

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Ciclo Hidrológico

La cantidad de agua en nuestro planeta es siempre la misma, pero está en constante transformación debido al calor del sol y a la fuerza de la gravedad. Por eso el estado del agua cambia permanentemente y cumple diversas funciones relacionadas con el ambiente. Así:

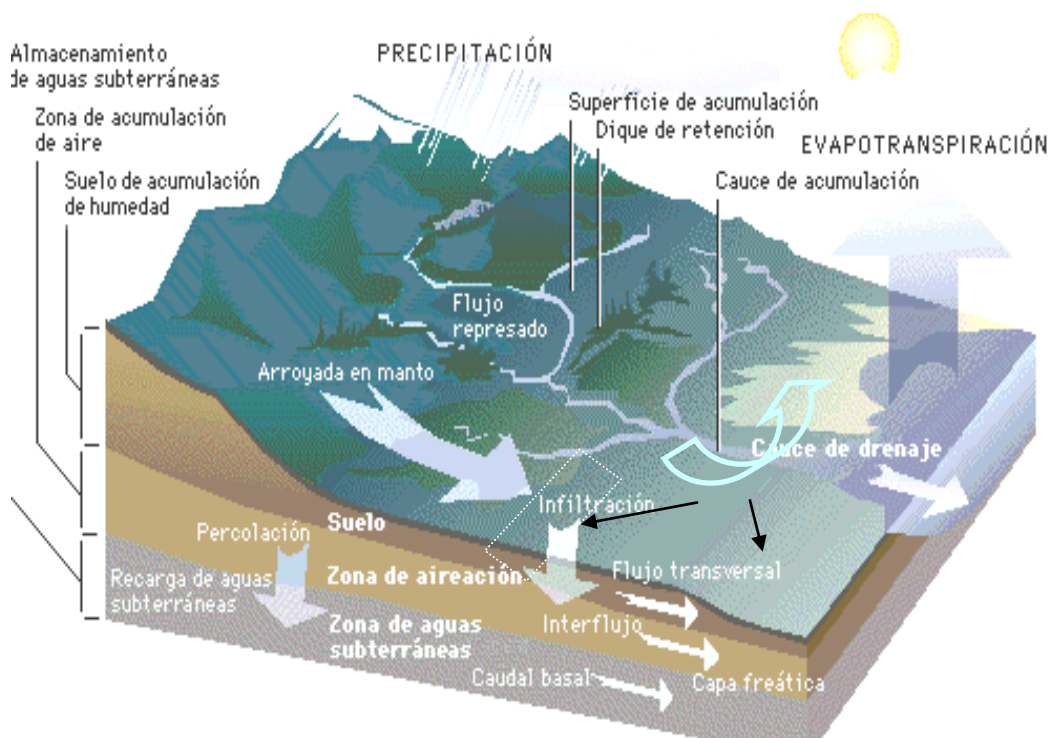
El agua que se encuentra en la superficie de los mares, océanos, lagos, ríos, humedales y bosques por efecto del calor del sol se evapora y suben a la atmósfera.

El vapor en la atmósfera al encontrarse con corrientes de aire frío, se condensa y forma las nubes. Estas nubes regresan a la tierra en forma de lluvias, granizo o nieve, que vuelven a alimentar los océanos, los lagos, los ríos, humedales, los bosques y las aguas subterráneas. Este proceso de cambios físicos permanentes del agua se denomina el "ciclo del agua" **(Gráfico 1)**. (GASSELIN, Pierre y ZAPATTA, Alex; 2005)

Un aspecto fundamental al que a menudo no se le da mucho valor, es la importancia de la velocidad con la que el agua completa su ciclo. La velocidad «depende en gran medida de la presencia de vegetación: cuanto más densa y frondosa es la vegetación, más agua de lluvia

retiene, más húmedo es el suelo, más suave el clima y más constante el flujo de los ríos. La interacción de la vegetación y el agua ha tenido su representación en numerosas religiones antiguas, en las que el Dios de la lluvia es también el Dios de los bosques». (LANZ Klaus, 1997)

Gráfico 1.- El ciclo del agua



[http //ea.water.usg>s.gov/edu/graphics/,Aatercyclespanishhigh.jpg](http://ea.water.usgs.gov/edu/graphics/Aatercyclespanishhigh.jpg)

2.1.1.- Las alteraciones del ciclo del agua

A partir de la segunda mitad del siglo pasado, se impone un modelo de «desarrollo» que, sin decirlo, se convierte en enemigo de los más pobres de la tierra, de los recursos naturales y el ambiente. Este modelo se

sustenta, principalmente, en la extracción, utilización y apropiación de los recursos naturales, sobre todo los energéticos (petróleo, carbón y gas). Estos procesos de acumulación han provocado una carrera irresponsable de destrucción de nuestros recursos naturales, y al mismo tiempo, han generado procesos de contaminación que alteran significativamente el ciclo del agua.

Algunos de los aspectos que inciden en esta alteración:

Los árboles del planeta son talados de manera insensata. Los seres humanos olvidan que esas inmensas alfombras verdes, llamadas bosques, captan grandes cantidades de dióxido de carbono, producen oxígeno, protegen los suelos, protegen el agua dulce y hasta el 90% de las especies terrestres.

Hoy, la tierra cuenta solo con la mitad de los bosques que tenía hace ocho mil años. Según la F.A.O. entre el año 1990 y el 2000 la cubierta forestal mundial, tuvo una disminución neta de 9.4 millones de hectáreas. Las tasas más altas de deforestación se presentan en América del Sur, África y el Sudeste de Asia. (NATIONAL GEOGRAPHIC, 2002).

Pero la mejor madera talada no la consumen los países que la cortan, sino los países del primer mundo. En el Ecuador, según el CLIRSEN, se talan 198.092 has. al año; es decir 543 has. de bosques por día. (MAE, 2006). Se estima que han desaparecido el 80% de los bosques de la Costa, el 30% en la Amazonía y que en la Sierra casi no existen. (FUNDACION NATURA, 2006).

Además, es el país de América Latina donde la destrucción del manglar ha sido más trágica. Comparando cifras oficiales de Ministerio de Agricultura (1986) y el CLIRSEN (2000), en el Ecuador se destruyeron

254.513 has. de manglares en un período de 14 años. Esto equivale al 70 % de los manglares del país." (C-CONDEM, 2005).

Por otro lado los suelos del planeta se erosionan. Cada año se pierden grandes cantidades de suelos agrícolas debido a la erosión, la salinización y otras formas de degradación. Se estima que desde la Segunda Guerra Mundial, los rendimientos se han reducido en un 13%, ya en 1992 se señaló que las tierras del país en camino de erosión llegaban al 53.5%. (FUNDACIÓN NATURA, 2006).

2.2. CUENCA HIDROGRÁFICA, CRITERIOS FUNDAMENTALES

Los componentes principales en el funcionamiento de una cuenca hidrográfica son los elementos naturales y los de generación antrópica. Dentro de los naturales se tiene a los componentes bióticos como el hombre, la flora, la fauna; y los componentes abióticos como el agua, el suelo, el aire, los minerales, la energía y el clima.

Los elementos de generación antrópica, o generados por el hombre, pueden ser de carácter socioeconómico y jurídico institucional. Entre los primeros esta la tecnología, la organización social, la cultura y las tradiciones, la calidad de vida y la infraestructura desarrollada. Entre los elementos jurídicos institucionales existen, políticas, leyes, la administración de los recursos y las instituciones involucradas en la cuenca.

Los componentes bióticos y abióticos están condicionados por las características geográficas (latitud, altitud), geomorfológicas (tamaño, forma, relieve, densidad y tipo de drenaje), geológicas (orogénicas, volcánicas y sísmicas) y demográficas. (IPROGA, 1996).

Una cuenca hidrográfica tiene elementos identificables, por un lado los recursos naturales: agua, suelo, cobertura vegetal, fauna, recursos ictiológicos, recursos mineros y por otro lado, el factor antrópico (acción humana), que comprende a los reservorios, canales de riego, plantaciones forestales, cultivos, pastizales cultivados. (HENAO, 1988).

2.3. COMPONENTE ABIÓTICO

Los componentes abióticos que existen son los siguientes:

El agua. El agua es el origen de toda forma de vida. Es hábitat, alimento, medio de producción y transporte, del cual depende su calidad y cantidad.

El relieve. Es la forma del terreno, sus elevaciones y desigualdades, están íntimamente ligadas con la formación de los suelos, el drenaje superficial, el drenaje interno, la erosión, etc.

La hidrología. Se refiere al régimen de caudales, o sea al volumen de escorrentía, sedimentación y clasificación de corrientes en temporales y permanentes.

El suelo. Las características de los suelos revisten gran importancia, ya que controlan los procesos de infiltración, movimiento de agua en el suelo, en la superficie y todo tipo de vegetación. También viven gran parte de microorganismos.

El clima. Es el que define el nivel de la temperatura, precipitación, nubosidad y otros fenómenos favorables o adversos para la actividad biológica.

2.4. COMPONENTE BIÓTICO

Dentro de los componentes bióticos se tiene:

La flora. Es muy importante en el ciclo hidrológico debido a la evapotranspiración que origina a la acción de amortiguamiento y protección del impacto directo del agua sobre el suelo.

La fauna. Comprende toda la población animal. Cumple un papel importante como integrante activo de los ecosistemas, participando en el ciclo de formación del nutriente, cadenas alimenticias, contribuyendo a estructurar el medio biológico para el hombre.

Ecosistemas. Es la unidad básica de integración organismo ambiente, que resulta de las interacciones existentes entre los elementos vivos e inanimados de un área dada.

2.5. COMPONENTE SOCIOECONOMICO

El hombre.- Es muy significativo en la zona, porque es el único que puede planificar el uso racional de los recursos naturales para su aprovechamiento y conservación (CEPCU, 2002).

Dentro del factor humano se debe considerar: la educación, sus tradiciones culturales, el nivel de vida, las necesidades económicas, la densidad de la población o asentamientos humanos, la distribución de las comunidades, y sus proyecciones a futuro. etc.

2.6.- LOS RECURSOS HIDRICOS

“Los recursos hídricos se definen como recursos disponibles, o potencialmente disponibles en cantidad y calidad suficientes, en lugar y en un período de tiempo apropiados para satisfacer una demanda identificable” (UNESCO-OMM, julio 1998). Dado que las demandas identificables se relacionan con usos del ser humano y otras formas de vida a él relacionadas, los inventarios se centran en el agua dulce y en las unidades donde se identifican esas demandas.

De acuerdo con CAMAREN, 2000; los recursos hídricos se dividen en dos categorías:

- Las Reservas perpetuas que se renuevan muy lentamente y comprenden, las aguas subterráneas profundas y las aguas acumuladas en los glaciares.
- Los recursos hídricos anualmente renovables que abarcan las aguas de la atmósfera., cauces de los ríos, aguas subterráneas poco profundas, lagos, pantanos, aguas biológicas y humedad del suelo.(CAMAREN, 2000)

2.7.- LA IMPORTANCIA DEL AGUA

De todos los recursos naturales el que mayores dificultades presentan para su manejo y aglutina a los demás es el agua. De allí que los sistemas de servicio de los recursos naturales deben partir de una Gestión Integral del Agua, dando de esta manera la posibilidad que a futuro se puede organizar la temática ambiental en función de este recurso, superando de esta manera la barrera impuesta por los límites político administrativos.

2.8.- CALIDAD DE LAS AGUAS

La calidad del agua está en relación con el propósito para el cual se emplea, el agua; de esta manera determinadas condiciones de uso señalan la adecuación de un cuerpo de agua (James, DW., 1982).

De acuerdo con Quilalí, 2000; La calidad del agua se mide desde el punto de vista físico, químico y bacteriológico, como se indica a continuación:

a.- Calidad Física y Química

b.- Calidad Biológica

c.- Contaminación del agua

a.- Calidad física y química

Numerosos elementos presentes en el agua tienen un origen natural, provienen de las rocas, del suelo, del aire, a estos se añaden los aportes originados por la actividad humana; aglomeraciones, industrias, agricultura (Quilali Hernán 2000)

En lo que se refiere más particularmente al agua para beber, los reactivos químicos empleados en las centrales de tratamiento de las aguas y los sistemas de transferencia y almacenamiento, pueden llevar a la introducción de ciertos elementos, fenómeno tanto más importante en cuanto que el agua tiene una dureza más elevada y un pH más débil. (RODIER J. 1981).

b.- Calidad Biológica

Cantidad de organismos vivos, los análisis bacteriológicos del agua tienen por objeto poner de manifiesto la presencia de bacterias que modifican la actitud del agua para una utilización dada. (RODIER J. 1981).

c.- Contaminación del agua

Es la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales y de otros tipos, o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos. (Biblioteca de Consulta Microsoft Encarta 2006)

2.9.- La *Guadua Angustifolia Kunth*

2.9.1.- Taxonomía.- La *Guadua* es un bambú espinoso perteneciente a la Familia Poaceae, sub-familia Bambusoideae y a la tribu Bambuseae. En 1820 el Botánico Kunth, constituye este género utilizando el vocablo “*guadua*” con el que los indígenas de Colombia y Ecuador se referían a este bambú. Este género que 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.

Sin embargo, sus caracteres más fuertes son la presencia de quillas aladas en la palea del flósculo de la espiguilla, la presencia de 3 estigmas plumosos al final del estilo y 6 estambres.

La especie *Guadua angustifolia kunth* sobresale dentro del género por sus propiedades físico – mecánicas y 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 sismo resistentes.

Esta especie crece naturalmente en Colombia, Ecuador y Venezuela, pero ha sido introducida a Centro América, Isla del Caribe, Hawái y Asia.

Reúne dos variedades:

G. angustifolia var. Bicolor

G. angustifolia var. Nigra, y varias formas: “cebolla”, “macana”, “castilla”.

Cuadro 1.- Rangos Genealógicos para la clasificación de la Guadua

Rango	Taxonomía
Reino	Vegetal
División	Espermatofita
Subdivisión	Angiosperma e
Clase	Lilopsidas/Monocotiledónea
Subclase	Commelinidae
Orden	Cyperales/Glumiflorales
Familia	Paceae
Subfamilia	Bambusoidae
Supertribu	Bambusodae
Tribu	Bambuseae
Subtribu	Guaduinae
Género	Guadua
Especie	Angustifolia
Variedad	Bicolor
Forma	Cebolla, Macana, Rayada, etc.

2.9.2.- Importancia y Utilidad de la *Guadua Angustifolia* Kunth

La Guadua es una planta que por muchos años ha estado ligada a la idiosincrasia, cultura y economía de diferentes pueblos. Aunque no se le ha dado la importancia que se merece, su subsistencia entre otros factores, se debe a las múltiples bondades que posee este recurso natural renovable, como son:

- a.- Ecológica
- b.- Económica
- c.- Cultural

d.- Paisajista:

e.- Artesanal

f.- Arquitectónica

g.- Agroindustrial

h.- Construcción

i.- Medicina natural

a.- Ecológica.- Es una especie protectora de las cuencas y de las riberas de los ríos y quebradas, por su acción reguladora de la calidad y cantidad de agua, que por efectos de concentración, devuelve al caudal en épocas normales y secas. Además se ha demostrado que los guaduales son captadores de Dióxido de Carbono y grandes productores de oxígeno, además ejercen efectos benéficos sobre el medio ambiente, brindando albergue a la fauna y flora asociada.

b.- Económica.- Por tratarse de una planta peremne con capacidad de regenerarse naturalmente, con altos rendimientos en volúmenes por hectárea, rápido crecimiento, tiempos cortos de aprovechamiento y diversidad de usos, la guadua es una especie con grandes posibilidades económicas. La guadua se presenta además, como una posible solución ante la demanda de especies maderables productoras de pulpa y en el campo de la construcción.

c.- Cultural.- Por sus cualidades físicas, disponibilidad y bajos costos, la guadua es parte inherente de la historia. La guadua es conocida y usada desde la época precolombina hasta nuestros días, está identificada con todos los grupos humanos, por sus valores sociales, culturales, económicos y ecológico- ambientales.

d.- Paisajista.- Como elemento paisajista es indudable el efecto purificador y embellecedor del entorno natural. Las laderas, valles y riberas convertidos en guaduales son paisajes dignos de contemplación y admiración.

e.- Artesanal.- Dada su flexibilidad, dureza, resistencia y forma cilíndrica, los tallos de guadua se han convertido en una materia prima importante en la fabricación de artesanías, muebles y multitud de enseres.

f.- Arquitectónica.- Por su resistencia, versatilidad, facilidad de manipulación, calidades físico-mecánicas, durabilidad y efecto climatizado, la guadua es un insustituible material de construcción de viviendas de toda clase y nivel social.

Sus cualidades la hacen un material idóneo para estructuras sismo resistentes y como auxiliar en las construcciones de cemento.

g.- Agroindustrial.- Alrededor de la guadua se están generando nuevas industrias, como son: alimentos, producción de alcohol, fabricación de papel, laminados, aglomerados, palillos, muebles, elaboración de pisos, instrumentos musicales, artesanías y productos empresariales.

h.- Construcción.- Desde tiempo atrás la guadua ha sido utilizada para diferentes usos, entre ellos para la construcción, destacándose la elaboración de casas, mueblería, parquet, pulpa, decorados, cercas.etc.

No existe la menor duda de que la guadua se encuentra entre los materiales más antiguos utilizados por el hombre y son pocas las plantas que pueden rivalizar con la versatilidad de esta importante especie. Son pocos los recursos naturales que brindan las oportunidades que ofrece la guadua.

i.- Medicina natural.- Según información proporcionada por los pobladores de la comunidad de Collapí, aseguran que el agua concentrada en los entrenudos de la caña guadua, esta sirve para curar las enfermedades de los riñones, hígado y para la epilepsia.

2.9.3.- La Guadua Como Reguladora de Agua

La *guadua* es una especie forestal importante, por sus propiedades como reguladora de aguas y protectora de suelos, además de sus calidades

físico-mecánicas que la hacen apropiadas para múltiples usos en la fabricación de artesanías, producción de muebles y construcción de viviendas.

La *guadua* desempeña un papel muy importante en la conservación de las fuentes hídricas por su capacidad para regularlas, ya que su sistema radicular extrae el agua del suelo, la retiene y almacena, para luego liberarla en la medida en que el suelo la requiere o su actividad fisiológica lo necesita.

También en los tallos almacena agua en los entrenudos y luego la devuelvan al suelo, de ahí que los guaduales generalmente se encuentran en terrenos húmedos, cuyos niveles freáticos (aguas subterráneas) han sido modificados por esta actividad. Un tallo de *guadua* completamente diferenciado, puede almacenar hasta 10 litros de agua, que en un tiempo determinado es devuelto a la tierra y de allí a las fuentes hídricas.

2.9.4 Regulación de caudales

Se destaca la función de la *guadua* en la regulación de los caudales de las quebradas y los ríos y en la conservación de las cuencas hidrográficas, de igual manera como la vegetación asociada a los guaduales, forma una cubierta protectora que reduce el impacto de las

gotas de lluvia contra la tierra protegiéndola de la erosión.(www.guadua.biz)

Además, la biomasa del follaje seco sobre el suelo protege de las caídas de las gotas de lluvia, disminuyendo el agua de escorrentía superficial. De otra parte, estas hojas caídas, reducen el proceso de evaporación y transpiración, conservando la humedad del suelo y mejorando su capacidad de almacenamiento de agua. En estas condiciones los rizomas y las hojas en descomposición en el suelo evitan que el agua fluya de manera rápida y continua, con lo cual se propicia la regulación de caudales y la protección del suelo a la erosión.

El agua lluvia que se precipita sobre el guadua, permanece mucho tiempo en él, tardando en caer al suelo, lo cual da como resultado la regulación hídrica al formar reservas que son trasladadas cuando el sistema lo requiere especialmente en época de verano. Y el dosel que se forma con el follaje en las riberas de las fuentes de agua limita la evaporación, contribuyendo a dicha regulación.

Si queremos conservar el agua, procuremos sembrar guadua.
(www.guadua.biz.com).

2.9.5.- La Guadua y la Biodiversidad

Se define la biodiversidad como la propiedad que presentan los seres vivos de ser variados en cada uno de los niveles jerárquicos de la organización natural biológica, desde las moléculas hasta los ecosistemas mayores.

A la especie *Guadua angustifolia Kunth*, se le considera una de las especies más dinámicas y especializadas en cuanto a su sostenibilidad, su oferta ambiental y su relación con otros seres vivos que conviven con ella. Se han registrado más de 1.000 especies de flora asociadas a los guaduales. (www.guadua.biz.com).

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

2.9.6.- Flora en los guaduales

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 tamaño 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.

2.9.7.- Fauna en los guaduales

Una investigación de reconocimiento de Entomofauna en guaduales naturales y plantados 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, zarigüeyas y murciélagos. (ROBERT S and PAUL J. 2001).

Por la facilidad para hacer sus nidos, muchas aves viven en los bosques de guadua, como los pájaros carpinteros real y payaso, azulejos, loros, pericos búhos, barranquillos y mirlas al igual que varias especies de Reptiles y Anfibios tienen su hábitat en los guaduales por sus indudables condiciones de humedad.

Es claro que los guaduales además de ser albergues de fauna y refugio de biodiversidad, tienen muchos otros beneficios ambientales como: la

regulación hídrica, reciclaje de nutrientes, estructuración de suelos, aporte de biomasa, captación de CO₂ y calidad del paisaje, entre otros.

2.9.8. Conceptos técnicos de aprovechamiento de la Guadua

a. Ciclo vegetativo

Es el tiempo transcurrido desde la aparición del rebrote continuando con todas sus fases vegetativas hasta la inactividad total de la planta o fase de secamiento del tallo.

b. Turno

Es el tiempo transcurrido desde la aparición del rebrote hasta el momento en que es aprovechado como guadua.

c. Tiempo de pausa o de paso

Es el tiempo que permanece la guadua en determinada fase vegetativa, antes de pasar a una fase inmediatamente superior. Los aprovechamientos técnicos se basan en la extracción de un porcentaje determinado de guadas maduras o "hechas" únicamente, lo que implica conocer muy bien las fases de desarrollo de un gradual, fácilmente distinguibles a nivel de campo, a saber:

1.- Rebrote o Renuevo: Esta primera fase de desarrollo del guadual comprende desde la aparición del rebrote hasta cuando llega a su máxima altura, sin presencia de ramas apicales o superiores; a veces aparecen ramas basales o ganchos. En esta fase el tallo siempre está cubierto por hojas caulinares o "capachos" tanto en su parte basal o bajera, como en su parte apical o superior. Los entrenudos son de color verde intenso y presentan dos bandas blancas en cada nudo, llamadas bandas nodales, compuestas de pubescencia (pelusa). Los rebrotes nunca se deben cortar.

2.- Guadua Juvenil o "Viche": En esta fase, el tallo elimina toda sus hojas caulinares de su parte superior y conserva las basales. Hay presencia de ramas apicales y crece gradualmente el follaje de la planta. Los entrenudos son de color verde intenso y las bandas nodales se siguen apreciando claramente. Los tallos en esta fase tampoco se deben cortar.

3.- Guadua Adulta, Madura, o "hecha": El tallo se cubre de manchas liquenosas, se atenúan las bandas nodales y aparecen algunos musgos en los nudos, no hay hojas caulinares en ninguna parte del tallo y la guadua adquiere su mayor grado de resistencia. Por el color blanquecino se les denominan "Guaduas Rucias" y generalmente se encuentran en el interior del guadual. Son las únicas guaduas que se pueden aprovechar.

4.- Guadua Seca: No hay presencia de follaje y los tallos son de color ocre o amarillo pálido. No se deben dejar llegar los guaduales a ese estado por cuanto en él, los tallos pierden su resistencia y además se está impidiendo la generación de chusquines o rebrotes.

d. - Ciclo de corte

Es el tiempo transcurrido entre dos aprovechamientos sucesivos sobre un mismo bosque. Este depende de la posibilidad del guadual.

e. - Posibilidad

Es el volumen o número de guaduas que se pueden aprovechar en un periodo determinado buscándose asegurar el máximo rendimiento sostenible. La posibilidad depende del producto deseado, de la composición estructural, de la dinámica en la regeneración natural, del turno, del tiempo de pausa y del área a aprovechar.