existe en los países una política pública específica para la caña guadúa que oriente el manejo que se le debe dar a esta especie. De hecho La ausencia de políticas que vinculan a la especie *Guadua angustifolia* con cambio climático es probablemente un elemento que contribuiría a la vulnerabilidad general de la especie y/o los ecosistemas donde se encuentra.

27. **Información**

27.1. Existe una limitada información en cantidad y calidad sobre la *Guadua angustifolia* en Ecuador y Perú, esta información es escasa, dispersa, desactualizada y poco consistente. La información disponible ha sido generada por intereses académicos, comerciales, e incluso por motivaciones personales, sin responder a un plan estructurado que por un lado defina el tipo de información que requiere cada actor involucrado en la cadena de la guadúa y por otro asegure que una vez generada la información, ésta llegue a los diferentes usuarios.



VIII. RECOMENDACIONES

1. Institucionalizar este tipo de estudios sobre vulnerabilidad ante el cambio climático. Se sugiere realizarlos con una periodicidad de al menos dos años, para actualizar cifras, adaptarlo a la dinámica del mundo y sus nuevos conceptos, paradigmas y políticas, que permitan en el camino ir construyendo cambios para mejorar el estado de la caña guadúa en Ecuador, Perú y otros países. Sobre todo adaptarse a los nuevos escenarios del cambio climático para evitar asumir riesgos que pueden afectar la economía y el ambiente de la especie.

Económicas:

2. Realizar un estudio específico para determinar cuál es el aporte del bambú en Ecuador y Perú al PIB en los respectivos países. En otras palabras se recomienda realizar un estudio de la contribución de la economía de la caña guadúa a la economía nacional. Esto con el propósito de buscar incidir de mejor manera en la política pública. Se sugiere subdividir los aportes al PIB tanto de la silvicultura (fase de vivero, plantaciones, manejo, aprovechamiento y comercialización como materia prima) y de transformación industrial, artesanal u otros. Se recomienda también utilizar el método de matriz insumo producto.
3. Realizar estudios en el alto Piura (Perú) a nivel de comunidades campesinas que manejan guadúa con el objetivo de conocer el aporte a la economía campesina y así contrastar analíticamente con las versiones y percepciones de las organizaciones comunitarias de esta región.
4. Se recomienda realizar un estudio sobre la dinámica del comercio de la caña entre Ecuador y Perú especialmente sobre aspectos legales, volúmenes comercializados por época y tipo de producto, transporte, entre otros eslabones que forman parte de la cadena de comercialización entre estos dos países.
5. Estudiar el empleo que se genera en la cadena productiva de la caña guadúa, considerando las diferencias que se presentan cuando la especie es manejada en diferentes ecosistemas como rodales naturales, plantaciones en monocultivo o sistemas agroforestales.

En las recomendaciones económicas se sugiere que se ponga énfasis en las interacciones con el cambio climático, especialmente con la adaptación y vulnerabilidad, por ejemplo cual es el aporte de la caña guadúa en un fenómeno extremo como el Niño.

Culturales:

6. Profundizar y ampliar los estudios y/o análisis de la cultura de la caña guadúa para obtener insumos que permitan aportar en la construcción de políticas públicas. El énfasis puede estar en determinar algunos patrimonios tangibles como la casa de los abuelos en Manabí, Ecuador; las viviendas con quincha prehispánica en Piura, Perú y otras edificaciones con la quincha virreinal en Perú. Para el caso de Ecuador se sugiere acudir al Ministerio Coordinador de Patrimonio Natural y Cultural que ha realizado un inventario de este tipo de elementos culturales.
7. También se recomienda realizar estudios sobre el patrimonio intangible, especialmente el conocimiento ancestral sobre las diversas tecnologías utilizadas tanto en la silvicultura de la caña como en sus fases de transformación y usos.
8. Un aspecto que se debe corregir es el concepto que manejan muchos agricultores y técnicos al momento de destinar un suelo para establecer una plantación de caña guadúa, seleccionando el más degradado. Esta decisión tendrá repercusiones en la producción y productividad de la especie de bambú.

9. Otro concepto, en este mismo orden, es que varios agricultores tienen por costumbre no dejar ningún espacio de suelo libre de un cultivo y/o vegetación, aspecto importante desde la óptica de la conservación del suelo para evitar sobre todo erosión ya sea por causas hídricas o eólicas, donde la caña guadúa puede ejercer un rol importante desde la restauración del paisaje.

En las recomendaciones culturales, se sugiere sea planteado con la óptica de cambio climático.

Técnicas

10. Se recomienda tener especial cuidado en mantener una base genética bien diversa en los bancos de propagación para evitar que una posible plaga o enfermedad afecte las plantaciones, esto se logra renovando las plantas del banco periódicamente con chusquines obtenidos de bosques de guadúa con buenas características de desarrollo. Paralelo a esto se sugiere realizar estudios de mejoramiento genético para preparar a la especie *Guadua angustifolia* para soportar climas adversos.
11. Poner atención a las técnicas de aprovechamiento, son las que más deben mejorarse, dado que en una gran mayoría de sitios se aprovecha la guadúa sin que haya llegado a su estado de madurez, los cortes que se realizan se hacen con herramientas inadecuadas y a veces muy altos.
12. Se recomienda en las actividades de manejo y aprovechamiento, cosechar como máximo el 50% de los individuos maduros de guadúa, sobre todo en zonas expuestas a la presencia de vientos, ya que se pone en riesgo todo el rodal.
13. Realizar estudios de calidad del sitio para asegurar un manejo silvicultural sostenible en función de los diferentes factores de mayor influencia en la adaptación al cambio climático, productividad, resistencia a plagas y enfermedades y oferta de servicios ecosistémicos.
14. Dado que una gran mayoría de actores de la cadena de la caña guadúa no diferencia cuándo una caña está madura o hecha de una verde, se recomienda un proceso de capacitación sobre este tema en especial diferenciando actores (propietarios o vendedores, intermediarios, comerciantes mayoristas), tipos de bambú y los sitios donde se produce, transforma y comercializa. Adicionalmente será importante manejar el residuo de la cosecha o entresacas del rodal de guadúa en especial en época de bajas precipitaciones y altas temperaturas, puesto que puede convertirse en combustible para provocar incendios.
15. En cualquier iniciativa de capacitación en manejo de la caña guadúa en el norte del Perú se debe involucrar a los comerciantes intermediarios, por cuanto ellos están muy vinculados al mismo y poseen conocimientos importantes.

Ambientales:

16. Es necesario que se profundicen las investigaciones sobre las características morfológicas, taxonómicas, anatómicas, genéticas, ecológicas y de distribución geográfica, puesto que sin duda alguna aún no se han descrito todas las especies de bambú existentes, especialmente en zonas de transición entre el Litoral y los Andes donde existen cambios significativos de patrones climáticos como temperatura, precipitación y humedad que pueden estar afectando a las diferentes especies de bambú, lo cual dificultaría registrar el impacto del cambio climático debido a la limitada información que existe.

17. Evitar cambios de uso del suelo (para plantar guadúa) cuando existen bosques naturales a fin de que estos ecosistemas (así sean bosques secundarios) no se afecten, su función es brindar servicios ecosistémicos como protección del suelo, albergar una importante biodiversidad, captura de CO₂, entre otros. Es de mucha relevancia en áreas donde la deforestación es muy fuerte como en el área de Tenguel en la provincia del Guayas, Ecuador, mantener coberturas, bosques naturales, para evitar que el área sea vulnerable a los cambios de clima.
18. Promocionar un cambio de visión en el manejo de la guadúa. Por ejemplo, se sugiere que las manchas naturales de guadúa deben manejarse con criterios de sostenibilidad, bajo normas de productividad sin afectar el ecosistema y garantizar el doble propósito que cumplen en la naturaleza que es la protección de suelos, aguas, aire, vegetación y fauna asociada y simultáneamente la producción de madera para diversidad de usos.
19. Dada la diversidad de suelos, microclimas, de flora y fauna cultural de Ecuador y Perú; se recomienda analizar la productividad de la caña guadúa en diferentes zonas agroecológicas; se sugiere utilizar la metodología de análisis de Índice de Sitio.
20. Existe una relación directa entre captura de CO₂ y el agua en las plantas. Para el caso de la caña guadúa se han generado varias hipótesis sobre estos temas, con el propósito de aceptar o negar estas hipótesis, se recomienda calcular la huella ecológica de la caña guadúa: huella del agua y del carbono.

Institucionales:

21. Construir una estrategia para el fortalecimiento institucional de la caña guadúa tanto en Ecuador como en Perú. Se sugiere aplicar la metodología desarrollada por la Red Nuevo Paradigma relacionada al triángulo de la sostenibilidad, el cual se basa en tres ejes: 1) un marco orientador con claridad en principios, estrategias, políticas y objetivos; 2) capacidad institucional orientada a fortalecer talentos humanos, estructuras administrativas, formulación de normativas, innovación metodológica y tecnológica, capacitación y alianzas; 3) credibilidad institucional con una adecuada planificación, compromiso, comunicación y equidad.
22. Conformar alianzas estrategias con instituciones claves de los Gobiernos de Ecuador y Perú e incluir otras del sector privado y la sociedad civil con el propósito de realizar un inventario de la superficie de caña guadúa en los dos países (rodales naturales y plantaciones), así como de las otras especies de bambú.
23. Tanto en Ecuador como en Perú es indispensable que se cuente con un plan nacional de investigaciones de la caña guadúa, por ello se recomienda constituir alianzas estratégicas, sugerido en la recomendación anterior; elaborar un plan nacional de investigaciones para la caña guadúa que esté acorde con el marco de las políticas vigentes tanto de Perú como de Ecuador; que aborde las diferentes áreas vinculadas a la especie como: técnica, económica, social, cultural, ambiental, legal, política e institucional.
24. Buscar establecer acuerdos con instituciones educativas de secundaria y Universidades (pregrado y post-grado) con el propósito de incorporar el estudio e investigación de la caña guadúa en la enseñanza formal. Se recomienda elaborar un texto que sirva de guía, el mismo que debe abordar la mayoría de aspectos de la especie en Perú y Ecuador, también recoger la experiencia en Colombia, Costa Rica y México.

Las cuatro recomendaciones deberán tener como marco orientador la vulnerabilidad ante el cambio climático.

Políticas:

25. Diseñar una estrategia para incorporar la guadúa en la agenda política de gobiernos nacionales y subnacionales (provincias o departamentos, municipios, parroquias) en ambos países, con el propósito de difundir sus atributos, en especial su utilidad en la gestión de riesgos ante el cambio climático.
26. Realizar las gestiones ante el MAGAP (Ecuador) para que la especie *Guadua angustifolia* sea considerada en la propuesta de forestación y reforestación que lidera esta cartera de estado, con ello los interesados podrán acceder a subsidios, créditos y seguros.
27. Crear un espacio de diálogo permanente (con base a una agenda previamente elaborada) con actores vinculados directamente a la caña guadúa (productores, industriales, comerciantes) y con quienes toman decisiones políticas como Ministerios de Ambiente, Agricultura, Vivienda y otros; como medio para impulsar una política pública que favorezca el manejo sostenido de la caña guadúa.

Información y difusión:

28. Elaborar una estrategia que permita la difusión de la multifuncionalidad de la caña guadúa, convocando a actores estratégicos y enfocando en al menos tres ejes: Productos industriales, trabajar con las empresas vinculadas; productos no madereros con ONGS y otros actores de la sociedad civil; servicios ecosistémicos con Universidades y/o institutos de investigación. Sin duda queda abierta la puerta para contar con otros actores interesados en participar y en todos es importante la participación de las comunidades y/o los propietarios de los guaduales.
29. Para el caso específico con Universidades, desarrollar una estrategia que permita difundir la información sobre bambú generada en las Universidades de Ecuador y Perú, También desarrollar mecanismos para acceder a la información que se produjo en otros países, especialmente en Colombia, México y Costa Rica.
30. Impulsar un portal temático que incluya una biblioteca virtual con información o publicaciones relacionadas con el bambú en general y la caña guadúa en particular, además generar opciones para el diálogo virtual y conexiones con otros espacios virtuales vinculados a la caña guadúa como vivienda, créditos, entre otros.

MEDIDAS EN ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El uso de plantaciones de bambú como barrera de protección contra la crecida de ríos y quebradas y deslizamientos de tierra

Nombre de la medida: Uso del bambú para protección de ríos quebradas y pendientes

Objetivo de la medida y principales acciones: Aumentar la resiliencia de las áreas adyacentes a ríos y quebradas, así como las pendientes con el uso de plantaciones de protección de bambú (*Guadua angustifolia*).

- Acción 1. Fortalecimiento de las capacidades de productores, propietarios de viveros y funcionarios de municipios y juntas parroquiales sobre el uso del bambú para la proteger las orillas de ríos, quebradas y pendientes. (Propagación, plantaciones, mantenimiento y manejo).
- Acción 2. Establecimiento de plantaciones demostrativas de barreras protectoras de ríos y quebradas y pendientes que sirvan como escenarios demostrativos y de capacitación.
- Acción 3. Intercambio de conocimientos y experiencias entre técnicos, funcionarios públicos, productores y sector privado de Ecuador y Perú sobre los usos del bambú para protección de ríos, quebradas y pendientes.

EN MITIGACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO:

Medidas 1.

Establecimiento de metodología para calcular el carbono secuestrado por el bambú en bosques y plantaciones

Nombre de la medida: Metodología para calcular la capacidad de almacenamiento de carbono del bambú.

Objetivo de la medida y principales acciones: Establecer las condiciones para poder negociar los créditos de carbono almacenado en bosques y plantaciones de bambú.

- Acción 1. Formulación de un proyecto multi-sitio para validar la metodología desarrollada por INBAR y reconocida oficialmente para el cálculo de la cantidad de carbono almacenado por el bambú
- Acción 2. Desarrollo de capacidades para el entendimiento y uso de la metodología de cálculo de secuestro de carbono del bambú
- Acción 3. Réplica del proyecto en diferentes sitios.

Bibliografía

- Aguilar, M. 2007. Vulnerabilidad y adaptación al cambio climático de los pobladores rurales de la planicie costera central de El Salvador. GEF/PNUD.
- Aguirre, A y Galindo, P. 2004. Proyecto de factibilidad de exportación de muebles de decoración de sala de bambú a España, año 2004-2013. Tesis de grado previa la obtención del título de Ingeniero en Comercio Exterior e Integración. Universidad Tecnológica Equinoccial.
- Añazco, M., M.Morales, W.Palacios, E.Vega, A.Cuesta. 2010. Sector forestal ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible. Serie Investigación y sistematización No.8. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. Quito.
- Arias, L.M. y Hoyos, D.P. 2004. Cuantificación del contenido de carbono en suelos bajo rodales de *Guadua angustifolia* Kunth en el eje cafetero de Colombia y estrategias de manejo para su conservación como beneficio ambiental. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Banco Mundial. 2009. Desarrollo con menos carbono: Respuestas latinoamericanas ante el desafío del cambio climático, Washington D.C.
- Barco, D y Vargas, P. 2010. El cambio climático y sus efectos en el Perú. Moneda. Diagnóstico.
- Bo Lim; Spanger-Siegfried, E; Burton, I;Malone, E. y S. Huq (2005). Marco de Políticas de Adaptación al Cambio Climático: Desarrollo de Estrategias, Políticas y Medidas. Primera edición publicada por Cambridge University Press bajo el título Adaptation Policy Frameworks for Climate Chang: Develoment Strategies, Policies and Measures.
- Botero, L. s/f. Reproducción de la *Guadua angustifolia* por el método de chusquines. Guayaquil, Ecuador.
- Botero, L. 2002. Generalidades de la caña guadúa. Bamboo Export S.A
- Camargo, J.C.,Dossman, M.A., Cardona, G., García, J.H., Arias, L.M. 2007 Zonificación detallada del recursos guadúa en el Eje Cafetero, Tolima y Valle del Cauca: Municipios pilotos del Proyecto Manejo Sostenible de Bosques en Colombia (Guía metodológica y resultados). Ministerio de Ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial, Universidad Tecnológica de Pereira, Corporaciones Autónomas del Tolima, Quindio, Valle del Cauca y Risaralda. Pereira, Colombia.
- Canziani, O. y Díaz, S. 1997. Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad para América Latina. Capítulo 6. Informe especial. Organización Meteorológica Mundial. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Pp 36-38
- Castaño. F. 1981. Aspectos sobre el cultivo y el manejo de la bambusa *guadua* en Colombia. Primer simposio latinoamericano del bambú. Manizales, Colombia. 53 p.
- Castaño, F. y Moreno, R.2004. Guadúa para todos. Cultivo y aprovechamiento. Proyecto manejo de bosques de Colombia. Corporación Autónoma Regional de Risaralda. Bogotá.
- Castro, L. y Calva, B. 2005. Producción de biomasa y fijación de carbono en manchas naturales de *Guada angustifolia* Kunth, en el Cantón Santo Domingo de los Colorados. Universidad Nacional de Loja.
- Cenamo, M., Garzón, A., Pavan, M., Sandoval, M. y Stern, M. 2011. Análisis de REDD+ en ocho países de la cuenca Amazónica. Articulación Regional Amazónica (ARA).

- Centro de Investigación, Capacitación, Asesoría y Promoción (CICAP). s/f. Estudio de línea base de la cadena productiva del bambú en Lambayeque. Documento borrador. Perú.
- Chijioke, E. 1984. Suelos en las regiones tropicales húmedas de tierras bajas. Efectos causados por las especies de crecimiento rápido. FAO, Montes 21. Roma, Italia.
- CIIFEN / INAMHI / INOCAR. 2007. Información climática de amenazas hidrometeorológicas en las provincias costeras del Ecuador. Memoria Técnica. CONVENIO SARE-CAM. Guayaquil, Ecuador.
- Colombia. 2010. Programa de integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano. Metodología para el análisis de vulnerabilidad al cambio y a la variabilidad climática aplicada al área piloto. Documento de trabajo – versión 29/06/10. MDGIF, IDEAM
- Cooper, G. 2005. Bambúes de las Américas (BOTA) es un programa de acción para la conservación de bambúes. Primer Congreso Mexicano del Bambú. México.
- Coronel, J. 2012. Normas para el procedimiento, del manejo y aprovechamiento forestal sustentable de madera en bosque nativo húmedo, bosque seco y bosque andino. Ministerio del Ambiente, FAO. Quito.
- CORPEI. 2003. Estudio de Mercados Internacionales para productos ecuatorianos derivados del Bambú. Quito.
- Corporación Andina de Fomento. (CAF). 2000. Las lecciones de El Niño. Memorias del Fenómeno el Niño 1997-1998. Retos y propuestas para la región andina.
- Ecuador. 2011. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Ministerio del Ambiente.
- FAO. 2009. Los bosques y el agua. Estudio temático elaborado en el ámbito de la evaluación de los recursos forestales mundiales 2005. Estudio FAO: Montes 155. Roma, Italia.
- FAO. 2011 (a). Situación de los bosques del mundo. Roma, Italia. 176 p.
- FAO. 2011 (b). El cambio climático para los responsables de políticas forestales. Un enfoque para la integración del cambio climático en los programas forestales nacionales en apoyo a la ordenación forestal sostenible. Roma. 42 p.
- FAO. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Informe principal. Roma, Italia. 346 p.
- Gálmez, V. y Kómetter, R. 2009. Perspectivas y posibilidades de REDD+ en Bosques Andinos. Serie Investigación y Sistematización #11. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. Lima, Perú.
- Gálvez, L. 1976. Los Bambúes. Boletín técnico No.50. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. México. 38 p.
- Giraldo, E; Sabogal, A. 1999. Una alternativa sostenible: La guadúa. Técnicas de cultivo y manejo. Ed. Corporación Autónoma Regional del Quindío C.R.Q. Colombia. 192 p.
- Girof, P. y Vignola, R. 2010. Financiamiento de la adaptación: propuestas y retos éticos y metodológicos relevantes para la adaptación basada en los ecosistemas. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- INBAR, CORPEI. 2008. Panorama actual de la producción de bambú en el Ecuador. Quito.

- IPCC. 1997. Informe especial del IPCC. Impactos regionales del cambio climático: evaluación de la vulnerabilidad. Resumen para responsables de políticas. UNEP
- IPCC. 2001. Climate Change: Impacts, Adaptation and Vulnerability-Contribution of Working Group 2 to the IPCC Third Assessment Report. Cambridge Univ. Press.2001.
- IPCC. 2002. Cambio climático y biodiversidad. Documento V del IPCC.PNUMA,UNEP,OMM,WMO.
- IPCC. 2007 (a). Cambio climático 2007. Base de ciencia física. Resumen para responsables de políticas, resumen técnico y preguntas más frecuentes. UNEP.
- IPCC. 2007 (b). Anexo 1 Glosario. En:Parry, M. et. al. Cambio Climático 2007: Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad. Aportes del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. [En línea] Disponible en: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-annex-sp.pdf> [Consulta: 31/10/2011].
- Jaramillo, A. 1982. Estudio preliminar sobre flora asociada, clima y suelos en la guadúa (*Bambusa spp*) de Caldas, Colombia. Simposio Latinoamericano del Bambú. Guayaquil, Ecuador.
- Judziewicz, E., L. G. Clark, X. Londoño, & M. J. Stern. 1999. American Bamboos. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Lawson, J., Maginnis, S. y Suárez. L. 20120. Proceso de preparación para REDD-plus en Ecuador. Desafíos desde una visión de múltiples actores.The Forests Dialogue, UICN.
- Locatelli, B. y Kanninen, M. 2010. Ecosystem services and adaptation to climate change. CATIE. Turrialba, Costa Rica.Londoño, X. 2001. "la guadua: un bambú importante de América".Colombia, Procaña.
- Londoño, X. 2005. Aspectos generales de los bambúes americanos. Primer Congreso Mexicano del bambú. México.
- Londoño, X. 2006. Botánica y diversidad genética de la guadúa y otros bambúes de América. III Simposio Latinoamericano de Bambú. Bambú, comunidad y desarrollo. Guayaquil, Ecuador.
- Londoño, X. 2008 a. Octubre celebra el día nacional de la guadúa en <http://www.eltiempo.com>Londoño, X. 1998 b. A decade of observations of a *Guadua angustifolia* plantation in Colombia. J. Amer. Bamboo Soc. 12(1):37-43
- Marengo, J. 2010. Future climate change scenarios and their application for studies of impacts, vulnerability, and adaptation in Brazil. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Martínez, C., Locatelli, B., Vignola, R. e Imbach, P. 2010. Adaptación al cambio climático y servicios ecosistémicos en América Latina. Derie Técnica. Manual Técnico no. 99. CATIE.Turrialba, Costa Rica.
- Ministerio del Ambiente. 2010. Cambio Climático. Grupo de trabajo para la elaboración de la ley de bosques reunión del 10 de marzo del 2010. Quito, Ecuador.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador, Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Proyecto Adaptación al Cambio Climático a través de una Efectiva Gobernabilidad del Agua en el Ecuador (PACC). 2009. Estudio de vulnerabilidad actual a los riesgos climáticos en el sector de los recursos hídricos en las cuencas de los Ríos Paute, Jubones, Catamayo, Chone, Portoviejo y Babahoyo-

- Millennium Ecosystem Assessment (MEA). 2005. Ecosystems and human well-being: hydrological ecosystem services report. Island Press, Washington D.C., USA.
- Morales, T. 2004. Modelos de Tratamiento Silvicultural para Optimizar la Rentabilidad Financiera en el Manejo y Aprovechamiento Sostenible de la Guadua, Región del Eje Cafetero, Colombia. Tesis de Maestría.
- Morán, J. 2003. El Bambú en la industria de la construcción. Seminario-Taller Construcciones sismo resistentes de bambú. El bambú en la industria de la construcción. Guayaquil, Ecuador.
- Morán, J. 2005. Usos del bambú en el mundo con énfasis en América. Primer Congreso Mexicano del Bambú. Red Internacional del Bambú y Ratan (INBAR). México.
- Morán, J. 2011. Usos tradicionales y actuales del bambú en América Latina, con énfasis en Colombia y Ecuador. ECUABAMBU, INBAR, PNUD, Escuela Politécnica Nacional. Guayaquil.
- Morán, J. s/f. Preservación del bambú en América, mediante métodos tradicionales. INBAR. Universidad de Guayaquil. Ecuador.
- Moreira, J. 2010. Diagnóstico: cadena productiva de la caña guadúa en la provincia de Manabí. CTB Ecuador, CONCOPE, AME, CONAJUPARE, Ministerio de Inclusión Económica y Social, MAGAP.
- Naranjo, L. 2010. Cambio climático en un paisaje vivo: vulnerabilidad y adaptación en la Cordillera Oriental. Colombia, Ecuador y Perú. Unión Europea, WWF, Fundación Natura. Cali, Colombia.
- Nolte, L. 2011. Levantamiento de información en Máncora como parte del estudio de vulnerabilidad al cambio climático en la construcción, Piura.
- Nuñez, M. 2011. Experiencias de Países Amazónicos y Paraguay sobre Derechos y REDD. Sistematización de Taller Regional. Rainforest Foundation Noruega. Quito, Ecuador.
- Ocaña, D. y Añazco, M. 2000. Calendario Forestal. Pautas para saber cuándo realizar las actividades forestales en la región andina. Proyecto Apoyo al Desarrollo Forestal Comunal. Quito, Ecuador.
- Pagiola, S.; Ramírez, E.; Gobbi, J.; de Haan, C.; Ibrahim, M.; Murgueitio, E. and Ruíz, J.P. (2007). Paying for the environmental services of silvopastoral practices in Nicaragua. *Ecological Economics*, 64, 374 – 385”:
- Perú. 2005. Evaluación Local Integrada y Estrategia de Adaptación al cambio climático en la Cuenca del Río Piura. Autoridad Autónoma de la Cuenca Hidrográfica Chira Piura.
- Perú. 2010. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ministerio del Ambiente. PNUD.
- Puente, L. 2012. Levantamiento de información y mercado en Máncora. Memoria de viaje. INBAR. Quito.
- Rainforest Foundation Norway-CEPLAES. 2011. Sistematización. Memoria del Taller para el análisis técnico y político de la estrategia nacional REDD+. Uinon Base, Pastaza, Ecuador.
- Rodríguez, R. 2005. Artesanías con bambú. Primer Congreso Mexicano del Bambú. México
- Rodríguez, D., Bustamente, F. y Moreno, A. 2006. Mejora de las políticas de apoyo para el desarrollo sostenible de las montañas –Perú-. FAO, GTZ, CONDESAN, Proyecto cuencas andinas. Lima.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). 2005. Escenario de cambio climático en el Perú: Cuenca de Río Piura. Autores: Rosas, G., Adíaz, A., Acuña, D., Oria, C., Avalos, G., Cornejo, A. Metzger, L., Fano, G., Carrillo, M., Miguel R. Eds. Lima, Perú.

- Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo SNV. (s/f). Diagnóstico de la Cadena Productiva de la Caña Guadúa en el Ecuador. Quito.
- Stern, M. 2001. Evaluación de la fijación de carbono en las plantaciones de caña guadúa (*Guadua angustifolia*; Poaceae; Bambusoideae) en Tropimaderas y Tropiteca. Herbario Nacional del Ecuador
- UNDP (2007), Human Development Report 2007-2008: Fighting Climate Change: Human Solidarity in a Divided World. New York.
- Winckell, A., Marocco, R., Winter, T., Huttel, C., Pourrut, P., Zebrowski, C. y Sourdat, M. 1997. Los paisajes naturales del Ecuador, Volumen 1 – las condiciones generales del medio natural. Instituto Geográfico Militar, Instituto Panamericano de Geografía e Historia, Institut de Recherche pour le Développement. Quito.

Sitios WEB

www.migracionesforzadas.org

<http://www.noalamina.org/mineria-latinoamerica/mineria-ecuador/ecuador-mineria-provoca-alarmando-contaminacion-rios-tenguel>

<http://www.viajandox.com/guayas/bucay-canton.htm>.

<http://yebool.com.ec/ecuador/regiones/costa/provincia-del-guayas/cantones/bucay>

<http://finanzascarbono.org/boletines/resultados-de-la-conferencia-de-cambio-climatico-cop-17-en-durban/>

<http://ipsnoticias.net/print.asp?idnews=99755>

<http://www.guaduabamboo.com/la-guadua-angustifolia.html>

<http://puntodevuelo.wordpress.com/2009/09/22/15-el-valle-del-rio-zana-donde-la-selva-se-encuentra-con-la-costa/>

<http://www.cicap.org.pe>

<http://censos.inei.gob.pe>

<http://www.inec.gob.ec>

http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCA/rev61/rna61_p45.pdf

<http://www.eltiempo.com>

<http://bigbamboo.com.ec>

<http://www.madel.com.ec>

Anexos

ANEXO 1

Personas entrevistadas sobre los aspectos generales de la caña guadúa

- 01.- Ing. Emilio Chonlon: CORFAM, Manabí, Ecuador.
- 02.- Ing. Galo Briones: CORFAM, Manabí, Ecuador.
- 03.- Ing. David Gorozabel: CORFAM, Manabí, Ecuador.
- 04.- Emilio Sánchez: latillero del Sitio Altamira (Parroquia Calderón), provincia Manabí; Ecuador.
- 05.- Mónica Pico: dirigente comunidad Ayacucho, Cantón Santa Ana, provincia Manabí, Ecuador.
- 06.- Ing. Miltón Cedeño (Titi): Gobierno Provincial de Manabí, Ecuador
- 07.- Luis Eduardo Mera (niño): Recinto el Pollo (finca del Prefecto de Manabí), Ecuador
- 08.- Galo Olguin: Maestro capacitado en artesanía de guadúa en Santa Ana, Provincia Manabí, Ecuador.
- 09.- Jorge Mendoza: Técnico de la Comunidad San Miguel de Palo Largo, Provincia Manabí, Ecuador.
- 10.- Ramona Campaña: Dirigente de la Comunidad Palo Largo, provincia Manabí, Ecuador
- 11.- Patricio???: deposito en Manta "MADECAÑA", Ecuador.
- 12.- Arquitecto Miguel Camino: Secretaría de Gestión de Riesgos, Manabí, Ecuador.
- 13.- Humberto Salinas: Presidente de Comuna Olón, provincia de Santa Elena, Ecuador.
- 14.- Lorenzo Tigrero: Vicepresidente de Comuna Olón, Provincia de Sante Elena, Ecuador.
- 15.- Isidro Baque y seis personas más de la Corporación Noble Guadúa, Olón, provincia de Santa Elena, Ecuador.
- 16.- Arquitecto Saul Vera: Constructor de viviendas modelos en Monte Sinaí, Guayaqui, Ecuador.
- 17.- Jaime Jaramillo: Hogar de Cristo,Guayaquil, Ecuador.
- 18.- Ing. Luis Lalama: Bucay provincia Guayas, Ecuador.
- 19.- Ing. Cesar Arboleda: administrador hacienda Sucre Perez. Bucay, Provincia de Guayas, Ecuador.
- 20.- Biologa Andrea Idrovo: Municipio de Bucay, Guayas, Ecuador.
- 21.- Jorge Montalvo: Municipio de Bucay, Guayas, Ecuador.
- 22.- Ing. Franklin Rivera: Técnico, Vivero Colegio Técnico Agropecuario Cumandá.
- 23.- Fernando Martínez: Técnico plantación de guadúa, empresa HDINEAGROS S.A., Tenguel, Guayas, Ecuador.
- 24.- Sbte, Acosta: Técnico plantación de guadúa, empresa HDINEAGROS S.A., Temguel, Guayas, Ecuador.
- 25.- Michael Calle: ASOGUABO, El Oro, Ecuador.
- 26.- Wilmer Cuenca: microcuenca Muyuyaco, El Oro, Ecuador.
- 27.- Jorge Macías, Ecuador.
- 28.- Byron Carrión, CEDERENA, Ecuador.
- 29.- Alejandro Espinoza: Municipio La Florida, Perú.

- 30.- José Castañeda: Comerciante de caña guadúa, La Florida, Perú.
- 31.- Francisco Cueva: Cuenca del Río Zaña: artesano de la guadúa, Perú.
- 32.- Hernan Penaherrera: Técnico Fundación Progreso, Piura, Perú.
- 31.- Jorge Maza: Piura, Perú.
- 33.- Rocío León: Técnica Fundación Cicap, Piura, Perú.
- 34.- Rafael, CICAP: Perú.
- 35.- Ing. Jorge García: Técnico del Municipalidad de Lalaquiz, Piura, Perú.
- 36.- Antonio Rojas: Comerciante de caña, Subcuenca del Río Bigote, Piura, Perú.
- 37.- Comunidad Silia, Piura, Perú: reunión con 15 campesinos.

ANEXO 2

Profesionales que participaron en el cálculo del Índice de Vulnerabilidad

- 01.- Ruth Sivisaca (Amazonía trabaja en empresa minera ECSA y realiza restauración con guadúa y otras especies).
- 02.- Carolina Mancheno (experiencia en artesanías con bambú).
- 03.- Gloria Luna (Colombia, Docente Universidad de Nariño, dirigió tesis de grado con guadúa).
- 04.- Augusto Pinzón (trabaja en Olón y más espacios de bosque seco en la costa donde incluye guadúa).
- 05.- Marconi Mora (tesis de maestría en suelos amazónicos donde conoce algo del bambú).
- 06.- Pedro Zea (realiza su tesis en el tema de hidrología de la caña guadúa).
- 07.- Nicolay Aguirre (Dr. en investigación de especies forestales incluida la caña guadúa).
- 08.- Leoncio Loján (experto forestal conoce sobre ecosistemas forestales incluida la guadúa).
- 09.- Francisco Garcés (unos los pioneros en fomento de sistemas agroforestales, conoce de guadúa un poco).
- 10.- Franco Gutierrez (Amazonía, conoce de cambio climático, guadua y ecosistemas amazónicos).
- 11.- Daniela Valarezo (Municipio de Quito, lider de proyectos forestales donde incluye caña guadúa).
- 12.- Silvia Ortega (trabajó con guadúa en la Amazonía en el tema de transformación).
- 13.- Daniel Segura (conoce metodología para inventarias bosques incluido guadúa).
- 14.- Roberth Yaguache (experiencia propia en construcción de viviendas con caña guadúa).
- 15.- Luis Ordoñez (conoce metodología de inventarios forestales donde incluye caña guadúa).
- 16.- Luis Fernando Puente (Técnico de INBAR, Quito).

ANEXO 3

Sitios Visitados

- 01.- Oficinas De CORFAM, Manabí, Ecuador.
- 02.- Latilleros, Vía al Cantón Pichincha, Provincia, Manabí, Ecuador.
- 03.- Represa Poza Honda, Provincia Manabí, Ecuador .
- 04.- Tiendas de venta de artesanías de guadúa, Olón, Provincia de Guayas, Ecuador.
- 05.- Centros de acopio y venta de caña guadúa: Huaquillas, Ecuador.
- 06.- Casas construidas con caña guadúa: Sinahi, Guyaquil, Ecuador.
- 07.- Talleres de elaboración de muebles, artesanías y otros con caña guadúa, Santa Ana, Manabí, Ecuador.
- 08.- Fincas con caña guadúa: Sucre Pérez, Guayas, Ecuador.
- 09.- Sitios turísticos que utilizan la caña guadúa: Máncora, Perú.
- 10.- Ríos con plantación de guadúa en sus riveras, Portoviejo, Manabí, Ecuador y Guayas, Ecuador.
- 11.- Almacén de ventas de la línea Bamboom, Manta, Ecuador .
- 12.- Casas comunales, Olón, Guayas, Ecuador.
- 13.- Edificios públicos con uso de caña guadúa: Cuerpo de Bomberos de Manta, Ecuador.
- 14.- Centros de transformación de la caña guadúa: construcción de paneles.
- 15.- Sitios de preservación de la guadúa: inmersión, Comunidad La Florida, Perú.
- 16.- Construcciones patrimoniales con caña guadúa: la casa de los abuelos en Santa Ana, Manabí, Ecuador.
- 17.- Guadales naturales (manchas o rodales), Piura, Perú.
- 18.- Plantaciones (monocultivo) con caña guadúa, Tenguel, Guayas, Ecuador.
- 19.- Sistemas agroforestales con caña guadúa: microcuenca Muyuyaco, provincia El Oro, Ecuador.
- 20.- Usos rurales de la caña guadúa (infraestructura productiva): corrales, graneros, cercos, otros: Manabí, Ecuador.

ANEXO 4

Talleres donde se abordó total o parcialmente el tema de la caña guadúa y su vulnerabilidad ante el cambio climático

- 1.- 5.10.2011 en Ecuador: participaron Peggy Stern, Álvaro Cabrera, Paulina Soria, Jorge Morán, Lorena Nolte, Mario Añazco y Karen Cevallos.
- 2.- 18-13.07.2011: Taller formativo como parte del proceso de capacitación a capacitadores en Ecuador.
- 3.- 8.12.2011, Quito, Ecuador: Taller "Percepciones sobre la Guadúa en Ecuador y Perú. INBAR.
- 4.- 12.04.2012, Perú: Taller "perspectiva de la construcción social sostenible en base al bambú en el Perú.
- 5.- 31.07- 5.08.2012: taller de reforzamiento en Ecuador.
- 6.- 21- 22.11.2012: I Congreso de Bambú en Perú.