

**Comportamiento y manejo de *Bombacopsis  
quinata* (Jacq.) Dugand en Zamorano,  
Honduras**

**Erika Piedad Cárdenas Murillo**

**Zamorano, Honduras**

Diciembre, 2010

ZAMORANO  
CARRERA DE DESARROLLO SOCIOECONÓMICO Y AMBIENTE

**Comportamiento y manejo de *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand en Zamorano, Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado  
Académico de Licenciatura

Presentado por:

**Erika Piedad Cárdenas Murillo**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2010

# Comportamiento y manejo de *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand en Zamorano, Honduras

Presentado por:

Erika Piedad Cárdenas Murillo

Aprobado:

---

Nelson Agudelo, M.Sc.  
Asesor principal

---

Arie Sanders, M.Sc.  
Director  
Carrera de Desarrollo Socioeconómico  
y Ambiente

---

Ramón Hernández, Ing.  
Asesor

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Decano Académico

---

Yanina Guerrero, M.Sc.  
Asesora

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## RESUMEN

Cárdenas Murillo, EP. 2010. Comportamiento y manejo de *Bombacopsis Quinata* (Jacq.) Dugand en Zamorano, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras. 71p.

A futuro, la fuerte explotación de las reservas de maderas nobles procedentes de los bosques naturales, conducirá a un agotamiento casi total de las existencias de madera en pie. Tal situación conlleva una enorme oportunidad para la apertura de ventanas de mercados para maderas no tradicionales pero de reconocida reputación en la industria maderera. *Bombacopsis quinata* goza de estos atributos y se demuestra con el despliegue de programas de mejoramiento genético en Venezuela, Colombia, Honduras y Costa Rica. El presente estudio busca contribuir a la silvicultura de plantaciones en el enfoque del comportamiento de especies no tradicionales. El estudio se enfocó en el levantamiento de parcelas temporales donde se midió diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal, altura total y comercial y se obtuvo volumen total y comercial, área basal y basimétrica, factor forma e incremento medio anual (IMA). Las plantaciones tienen una edad entre 16 y 27 años, con densidades entre 365 y 1364 árboles por hectárea, volúmenes comerciales entre 55 y 71 m<sup>3</sup>/ha, altura comerciales entre uno y ocho metros. Se establecieron diferencias entre cada parcela, aquellas con mejores tasas de crecimiento y rendimiento fueron Maya y Suyatillo. El estudio indicó que el clima de Zamorano es óptimo para la especie, pero los suelos, en estado decadente, y la falta de manejo silvicultural afectan directamente en las tasas de crecimiento y rendimiento. En vista de los resultados obtenidos, se puede continuar con un programa de plantaciones a escala comercial, pero, garantizando la selección de sitio; seleccionar y marcar con pintura árboles selectos como base para un futuro programa de mejoramiento genético; estimar la relación alburaduramen y las propiedades físico-mecánicas de la madera de algunos árboles maduros de los sitios plantados.

**Palabras clave:** área basal, área basimétrica, volumen total, volumen comercial, IMA, crecimiento, rendimiento, silvícola, podas, raleo.

## CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas.....	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>10</b>
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>18</b>
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>36</b>
<b>6. CONCLUSIONES.....</b>	<b>39</b>
<b>7. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>8. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>41</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>44</b>

## ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS ANEXOS

### Cuadro

1. Características morfológicas y físicas de los suelos de Florencia (calicata 10) y Atrás de DSEA (calicata 21) .....	12
2. Propiedades químicas del primer y segundo horizonte de los suelos de Florencia (calicata 10) y Atrás de DSEA (calicata 21). .....	13
3. Subclases por aptitud de uso de los suelos de Florencia y Atrás de DSEA. ....	14
4. Lotes plantados con <i>B. quinata</i> en terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana, por sitio, edad, espaciamiento y procedencia. ....	18
5. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), y altura comercial (hc) por tamaños, para <i>B. quinata</i> , Sitio Florencia.....	19
6. Diámetro a la altura al pecho (dap), diámetro basal (db), altura total (ht), altura comercial (hc) y diámetros a longitud estándar de dos metros. Parcela uno, Sitio Florencia. ....	20
7. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vc) y factor forma (FF) para árboles dominantes y codominantes de <i>B. quinata</i> . Parcela uno, Sitio Florencia. ....	20
8. Altura total promedio (htx), altura comercial promedio (hcx), volumen total promedio (Vtx) y volumen comercial promedio (Vcx) para <i>B. quinata</i> . Parcela uno, Sitio Florencia. ....	21
9. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), y altura comercial (hc) por tamaños, para <i>B. quinata</i> , Sitio Suyatillo. ....	21
10. Diámetro a la altura al pecho (dap) y basal (db), altura total (ht) y comercial (hc) y diámetros a longitud estándar de dos metros. Parcela dos, Sitio Suyatillo. ....	22
11. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vc) y factor forma (FF) para árboles dominantes y codominantes de <i>B. quinata</i> . Parcela dos, Sitio Suyatillo.....	23
12. Altura total promedio (htx), altura comercial promedio (hcx), volumen total promedio (Vtx) y volumen comercial promedio (Vcx) para <i>B. quinata</i> . Parcela dos, Sitio Suyatillo.....	23
13. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (db), área basimétrica (g) y área basal (G) para <i>B. quinata</i> , en la parcela tres, Sitio Gradas I. ....	24
14. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), y altura comercial (hc) por tamaños, para <i>B. quinata</i> , Sitio Gradas I. ....	26

15. Diámetro a la altura al pecho (dap), diámetro basal (db), altura total (ht), altura comercial (hc) y diámetros a longitud estándar de dos metros. Parcela tres, Sitio Gradás I. ....	26
16. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vc) y factor forma (FF) para árboles dominantes y codominantes de <i>B. quinata</i> . Parcela tres, Sitio Gradás I. ....	26
17. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial (Vc) para <i>B. quinata</i> . Parcela tres, Sitio Gradás I. ....	27
18. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), y altura comercial (hc) por tamaños, para <i>B. quinata</i> , Sitio Gradás II. ....	28
19. Diámetro a la altura al pecho (dap), diámetro basal (db), altura total (ht), altura comercial (hc) y diámetros a longitud estándar de dos metros. Parcela cuatro, Sitio Gradás II. ....	29
20. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vc) y factor forma (FF) para árboles dominantes y codominantes de <i>B. quinata</i> . Parcela cuatro, Sitio Gradás II. ....	30
21. Altura total promedio (htx), altura comercial promedio (hcx), volumen total promedio (Vtx) y volumen comercial promedio (Vcx) para <i>B. quinata</i> . Parcela cuatro, Sitio Gradás II. ....	31
22. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (db), área basimétrica (g) y área basal (G) para <i>B. quinata</i> , en la parcela cinco, Sitio Maya. ....	31
23. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), y altura comercial (hc) por tamaños, para <i>B. quinata</i> , Sitio Maya. ....	32
24. Diámetro a la altura al pecho y basal, altura total y comercial y diámetros a longitud estándar de dos metros. Parcela cinco, Sitio Maya. ....	33
25. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vc) y factor forma (FF) para árboles dominantes y codominantes de <i>B. quinata</i> . Parcela cinco, Sitio Maya. ....	33
26. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial (Vc) para <i>B. quinata</i> . Parcela cinco, Sitio Maya. ....	34
27. Incrementos medios anuales (IMA) en dap y altura, por sitio y por parcela para <i>B. quinata</i> . ....	35

## Figura

1. Ubicación geográfica de las parcelas de estudio en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano .....	10
2. Mapa de parcela temporal en la plantación de Florencia. ....	19
3. Mapa de parcela temporal en la plantación del Suyatillo.....	22
4. Mapa de parcela temporal en la plantación Gradadas I.....	24
5. Mapa de parcela temporal en la plantación Gradadas II .....	29
6. Mapa de parcela temporal en la plantación de Maya. ....	32

## Anexo

1. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (db), área basimétrica (g) y área basal (G) para <i>B. quinata</i> , en la parcela uno, Sitio Florencia. ....	44
2. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial (Vc) para <i>B. quinata</i> . Parcela uno, Sitio Florencia.....	47
3. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (db), área basimétrica (g) y área basal (G) para <i>B. quinata</i> , en la parcela dos, Sitio Suyatillo .....	50
4. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial (Vc) para <i>B. quinata</i> . Parcela dos, Sitio Suyatillo. ....	52
5. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (db), área basimétrica (g) y área basal (G) para <i>B. quinata</i> , en la parcela cuatro, Sitio Gradadas II. ....	54
6. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial (Vc) para <i>B. quinata</i> . Parcela cuatro, Sitio Gradadas II. ....	63

## 1. INTRODUCCIÓN

*Bombacopsis quinata* es una importante especie forestal que se distribuye naturalmente desde el Sur de Honduras hasta el Norte de Sudamérica, en Venezuela. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 900m de altitud aproximadamente, en ecosistemas tanto secos como húmedos (CATIE 1991a). La importancia de la especie radica en su relativa alta plasticidad ecológica, en su tasa de crecimiento moderada, en la alta calidad de su madera y en su demostrada estabilidad dimensional (Agudelo 2010).

Los bosques latifoliados maduros de tierras bajas, de las regiones tropical y subtropical del mundo son actualmente los responsables de abastecer más del 90% de las maderas nobles que se comercializan en los mercados internacionales. A futuro, muchas de las especies productoras de estas maderas experimentarán un agotamiento casi total de sus existencias de madera en pie. Para la América tropical y subtropical, los cedros – *Cedrela spp.* y caobas – *Swietenia spp.*, han sido y continuarán siendo por mucho tiempo más, importantes renglones de producción de maderas tradicionales (CATIE 1995).

El agotamiento casi inminente de las reservas de maderas nobles procedentes de los bosques naturales, crea una enorme oportunidad para la apertura de ventanas de mercados para maderas no tradicionales pero de reconocida reputación en la industria maderera. *B. quinata* goza de estos atributos y prueba de ello es el establecimiento y manejo de plantaciones operativas o comerciales en Venezuela, Colombia y Honduras. La importancia de la especie queda todavía más demostrada por el despliegue de programas de mejoramiento genético en Venezuela, Colombia, Honduras y Costa Rica (Agudelo 2010).

*B. quinata* se introdujo a Zamorano en la década del 80 y ha demostrado hasta la fecha buena adaptabilidad a las diferentes condiciones de sitio que caracterizan a este valle. Sobre esta base el presente estudio persigue alcanzar los siguientes objetivos:

## 1.1 OBJETIVOS

### Objetivo general

Contribuir a la silvicultura de plantaciones en el enfoque del comportamiento de especies no tradicionales pero de reconocida reputación en la industria maderera.

### Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento de *B. quinata* bajo diferentes condiciones de sitio en el Valle de Zamorano.
- Evaluar el comportamiento de plantaciones de esta especie establecidas en otros sitios de Honduras.
- Seleccionar y marcar dentro de los diferentes lotes plantados, árboles selectos como base para un futuro programa de mejoramiento genético con esta especie.
- Establecer paralelos o comparaciones del comportamiento de la especie con base en la variabilidad de ecosistemas y calidades de sitio.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 LA FAMILIA BOMBACÁCEA, SU DISTRIBUCIÓN E IMPORTANCIA**

Bombacáceae se encuentra presente en los sitios con precipitaciones del orden de 900mm, o menores, temperaturas de entre 20 y 27 °C, crece a elevaciones de entre cero a 1000 m de altitud (Pennington y Sarukan 2005).

La bombacaceae es una familia de distribución pantropical, con amplia representación en la región neotropical. Consta de 20 géneros y unas 180 especies. En la América tropical y subtropical existen alrededor de 100 especies en 10 géneros. La familia está generalmente representada por árboles, en ocasiones de tamaño gigantesco, armado o inerme (Agudelo 2010).

Las bombacáceas poseen diversas propiedades. Algunas de sus especies se emplean en la fabricación y construcción de objetos, también son utilizadas como aislante de sonidos y vibraciones. Existen especies de uso ornamental y las fibras de sus frutos se comercializan por sus propiedades aislantes (Pagaza y Fernández 2004).

En la medicina tradicional algunas de sus especies se usan contra enfermedades renales, diabetes, fiebre, pero no hay mucha información en este aspecto. Algunas especies forman parte de la alimentación de aves, mamíferos e insectos que actúan como polinizadores (Geilfus 1994).

### **2.2 BOMBACOPSIS QUINATA (JACQ.) DUGAND**

#### **2.2.1 Descripción general del árbol**

*B. quinata* es una especie monoica, latifoliada, decidua, que puede alcanzar 35 m de altura y de uno a tres m de diámetro. El fuste es recto con numerosos agujones, cortos, robustos y cónicos, aunque existen variaciones de troncos casi lisos; es de copa ancha y redonda con ramas más o menos horizontales (Agudelo 1991). Su corteza externa es de color grisácea a canela, gruesa y un poco arrugada (Morales y Witmore 1991).

Las hojas son alternas, con estípulas, digitadamente compuestas, con cinco folíolos gabros, lámina obovada u oblongo obovada. Los pecíolos son largos de cuatro a 15 cm, verde pálido y brillante en el haz y glauco y opaca en el envés (CATIE 1991b).

Flores de color blanco y rosado, son hermafroditas, solitarias o dispuestas en inflorescencias cimosas. El fruto es una cápsula elipsoidal, de color pardo, la longitud varía entre cuatro y 10 cm y diámetros entre 2.7 y 5.0 cm. Las semillas se encuentran en el centro del fruto cubiertas por un algodón suave de color pardo. El número de semillas varía de 12,000 a 40,000/Kg. La viabilidad de la semilla se pierde rápidamente si no se da el manejo adecuado (Agudelo 1991).

Presenta una raíz central pivotante, cónica, de 1,1 a 2,2 m de profundidad. Se ramifica en dos o tres raíces en el extremo interior. Las raíces laterales son superficiales, entre 10 y 30 cm de profundidad, con diámetros de uno a 11 cm (CATIE 1996). La madera no posee olor ni sabor característicos, es difícil de secar, liviana, fácil de trabajar y presenta propiedades mecánicas muy favorables (León 2000).

### **2.2.2 Distribución natural**

Esta especie se distribuye entre los seis y 14 °N, desde el Sur de Honduras hasta Colombia y Venezuela. En Honduras, Nicaragua y Costa Rica se encuentra en la vertiente pacífica en regiones con marcada estacionalidad (Agudelo 1991). En Panamá se encuentra tanto en la vertiente atlántica como en la pacífica. En Colombia se presenta en forma natural en la zona húmeda y seca de la costa caribe y en Venezuela es común en la costa atlántica y los llanos centro occidentales (Navarro y Martínez 1992).

### **2.2.3 Ecología de la especie**

#### **2.2.3.1 Clima**

*B. quinata* es una especie de clima tropical seco o muy húmedos. Altitudinalmente se distribuye desde el nivel del mar hasta los 800 m. Crece en sitios con precipitación promedio total anual entre 800 y 2000 mm y con temperatura media anual entre 20 a 27 °C. Tolerancia temperaturas máximas entre 26 y 32 °C y mínimas entre 16 y 24 °C. Soporta de tres a cinco meses de sequía, es intolerante a la sombra y las heladas. Crece mejor donde la humedad es permanente (León 2000).

#### **2.2.3.2 Suelos**

Los suelos donde se encuentra la especie son andosoles y latosoles, moderadamente bien drenados, de textura arcillo-arenosa a arcillo-margosa y poco ácidos. No requiere de fertilidades altas, poca materia orgánica y capa freática moderadamente alta. La especie se desarrolla mejor en suelos bien drenados, pero se los puede encontrar en suelos inundables en épocas lluviosas. La topografía va de plana a levemente ondulada (Morales y Witmore 1991).

### **2.2.3.3 Luz**

Según Torres (1991), la luz influye en la fenología de la especie. Se desarrolla bien durante los dos o tres primeros años aunque el sitio este lleno de maleza. Se describe a la especie como semiheliófito al inicio, más tarde se vuelve heliófito o intolerante a la sombra.

### **2.2.3.4 Topografía**

La especie se desarrolla mejor en topografías planas a levemente onduladas, pero se puede desarrollar en crestas y declives de cerros (Torres 1991).

### **2.2.3.5 Zonas de vida**

Las zonas de vida donde se desarrolla la especie son el bosque seco tropical, bosque húmedo premontano y bosque seco subtropical. Generalmente la especie presenta de dos a tres estratos, el estrato superior tiene una altura de 25 a 30 m, pero normalmente no se encuentran bien diferenciados (Morales y Witmore 1991).

## **2.2.4 Silvicultura de la especie**

### **2.2.4.1 Regeneración natural y artificial**

La especie luego de la germinación de la semilla requiere de mucha luz y si el dosel no es abierto en sus primeros años de vida, la regeneración muere. El tamaño y ataque que sufren las semillas son factores que influyen negativamente en el establecimiento de *B. quinata* bajo regeneración natural espontánea (CATIE 1994). Para favorecer la regeneración natural de la especie, en Venezuela, se han utilizado dos sistemas: dosel protector y fajas transversales orientadas como resultados satisfactorios (Torres 1991).

La poca cantidad de frutos que producen estos árboles es uno de los problemas para la regeneración artificial, empleando semillas. El método más económico para reproducir la especie, es a través de estacas, con un rendimiento hasta del 80%. La recolección debe darse antes de la floración, en sitios con buen drenaje. Se ha utilizado la reproducción agámica como método de propagación, con buenos resultados (Agudelo 1991).

### **2.2.4.2 Producción de plántulas**

Las semillas se siembran en bancales o cajas germinadoras. Se prepara una mezcla de 50% suelo cernido y 50% arena. La germinación de la semilla es epigea y comienza a los ocho días, concluyendo a los 15 días. Las semillas no requieren tratamientos pregerminativo,

pero para que germinen mejor se las sumerge en agua por 24 horas antes de la siembra (Briscoe 1995).

La producción de plántulas se realiza a través de la siembra en cajas de un metro de ancho. En algunos viveros se siembra densamente y al germinar se trasplanta con espaciamiento de 10 a 15 cm para evitar la competencia. En otros casos se siembra directamente en bolsas o cajas. A los dos o tres meses se extrae la planta del suelo y se lleva la plantación por pseudoestaca (González 1997).

### **2.2.4.3 Técnicas de plantación**

Según González (1997), *B. quinata* se puede plantar tres semanas antes de iniciadas las lluvias, para reducir la competencia por malezas durante la época inicial, lo que facilita el cumplimiento temprano del programa de reforestación y una planificación adecuada del control de malezas. El factor limitante en *B. quinata*, es la falta de humedad en el suelo por las malezas. Es recomendable un control físico o químico que no afecte la supervivencia de la especie; el control químico incrementa la altura hasta en un 48% (Chavarría 1997).

En plantaciones puras, es recomendable la preparación intensiva del suelo. Al establecer la plantación se utilizan pseudoestacas de 20cm de raíz y 20 cm de tallo, plantones deshojados o estacas enraizadas. Este tipo de plantación produce mayor ramificación, lo que aumenta costos en la poda, pero con crecimiento inicial mayor (CATIE 1991a). El espaciamiento más recomendable es de 3×3m. En espaciamientos mayores se requiere menos aclareo y los productos de las intervenciones tienen mayor uso (Torres 1991).

### **2.2.4.4 Tratamientos a las masas plantadas**

El control físico debe realizar limpiezas con machete (manual) en la hilera de los árboles y con rastrillo (mecanizado) entre hileras. Un promedio de cinco a 10 limpiezas manuales y tres a seis mecanizadas, durante el primer año y de dos a siete manuales y dos a cuatro mecanizadas en el segundo año. El control químico es el doble de costoso que el físico y requiere estudios para reducir estos valores. El uso de herbicidas como Roundup y Velpor han demostrado mayor efectividad en la eliminación de malezas (CATIE 1994).

Para un control efectivo de malezas se requiere formular un plan integrado que incluya preparación del sitio y aplicaciones de herbicidas. La preparación mecánica reduce la población inicial de semillas y estolones viables y durante los primeros 15 meses se debe aplicar herbicidas. Los herbicidas post-emergente se aplican cuando la semilla haya germinado y antes que la maleza se haya formado e inicie la producción de semillas (Geilfus 1994).

El primer raleo se realiza entre los seis y siete años, cuando el área basal es de 22 a 25 m<sup>2</sup>/ha, se corta de 6 a 8 m<sup>2</sup>/ha, para los siguientes raleos se sugiere el mismo criterio. En plantaciones de 1600 árboles/ha, el primer raleo es del 45 y 50% de árboles, eliminando

principalmente árboles defectuosos y suprimidos. En el segundo raleo se corta el 36%, eliminando lo que interfieren con el desarrollo de árboles escogidos para producir madera (Jara 1998).

*B. quinata* desarrolla ramas grandes en especial con espaciamientos mayores a tres metros, si se maneja la densidad los árboles, eliminan las ramas bajas. La primera poda se realiza entre el cuarto y quinto año facilitando el acceso y mejorando la calidad de la madera. La poda debe ser menor a un tercio de la altura del árbol. La segunda poda se da después del raleo, podando hasta la mitad del árbol. (CATIE 1996).

#### **2.2.4.5 Plagas y enfermedades**

A nivel de vivero el principal problema es el mal de almácigo o de semillas, ocasionado por hongos de los géneros *Rhizoctonia*, *Fusarium* y otros. Existe un coleóptero rojo que daña los frutos inmaduros, perforando el pericarpio y destruyendo la semilla antes que madure. *Arsenura armida* en estado larval es una plaga defoliadora potencial para la especie (Navarro y Martínez 1992).

#### **2.2.4.6 Crecimiento y rendimiento**

*B. quinata* muestra gran variación en sus tasas de crecimiento de plantíos de la misma edad, en un mismo sitio. La especie presenta un período de crecimiento de seis meses (mayo a octubre) y una época de reposo (noviembre a abril). La precipitación y la humedad tienen una correlación con el crecimiento en diámetro (CATIE 1991a). El crecimiento en condiciones favorables de luz y suelo, es alrededor de un metro de altura por año; el mejor registro ha sido 10m en cuatro años (León 2000).

En sitios con condiciones adecuadas y con buen manejo puede crecer cuatro centímetros en dap y dos metros en altura/año. Los turnos finales varían según el producto deseado. En Colombia se han usado turnos de ocho años para aglomerados. Para aserrío, desenrollo y chapa entre 25 y 35 años, según la calidad de sitio. Para turnos entre 24-29 años los rendimientos varían de 10-15 m<sup>3</sup>/ha/año durante los primeros 15 años. Después decrecen hasta completar con 350-375 m<sup>3</sup>/ha, incluyendo el volumen extraído en raleos (CATIE 2006).

#### **2.2.5 Propiedades y usos de la madera**

La madera es de color pálido, la albura de café desvanecido ha rosado, no se diferencia bien del duramen. En estado verde, la albura es color gris y en seco es gris naranja. El duramen en estado verde tiene una coloración más intensa de anaranjado. Los anillos de crecimiento no se diferencian bien, el grano es entrecruzado, textura mediana, lustre regular a bajo, no tiene figura, sabor, ni olor específico (Torres 1991).

Los poros son moderadamente grandes, se aprecian a simple vista y son escasos en número, las fibras son largas y se consideran apropiadas para papel y pulpa (Agudelo 1991).

La madera es moderadamente pesada, con una densidad entre 0,38 y 0,42, con excelente propiedades higroscópicas. Puede ser utilizada verde. Es difícil de secar, se agrieta mucho. Se utiliza en marcos de puertas y ventanas y en el encofrado de concreto. Se emplea en construcciones livianas, elaboración de tableros, producción de chapas y tableros aglomerados. Es apta en la industria de pulpa y papel y para agroforestería (Agudelo 1991).

### **2.2.6 Mejoramiento genético**

El mejoramiento genético consiste en la identificación y desarrollo de poblaciones genéticamente superiores de especies forestales y el uso de estas poblaciones como fuente de semilla para establecer plantaciones mejoradas, aumentar la productividad y mejorar la calidad de los árboles que integran los sistemas forestales (Cornelius 1994).

Durante las dos últimas décadas se han establecido plantaciones de *B. quinata* en Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Desde 1983 la Compañía Monterrey Forestal, ubicada en Colombia, ha establecido plantaciones con esta especie y conducido un programa continuo de investigación silvicultural y mejoramiento genético forestal (Vallejo 1998a).

Monterrey Forestal empezó seleccionando 177 árboles superiores en sitios naturales y 62 árboles en plantaciones establecida en la costa atlántica colombiana. Entre 1987 y 1998 la compañía realizó 15 ensayos de procedencia, utilizando germoplasma de la mayor parte de su ámbito natural de distribución (Vallejo 1998b).

La Compañía CAMCORE de la Universidad del Estado de Carolina del Norte inició recolecciones de semilla en Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Colombia y Venezuela en 1986. La conservación de los bancos y pruebas de campo se han establecido con éxito en el Norte de América del Sur. Sus objetivos a futuro es crear una población reproductora ampliamente adaptada, que sirva como base genética para actividades de mejoramiento genético (Avendaño 1998).

En Costa Rica se han realizado esfuerzos por iniciar programas de conservación, mejoramiento genético y producción de semillas de calidad genética superior. Se tiene conocimiento que hasta 1995 se establecieron tres evaluaciones fenológicas durante los veranos de 1993, 1994 y 1995 en un huerto clonal de *B. quinata*. La evaluación se realizó en 57 clones procedentes de selecciones fenotípicas en el área de distribución natural en Costa Rica. Un 74% de los clones presentaron índices de floración y fructificación bajos, lo que se prevé una producción de semillas bajas, varios clones sobresalieron por ser constantes en fructificación en los tres periodos evaluados lo que los hace prometedores como productores de semilla, otros no manifestaron floración ni fructificación (Jiménez, Pastrana 2000).

En Venezuela, la Unidad Experimental de la Reserva Forestal Caparo, Llanos Occidentales, caracterizada por una temperatura media anual de 24,6 °C y una precipitación promedio total anual de 1750 mm, con marcada distribución estacional, estableció en 1981 un ensayo de progenies con el propósito de determinar el valor genético de 20 progenies en dos condiciones de sitio (Quijada *et al* 2008).

Entre 1977 a principios de la década del 90, el Instituto Forestal de Oxford de Inglaterra conjuntamente con el gobierno de Honduras llevo a cabo el Proyecto de Conservación de Especies Forestales en Honduras CONSEFORH. Como parte de los resultados del proyecto se establecieron dos huertos semilleros de plántulas de primera generación, uno en el Sur de Honduras, en la Estación Santa Rosa, y otro en el Valle de Comayagua, en la Estación La Soledad (Ochoa 1998).

### **2.2.7 Plantaciones de *B. quinata* establecidas en Honduras**

Aunque en Honduras existen pequeños lotes demostrativos con esta especie, la mayor superficie plantada se encuentra en la Finca La Rubenia, localizada en el departamento de Choluteca cerca Santa Ana de Yusguare. Las plantaciones se iniciaron en 1997 y a la fecha se tienen establecidas 56 hectáreas. Al inicio de las plantaciones se utilizó semilla procedente de los alrededores del Cerro Guanacaure, uno de los sitios de distribución natural de la especie. Posteriormente los propietarios de la finca utilizaron como fuente de germoplasma semilla proveniente de los lotes plantados en la misma Finca La Rubenia (Ochoa 2010).

Estas plantaciones fueron establecidas a un espaciamiento de 3×3 m y recibieron dos raleos: el primero entre el sexto y séptimo año, extrayendo el 25% de la población. El segundo raleo se realizó a los 13 años y se extrajo en el mismo el 50% de los árboles. Las trozas, producto del segundo raleo, se están comercializando en Tegucigalpa para la producción de machimbre. Las masas plantadas también recibieron podas de formación a los cuatro años de edad (Ochoa 2010).

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

##### 3.1.1 Ubicación geográfica y política

El estudio se realizó en las plantaciones de *B. quinata* establecida en terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana. Los bloques plantados están ubicados entre los 13° 41' y 14° 02' N y entre los 87° 01' y 87° 05' W, Municipio de San Antonio de Oriente, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, Centro América. En la Figura 1 se ilustra la ubicación de las zonas de estudio.

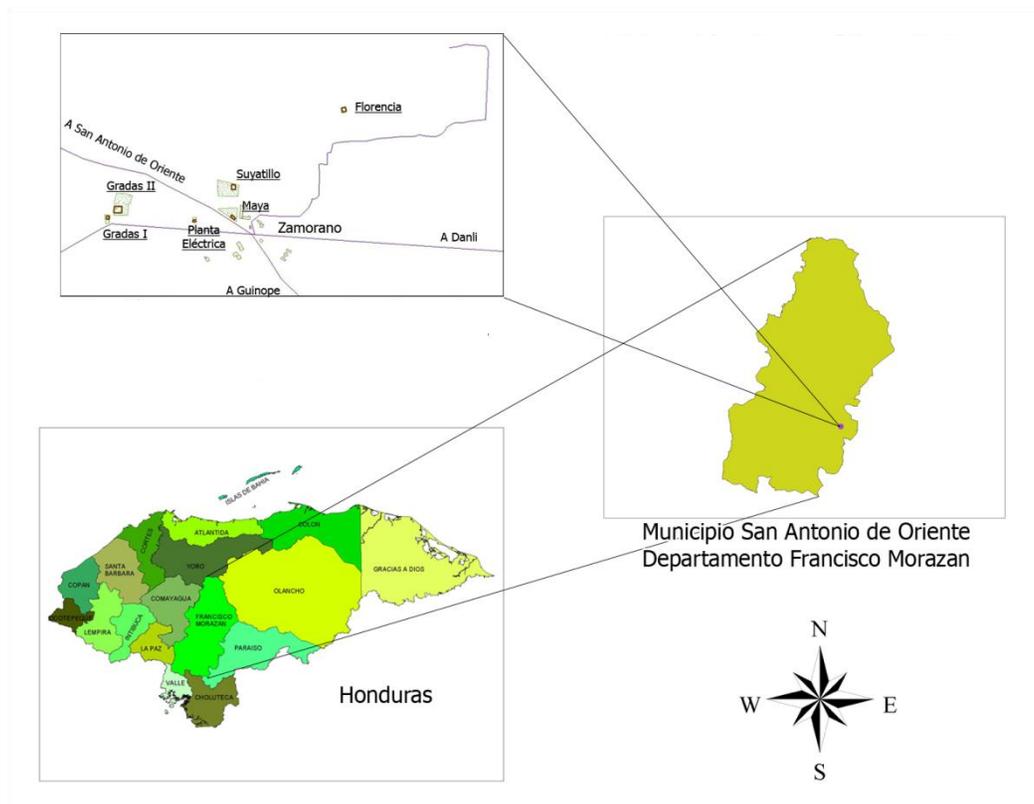


Figura 1. Ubicación geográfica de las parcelas de estudio en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Fuente: Unidad SIG, Zamorano, 2010. Adaptado por el autor

### 3.1.2 Aspectos físicos

- **Clima y ecología**

La elevación de los sitios de plantación está entre los 760 y 780 msnm. Tienen una temperatura media anual de 23,5 °C y una precipitación promedio total anual del orden de los 1091 mm, con un período de sequía que abarca de seis a siete meses. Con base en el sistema de Clasificación de Zona de Vida de Holdridge, las estaciones de plantación están en el bosque seco tropical, transición a subtropical (Agudelo 2010).

- **Geología y suelos**

Los sitios plantados con *B.quinata* se ubican en el sitio denominado Florencia y atrás del edificio de la Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente (DSEA). Geomorfológicamente la plantación de Florencia se encuentra en terraza media, tiene un epipedón ócrico y un endopedón argílico. Pertenece al subgrupo Lithic Haplustalf, a la Familia Franco Grueso y tiene una clase por aptitud III (Velázquez 2007).

Geomorfológicamente los suelos que ocupan las otras plantaciones (Atrás de DSEA) de *B. quinata* corresponden a un ápice de abanico, tienen un epipedón ócrico y un endopedón cámbrico. Pertenece al subgrupo Lithic Troporthent, a la Familia Franco grueso esqueletal/ esqueletal y tienen una clase por aptitud V (Velásquez 2007).

Cuadro 1. Características morfológicas y físicas de los suelos de Florencia (calicata 10) y Atrás de DSEA (calicata 21)

Calicata	Ho	Prof	Color	Moteos		Textura	Pedreg		Estructura			Consistencia		RP (Kg/cm <sup>3</sup> )	Porosidad				Raíces			Límite	
				Color	%		tam	%	tipo	clase	grado	hum	moj		tipo	clase	contin	frec	tam	cant	topo	nitidez	
10	AP	0-33	5 YR 2,5/2			FA						s	lp	0,85	t	m	c	f	tt	p	o	c	
	Bw	33-64	7,5YR5/6			FA	m,f	p	g			fr	lp	0,4	t	m	c	f		a	p	a	
	Bw <sub>2</sub>	64-80x	5YR5/4			FA									v	f	nc	f					
Observaciones: profundidad efectiva limitada por piedra. Alto contenido de gravilla en ambos horizontes																							
21	Ap	0-20	5YR3/1			FA	mg,g	m	ba	m	M	f	np	3,1	p	f	c	p	f,mf	m	p	g	
	Bw <sub>1</sub>	20-44	7,5YR6/6			F	g,m,f	p	ba	m,f	d	s	p	1,35	t	f	c	p	mf	p	o	c	
	Bw <sub>2</sub>	44-89	2,5YR7/1	2,5YR4/8	50	F	mf	p	bs	m,f	m	f	p	1,4	t	f	c	p	mf	p	p	g	
	C	89-110	2,5YR7/1	2,5YR4/8	25	FAr			a	m			mfr	p	l	v	f	nc	f		a		

Símbolos: **Ho**: horizonte. **Prof**: profundidad. **Textura**: A: arenoso, AF: arena franca, FA: franco arenoso, F: franco, FArA: franco arcillo arenoso, FL: franco limoso, FArL: franco arcillo limoso, ArA: arcillo arenoso, FAr: franco arcilloso, Ar: arcilloso. **Pedreg**: pedregosidad, tam: tamaño, tt: todos los tamaños, mg: muy gruesa, g: gruesa, m: mediana, f: fina, mf: muy fina. **Estructura**: tipo: bs: bloques subangulares, ba: bloques angulares, g: granular, m: masiva, l: laminar; clase: tt: todos los tamaños, mg: muy gruesa, g: gruesa, m: mediana, f: fina, mf: muy fina; grado: f: fuerte, m: moderado, d: débil. **Consistencia**: hum: húmedo, s: suelto, mfr: muy friable, fr: friable, f: firme, mf: muy firme; moj: mojado, np: no pegajoso, lp: ligeramente pegajoso, p: pegajoso, mp: muy pegajoso. **RP**: Resistencia a la penetración. **Porosidad**: tipo: t:tubular, v: vesicular, p: planar, c: caóticos; clase: tt: todo tamaño, mg: muy gruesos, g: gruesos, m: mediano, f: finos, mf: muy finos; contin: continuidad, c: conectados, nc: no conectados; frec: frecuencia, p: pocos, f: frecuentes, m: muchos. **Raíces**: tam: tamaño, tt: todos los tamaños, mg: muy gruesa, g: gruesa, m: mediana, f: fina, mf: muy fina. **Límite**: topo: topografía, o: ondulado, p: plano, i: irregular; nitidez: a: abrupto, c: claro, g: gradual, d: difuso.

Fuente: Velásquez 2007.

Cuadro 2. Propiedades químicas del primer y segundo horizonte de los suelos de Florencia (calicata 10) y Atrás de DSEA (calicata 21).

Calicata	Ho	Ph	%				mg/kg (extractable)						cmol/Kg			cmol/Kg			%				
			MO	Arena	Limo	Arcilla	P	K	Ca	Mg	Na	H	Al	K	Ca	Mg	Na	CICe	CIC Ar	SB	SK	Sca	SMg
10	Ap	5,69	2,47	58	24	18	2,34	168	740	140	165	1,5	0,43	3,7	1,17	0,72	7,515	41,75	80	5,7	49	16	10
	Bw	6,11	0,39	64	20	16	1,24	104	560	120	175	1	0,27	2,8	1	0,76	5,828	36,42	82,8	4,6	48	17	13
21	Ap	6,02	4,96	56	26	18	2,54	212	1160	180	165	1	0,54	5,8	1,5	0,72	9,561	53,12	89,5	5,7	61	16	7,5
	Bw1	6,12	1,04	52	22	26	1,34	156	630	110	180	1	0,4	3,15	0,92	0,78	6,249	24,04	84	6,4	50	15	13

Símbolos: **CICe**: capacidad de intercambio catiónica efectiva, **CIC Ar**: capacidad de intercambio catiónica de la arcilla. **SB**: saturación de bases, **SK**: saturación de potasio. **Sca**: saturación de calcio. **SMg**: saturación de magnesio. **PSI**: saturación de sodio.

Fuente: Velásquez, 2007.

Según Velásquez (2007), los sitios plantados con *B.quinata* pertenecen para la plantación de Florencia a la clase de suelo por aptitud de uso III y para las plantaciones de Atrás de DSEA a las clases de suelos por aptitud de uso V. A partir de las clases se definieron subclases con base en los siguientes criterios limitantes: profundidad efectiva (pe), textura del suelo y subsuelo (t) y pedregosidad (p). Las subclases para los suelos de Florencia y Atrás de DSEA se dan a conocer en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Subclases por aptitud de uso de los suelos de Florencia y Atrás de DSEA.

Clase	Subclase	Descripción	Área	
			ha	%
III	III <sub>t</sub>	Suelos limitados por la presencia de texturas finas superficial y subsuperficial. Estos suelos se encuentran en pendientes planas (0-3%), profundidad entre 60 y 90 cm y pueden presentar pedregosidad de 5-10%.	30,1	2,29
	III <sub>pe,p</sub>	La principal limitante de estos suelos es la presencia de horizontes continuos de roca entre 60-90 cm, lo cual limita la profundidad efectiva. Estos suelos se encuentran en pendientes entre 0-7% y predominan las texturas francas y franco arenosas.	102,2	7,78
V	V <sub>pe</sub>	Suelos limitados por profundidad efectiva entre 0-30 cm, debido a la presencia de un horizonte compactado. Se encuentran en pendientes entre 0-3% y son ligeramente pedregosos (5-10%), predominan las texturas franco arenosas y franco arcillo arenosas.	318,7	24,3
	V <sub>pe2</sub>	Suelos que presentan un horizonte compactado entre 0-30 cm, limitando la profundidad efectiva. Se encuentran en pendientes entre 0-3% y puede apreciarse entre 25-50% de pedregosidad a profundidades mayores del horizonte compactado. Superficialmente predominan las texturas franco arenosas y subsuperficialmente texturas arcillo arenosas y arcillosas.	10,46	0,8
	V <sub>pe,p</sub>	Suelos limitados por la presencia de horizontes de roca continua a profundidades entre 0-30 cm, limitando así la profundidad efectiva. Se encuentran en pendientes entre 0-3%. Superficialmente predominan las texturas francas con tendencia a encontrar texturas finas en horizontes subsuperficiales.	63,46	4,83

Fuente: Velásquez, 2007.

## **3.2 MATERIALES**

Para la ejecución del estudio se utilizó el siguiente equipo y materiales:

- Vehículo
- Computadora
- Clinómetros
- Brújulas
- Cintas métricas y diamétricas
- Cámara Fotográfica
- Vara telescópica
- Aparato receptor de GPS
- Papelería
- Escaleras

## **3.3 METODOLOGÍA**

### **3.3.1 Metodología de levantamiento**

- Levantamiento de mapas planimétricos de los diferentes sitios plantados en Zamorano, por medio del aparato receptor de GPS. Para sitios con plantaciones de esta especie fuera de Zamorano no se levantaron mapas pero sí se evaluaron variables de crecimiento por medio de parcelas temporales.
- Establecimiento de parcelas temporales dentro de cada sitio para medir variables de crecimiento. En cada bloque plantado se estableció una o más parcelas temporales, cuya distribución espacial en el lote se determinó con la ayuda del aparato receptor de GPS. Las parcelas temporales fueron de forma rectangular o cuadrada dependiendo del tamaño y forma de cada bloque. Para el levantamiento de cada parcela se utilizaron brújulas o plancheta y cintas métricas o teodolito y cinta.
- Medición de variables de crecimiento. Para ello se utilizaron aparatos ópticos, varas telescópicas, cintas métricas y diamétricas.
- Ubicación de los diferentes lotes plantados en los mapas correspondientes al estudio semidetallado de suelos de la parte plana de la Escuela Agrícola Panamericana.

### 3.3.2 Metodología de evaluación

Las variables que se midieron y calcularon en cada árbol dentro de cada parcela temporal fueron:

#### **Diámetro a la altura del pecho (dap) y diámetro comercial**

Para medir estos diámetros se utilizaron cintas diamétricas y/o forcípulas y se aplicaron para las mediciones las normas dasométricas de la FAO.

#### **Altura total y comercial**

Para la medición de las alturas se emplearon aparatos ópticos (clinómetros) para árboles de gran tamaño y para individuos pequeños se utilizó vara telescópica.

Con base en la altura total y comercial se estimaron los volúmenes reales de los árboles a estas alturas. Para ello se midió el diámetro con corteza a distancias de 2m para una muestra de individuos dentro de cada parcela temporal. La población muestreada estuvo constituida por árboles dominantes y codominantes y de mejor fenotipo. La muestra a nivel de cada parcela osciló entre cuatro y el 22% de la totalidad de individuos. Con las mediciones obtenidas se determinó el volumen de cada árbol muestreado, con base en los siguientes criterios:

Para el fuste o volumen comercial se empleó la fórmula Smalian, cuyo modelo es:

$$V1 = (A1 + A2) / 2 \times L \quad [1]$$

#### **Donde:**

V1= volumen del trozo de 2m de longitud, en m<sup>3</sup>

A1= Área de la sección transversal mayor del trozo, en m<sup>2</sup>

A2= Área de la sección transversal menor del trozo, en m<sup>2</sup>

L= Longitud del trozo, en metros.

Para la porción restante del árbol o punta se aplicó la fórmula del cono, la que obedece a la siguiente forma:

$$V2 = 1/3 \times A_n \times L_c \quad [2]$$

#### **Donde:**

V2= volumen del cono, en m<sup>3</sup>

A<sub>n</sub>= área de la sección transversal en la base del cono, en m<sup>2</sup>

L<sub>c</sub>= longitud o altura del cono en metros

Por tanto, el volumen total de un árbol es igual a la suma de los dos volúmenes:

$$V_t = V_1 + V_2 \quad [3]$$

Con base en el dap se calculó el área basimétrica de cada árbol y el área basal promedio para cada parcela temporal. El área basimétrica obedece a la forma:

$$g = \text{dap}^2 \pi / 4 \quad [4]$$

**Donde:**

g= área basimétrica en m<sup>2</sup>/árbol  
dap= diámetro a la altura al pecho

El área basal se determinó aplicando la siguiente ecuación:

$$G = \sum g \text{ en } 1.0 \text{ ha, en m}^2/\text{ha} \quad [5]$$

Con fundamento en el dap y en el volumen real del árbol se determinó su factor de forma, usando el siguiente modelo:

$$FF = V_r / V_c \quad [6]$$

**Donde:**

FF= factor de forma del árbol o factor de conicidad.

V<sub>r</sub> = volumen real del árbol obtenido por la suma de los volúmenes comerciales y del cono.

V<sub>c</sub> = Volumen del cilindro, calculado mediante la fórmula:

$$V_c = \pi \times r^2 \times L \quad [7]$$

**Donde:**

r= radio del tronco a la altura del dap.

L= longitud del fuste en metros.

Se determinó también el incremento medio anual (IMA) de los árboles de cada parcela con fundamento en el dap y en la altura total. El IMA obedece a la forma:

$$\text{IMA} = \frac{\text{tamaño promedio alcanzado en el dap o altura a una edad determinada}}{\text{Edad correspondiente}} \quad [8]$$

## 4. RESULTADOS

La Escuela Agrícola Panamericana tiene hasta la fecha cinco lotes plantados que se encuentran: Florencia, Suyatillo, Gradas I, Gradas II y Maya (Cuadro 4).

Cuadro 4. Lotes plantados con *B. quinata* en terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana, por sitio, edad, espaciamiento y procedencia.

Sitio	Edad (años)	Espaciamiento (m)	Procedencia
Florencia	17	3 × 3	Choluteca, Honduras
Suyatillo	24	3 × 3	Hojancha Nicoya, Nicaragua
Gradas I	23	2,5 × 2,5	Hojancha Nicoya, Nicaragua
Gradas II	16	2 × 2	Zambrano, Bolívar, Colombia
Maya	27	3 × 3	Hojancha Nicoya, Nicaragua

Fuente: Elaboración propia

### 4.1 VARIABLES DASOMÉTRICAS DE LOS LOTES PLANTADOS

Los valores de las variables dasométricas de los árboles plantados en los diferentes lotes se presentan por parcela y por sitio. Cada uno de los sitios cuenta con un solo lote plantado que contiene una parcela temporal.

Para la parcela tres “Gradas I” y la parcela cinco “Maya”, se muestra la información dasométrica completa, debido a que los lotes son pequeños y las parcelas de evaluación solo contiene 38 árboles para “Gradas I” y 23 árboles para “Maya”.

Para la parcela uno “Florencia”, parcela dos “Suyatillo” y parcela cuatro “Gradas II”, se dan a conocer cifras promedio de las variables dasométricas. La información detallada de las variables para estas parcelas se ilustra a nivel de anexos.

#### 4.1.1 Variables dasométricas correspondientes a la parcela uno. Sitio Florencia

En el lote uno del sitio Florencia se instaló una parcela de 30×30m (900m<sup>2</sup>), encontrándose en ella 100 árboles, por tanto, el número de árboles/ha es de 1111. Se observa las variables dasométricas de dap, diámetro basal, área basimétrica y área basal (Anexo 1).

Se presenta (Cuadro 5) el promedio de las variables dasométricas, dap, altura total y altura comercial por tamaños y la plantación de Florencia y su correspondiente parcela temporal (Figura 2).

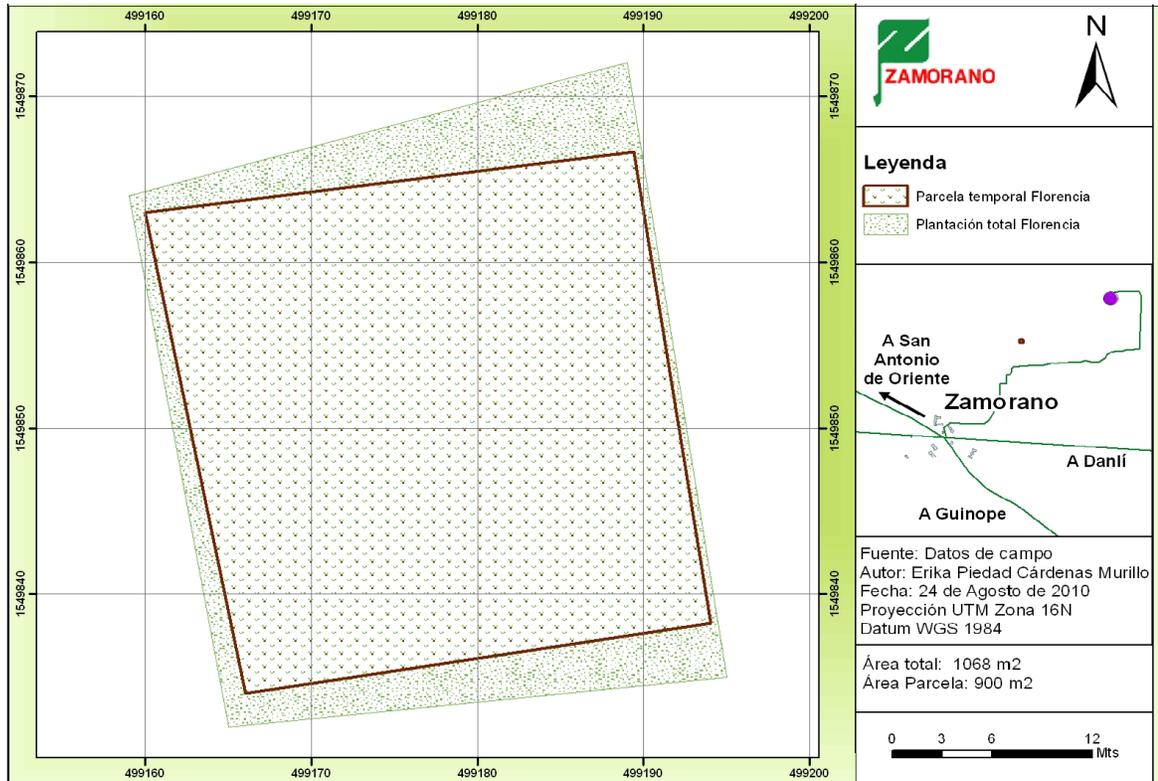


Figura 2. Mapa de parcela temporal en la plantación de Florencia.

Cuadro 5. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), y altura comercial (hc) por tamaños, para *B. quinata*, Sitio Florencia.

Tamaño	dap (cm)	ht (m)	hc (m)
Mínimo	6,5	5,0	1,1
Máximo	27,5	12,4	8,0
Promedio	15,7	9,5	3,5

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 30×30 (900m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 1111 árboles; Vol. total /ha= 137,73 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comer/ha= 52,15 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 23,30.

En esta parcela se muestreó el 7% de la población correspondiente a siete árboles dominantes y codominantes de mejor fenotipo. A continuación las siguientes variables: dap, diámetro basal, altura total, altura comercial y los diámetros a distancia estándar de dos metros (Cuadro 6).

Cuadro 6. Diámetro a la altura al pecho (dap), diámetro basal (db), altura total (ht), altura comercial (hc) y diámetros a longitud estándar de dos metros. Parcela uno, Sitio Florencia.

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	ht (m)	hc (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	d3 (cm)	d4 (cm)
1	21,0	30,0	9,3	4,4	30,0	20,0	15,0	
2	19,5	24,5	10,5	3,1	24,5	18,0	20,0	
3	18,0	23,0	10,7	4,1	23,0	17,5	19,0	
4	18,4	27,0	9,8	4,1	27,0	18,5	19,0	
5	20,0	29,5	8,7	6,2	29,5	20,0	16,5	14,0
6	21,0	30,0	9,2	3,4	30,0	22,0	21,5	
7	27,5	35,0	10,4	6,8	35,0	24,5	21,0	19,0
Promedio	20,8	28,4	9,8	4,6				

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 30×30 (900m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 1111 árboles; Vol. total /ha= 137,73 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 52,15 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 23,30

En esta parcela los árboles dominantes y codominantes tienen un dap promedio de 20,77 cm, una altura total promedio de 9,82 m y una altura comercial promedio de 4,59 m. Se ilustra para los dominantes y codominantes los volúmenes por secciones, los volúmenes real y del cilindro de cada árbol y su correspondiente factor mórfico (Cuadro 7).

Cuadro 7. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vc) y factor forma (FF) para árboles dominantes y codominantes de *B. quinata*. Parcela uno, Sitio Florencia.

N. Árbol	Vol1 (m <sup>3</sup> )	Vol2 (m <sup>3</sup> )	Vol3 (m <sup>3</sup> )	Vr (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )	FF
1	0,1	0,0		0,2	0,3	0,6
2	0,1	0,0		0,2	0,3	0,6
3	0,1	0,0		0,2	0,3	0,6
4	0,1	0,1		0,2	0,3	0,7
5	0,1	0,1	0,0	0,2	0,3	0,7
6	0,1	0,0		0,2	0,3	0,7
7	0,1	0,1	0,1	0,3	0,6	0,5
Promedio				0,2		0,6

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 30×30 (900m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 1111 árboles; Vol. total /ha= 137,73 m<sup>3</sup>/ha; Vol. Comercial/ha= 52,15 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 23,30

Los árboles más altos y de mejor forma de la parcela tienen un volumen real promedio por individuo de 0,21 m<sup>3</sup> y que el factor de forma promedio es del orden de 0,6 (Cuadro 7).

Con el factor de forma promedio extraído (Cuadro 7) y utilizando las alturas total y comercial de los árboles de la parcela, se determinó el volumen total y comercial de todos los individuos (Anexo 2). Con esta información se calcularon los valores promedio para las siguientes variables: altura total y comercial, y volumen total y comercial (Cuadro 8).

Cuadro 8. Altura total promedio ( $ht\bar{x}$ ), altura comercial promedio ( $hc\bar{x}$ ), volumen total promedio ( $Vt\bar{x}$ ) y volumen comercial promedio ( $Vc\bar{x}$ ) para *B. quinata*. Parcela uno, Sitio Florencia.

$ht\bar{x}$ (m)	$hc\bar{x}$ (m)	$Vt\bar{x}$ (m <sup>3</sup> )	$Vc\bar{x}$ (m <sup>3</sup> )
9,5	3,5	0,1	0,1

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 30×30 (900m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 1111 árboles; Vol. total /ha= 137,73 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 52,15 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 23,30

#### 4.1.2 Variables dasométricas correspondiente a la parcela dos. Sitio Suyatillo

En el lote dos del sitio Suyatillo se instaló una parcela de 30×30m (900m<sup>2</sup>), encontrándose en ella 74 árboles, por tanto, el número de árboles/ha es de 822. Se da a conocer las variables dasométricas de dap, diámetro basal, área basimétrica y área basal (Anexo 3).

Se presenta (Cuadro 9) el promedio de las variables dasométricas dap, altura total y altura comercial por tamaños y la plantación del Suyatillo y su correspondiente parcela temporal (Figura 3).

Cuadro 9. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), y altura comercial (hc) por tamaños, para *B. quinata*, Sitio Suyatillo.

Tamaño	dap (cm)	ht (m)	hc (m)
Mínimo	5,5	6,5	1,3
Máximo	36,0	14,1	8,5
Promedio	20,1	11,0	4,8

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 30×30 (900m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 822 árboles; Vol. total /ha= 164,73 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 70,75 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 28,76

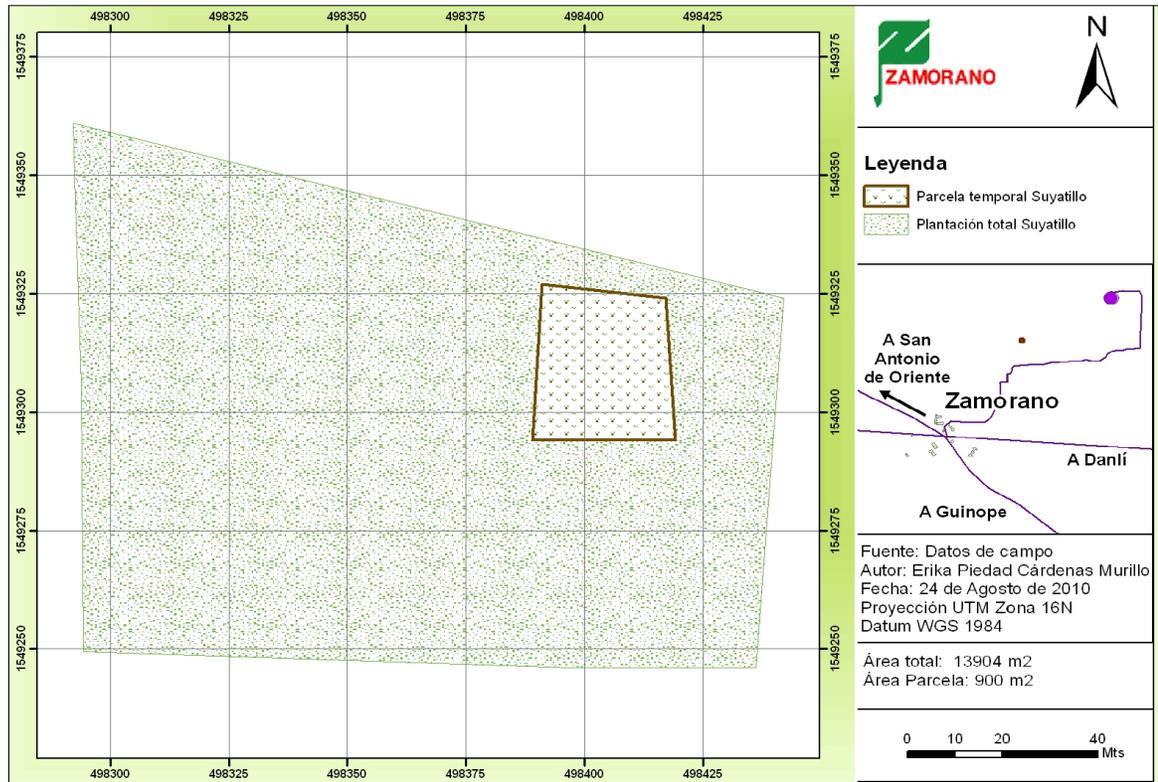


Figura 3. Mapa de parcela temporal en la plantación del Suyatillo.

En esta parcela se muestreó el 9% de la población correspondiente a siete árboles dominantes y codominantes de mejor fenotipo. A estos individuos se les determinó el volumen real. Se presentan las siguientes variables: dap, diámetro basal, altura total, altura comercial y los diámetros a distancia estándar de dos metros (Cuadro 10).

Cuadro 10. Diámetro a la altura al pecho (dap) y basal (db), altura total (ht) y comercial (hc) y diámetros a longitud estándar de dos metros. Parcela dos, Sitio Suyatillo.

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	ht (m)	hc (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	d3 (cm)	d4 (cm)
1	29,3	34,3	12,8	6,3	34,3	24,0	20,0	19,0
2	20,0	23,5	11,9	6,5	23,5	19,5	16,0	15,0
3	29,5	34,5	11,1	4,3	34,5	27,0	28,0	
4	25,5	31,0	13,6	5,0	31,0	27,0	24,7	
5	36,0	38,0	12,2	4,4	38,0	34,0	34,2	
6	24,0	29,0	11,6	6,6	29,0	24,0	21,0	20,0
7	21,5	23,7	12,3	4,6	23,7	21,0	21,2	
Promedio	26,5	30,6	12,2	5,4				

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 30×30 (900m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 822 árboles; Vol. total /ha= 164,73 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 70,75 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 28,76

En esta parcela los árboles dominantes y codominantes tienen un dap promedio de 26,74 cm, una altura total promedio de 12,20 m y una altura comercial promedio de 5,37 m. Se ilustra (Cuadro 11), para los dominantes y codominantes los volúmenes por secciones, los volúmenes real y del cilindro de cada árbol y su correspondiente factor mórfico.

Cuadro 11. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vc) y factor forma (FF) para árboles dominantes y codominantes de *B. quinata*. Parcela dos, Sitio Suyatillo.

N. Árbol	Vol1 (m <sup>3</sup> )	Vol2 (m <sup>3</sup> )	Vol3 (m <sup>3</sup> )	Vr (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )	FF
1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,9	0,4
2	0,1	0,1	0,0	0,2	0,4	0,5
3	0,2	0,1		0,4	0,8	0,5
4	0,1	0,1		0,4	0,7	0,6
5	0,2	0,1		0,6	1,2	0,5
6	0,1	0,1	0,1	0,3	0,5	0,6
7	0,1	0,1		0,2	0,5	0,5
Promedio				0,4		0,5

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 30×30 (900m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 822 árboles; Vol. total /ha= 164,73 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 70,75 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 28,76

Los árboles más altos y de mejor forma de la parcela arrojan un volumen real promedio por individuo de 0.36 m<sup>3</sup> y que el factor de forma promedio es del orden de 0,5 (Cuadro 11).

Con el factor de forma promedio extraído (Cuadro 11) y utilizando las alturas total y comercial de los árboles de la parcela, se determinó el volumen total y comercial de todos los individuos (Anexo 4). Con esta información se calcularon los valores promedio para las siguientes variables: altura total y comercial, y volumen total y comercial (Cuadro 12).

Cuadro 12. Altura total promedio (ht $\bar{x}$ ), altura comercial promedio (hc $\bar{x}$ ), volumen total promedio (Vt $\bar{x}$ ) y volumen comercial promedio (Vc $\bar{x}$ ) para *B. quinata*. Parcela dos, Sitio Suyatillo.

ht $\bar{x}$ (m)	hc $\bar{x}$ (m)	Vt $\bar{x}$ (m <sup>3</sup> )	Vc $\bar{x}$ (m <sup>3</sup> )
11,0	4,8	0,2	0,1

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 30×30 (900m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 822 árboles; Vol. total /ha= 164,73 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 70,75 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 28,76

#### 4.1.3 Variables dasométricas correspondientes a la parcela tres. Sitio Gradass I

En el sitio Gradass I la parcela tres tuvo una superficie de 20×20 m (400 m<sup>2</sup>) y se evaluó en la misma un total de 38 árboles. A todos los individuos se les midió el dap, el diámetro basal, la altura total y comercial. Con el dap se calculó el área basimétrica, para determinar posteriormente el área basal. A continuación (Cuadro 13) se ilustra el dap, el diámetro basal, el área basimétrica y el área basal para esta parcela y para la hectárea. Se presenta la plantación de Las Gradass I y su correspondiente parcela temporal (Figura 4).

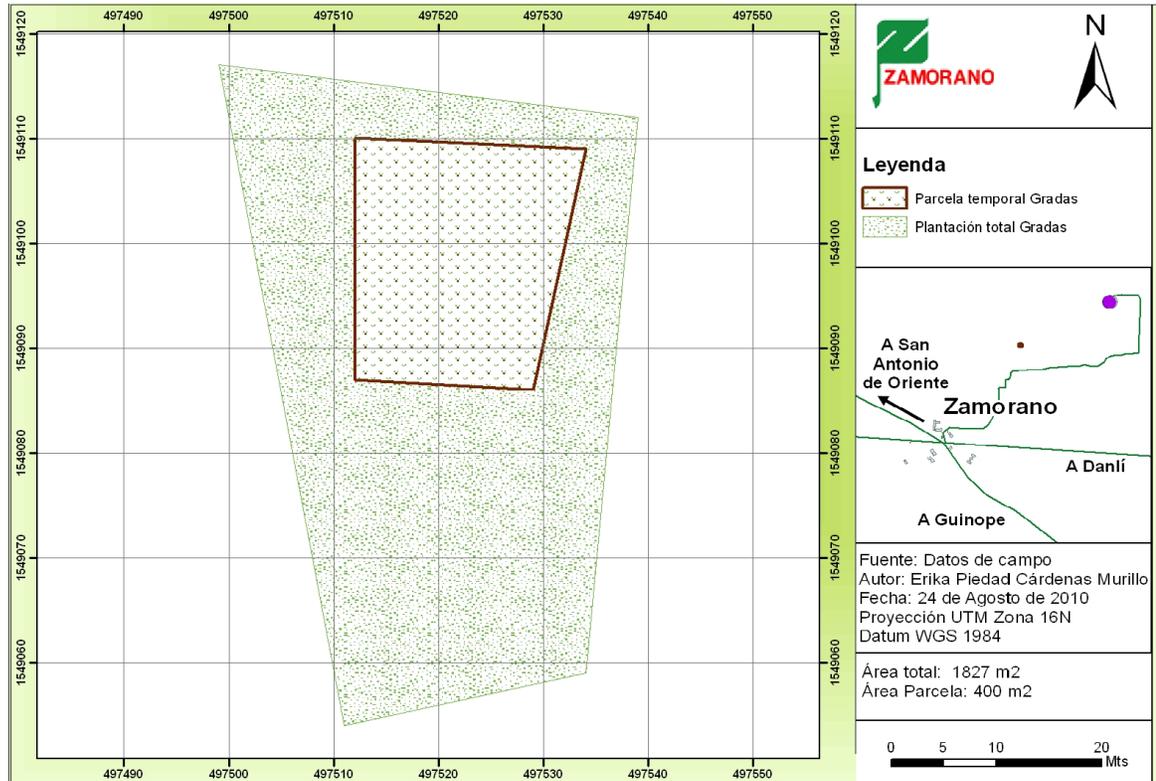


Figura 4. Mapa de parcela temporal en la plantación Gradass I.

Cuadro 13. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (db), área basimétrica (g) y área basal (G) para *B. quinata*, en la parcela tres, Sitio Gradass I.

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
1	16,10	21,50	0,02
2	13,20	21,20	0,01
3	13,20	17,20	0,01
4	20,50	24,50	0,03
5	27,00	34,50	0,06
6	17,50	20,80	0,02
7	20,00	29,80	0,03

Cuadro 13. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
8	23,50	31,60	0,04
9	17,30	22,20	0,02
10	12,00	17,50	0,01
11	11,20	14,50	0,01
12	24,50	35,50	0,05
13	22,00	33,50	0,04
14	8,00	16,00	0,01
15	21,00	26,00	0,04
16	16,00	22,00	0,02
17	17,00	20,00	0,02
18	9,00	14,00	0,01
19	14,00	18,50	0,02
20	26,00	35,50	0,05
21	19,00	27,50	0,03
22	23,50	30,00	0,04
23	21,50	27,50	0,04
24	23,00	28,00	0,04
25	19,00	25,00	0,03
26	17,50	25,00	0,02
27	17,50	26,50	0,02
28	40,50	43,00	0,13
29	17,00	23,50	0,02
30	15,00	24,00	0,02
31	13,00	20,50	0,01
32	18,00	26,00	0,03
33	14,00	21,00	0,02
34	18,00	23,50	0,03
35	21,00	28,50	0,04
36	14,00	17,50	0,02
37	12,00	16,00	0,01
38	11,50	17,00	0,01
Promedio	18,00		0,03

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 20×20 (400m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 950 árboles; Vol. total /ha= 131,22 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 55,17 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 26,76

A continuación se presenta (Cuadro 14) el promedio de las variables dasométricas, dap, altura total y altura comercial por tamaños.

Cuadro 14. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), y altura comercial (hc) por tamaños, para *B. quinata*, Sitio Gradas I.

Tamaño	dap (cm)	ht (m)	hc (m)
Mínimo	8,0	4,6	1,2
Máximo	40,5	10,1	6,4
Promedio	18,0	7,9	3,4

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 20×20 (400m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 950 árboles; Vol. total /ha= 131,22 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 55,17 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 26,76

En esta parcela al 11% de los árboles dominantes y codominantes (cuatro en total), se le determinó el volumen real. Se muestra los diámetros a la altura del pecho y basal, la altura comercial y total y los diámetros a distancias estándar de dos metros (Cuadro 15) y para cada árbol los volúmenes por secciones, el volumen real, el volumen del cilindro y el factor de forma (Cuadro 16).

Cuadro 15. Diámetro a la altura al pecho (dap), diámetro basal (db), altura total (ht), altura comercial (hc) y diámetros a longitud estándar de dos metros. Parcela tres, Sitio Gradas I.

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	ht (m)	hc (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	d3 (cm)
1	16	22	8,65	4,33	22	15	12
2	26	35,5	8,63	4,07	35,5	25	22
3	17	23,5	8,8	3,77	23,5	17	11,5
4	14	21	7,35	4,04	21	13	11
Promedio	18,25	25,50	8,36	4,05			

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 20×20 (400m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 950 árboles; Vol. total /ha= 131,22 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 55,17 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 26,76

Cuadro 16. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vc) y factor forma (FF) para árboles dominantes y codominantes de *B. quinata*. Parcela tres, Sitio Gradas I.

N. Árbol	Vol1 (m <sup>3</sup> )	Vol2 (m <sup>3</sup> )	Vr. (m <sup>3</sup> )	Vc. (m <sup>3</sup> )	FF
1	0,1	0,0	0,1	0,2	0,6
2	0,1	0,1	0,3	0,5	0,6
3	0,1	0,0	0,1	0,2	0,6
4	0,0	0,0	0,1	0,1	0,7
Promedio			0,1		0,6

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 20×20 (400m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 950 árboles; Vol. total /ha= 131,22 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 55,17 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 26,76

Los datos (Cuadro 16) indican que los árboles dominantes y codominantes de mejor forma de esta parcela tienen un volumen real promedio de 0,147m<sup>3</sup> y un factor de forma promedio de 0,6.

Con base en la altura total y comercial de los árboles de la parcela y en el factor de forma promedio se obtuvo el volumen total y comercial de cada individuo. Con esta información se determinaron los valores promedio para las siguientes variables dasométricas altura total y comercial, volumen total y comercial (Cuadro 17). La plantación del bloque 3 de Gradas I contiene un volumen total de 131,22 m<sup>3</sup>/ha y un volumen comercial de 55,17 m<sup>3</sup>/ha.

Cuadro 17. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial (Vc) para *B. quinata*. Parcela tres, Sitio Gradas I.

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
1	1,7	7,2	0,1	0,0
2	5,6	8,3	0,1	0,0
3	3,2	6,1	0,1	0,0
4	2,9	7,9	0,2	0,1
5	4,5	8,6	0,3	0,2
6	4,1	7,7	0,1	0,1
7	3,3	8,4	0,2	0,1
8	3,6	10,0	0,3	0,1
9	4,6	9,1	0,1	0,1
10	2,2	8,4	0,1	0,0
11	3,8	8,6	0,1	0,0
12	5,5	10,1	0,3	0,2
13	3,6	8,1	0,2	0,1
14	4,1	6,5	0,0	0,0
15	4,8	8,4	0,2	0,1
16	4,3	8,7	0,1	0,1
17	2,1	7,8	0,1	0,0
18	4,8	8,3	0,0	0,0
19	2,3	8,7	0,1	0,0
20	4,1	8,6	0,3	0,1
21	4,0	9,1	0,2	0,1
22	6,4	9,2	0,2	0,2
23	2,6	9,3	0,2	0,1
24	3,3	8,9	0,2	0,1
25	2,7	8,8	0,1	0,0
26	2,3	7,9	0,1	0,0

Cuadro 17. Continuación

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
27	2,3	7,9	0,1	0,0
28	1,8	7,3	0,6	0,1
29	3,8	8,8	0,1	0,1
30	1,2	5,4	0,1	0,0
31	1,5	6,6	0,1	0,0
32	3,1	7,1	0,1	0,0
33	4,0	7,4	0,1	0,0
34	4,5	7,6	0,1	0,1
35	4,4	7,5	0,2	0,1
36	2,1	6,5	0,1	0,0
37	2,3	4,6	0,0	0,0
38	2,3	5,4	0,0	0,0
Promedio	3,4	7,9	0,1	0,1

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 20×20 (400m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 950 árboles; Vol. total /ha= 131,22 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 55,17 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 26,76

#### 4.1.4 Variables dasométricas correspondientes a la parcela cuatro. Sitio Gradass II

En la parcela cuatro del sitio Gradass II se instaló una parcela de 50×50m (2500m<sup>2</sup>), encontrándose en ella 341 árboles, por tanto, el número de árboles/ha es de 1364, además se presentan las variables dasométricas de dap, diámetro basal, área basimétrica y área basal (Anexo 5).

Se presenta (Cuadro 18) el promedio de las variables dasométricas dap, altura total y altura comercial por tamaños y la plantación de Gradass II con su correspondiente parcela temporal (Figura 5).

Cuadro 18. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), y altura comercial (hc) por tamaños, para *B. quinata*, Sitio Gradass II.

Tamaño	dap (cm)	ht (m)	hc (m)
Mínimo	6,5	4,8	1,1
Máximo	46,0	10,4	8,1
Promedio	15,2	8,2	3,5

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 50×50 (2500m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 1364 árboles; Vol. total /ha= 162,66 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 69,05 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 28,02

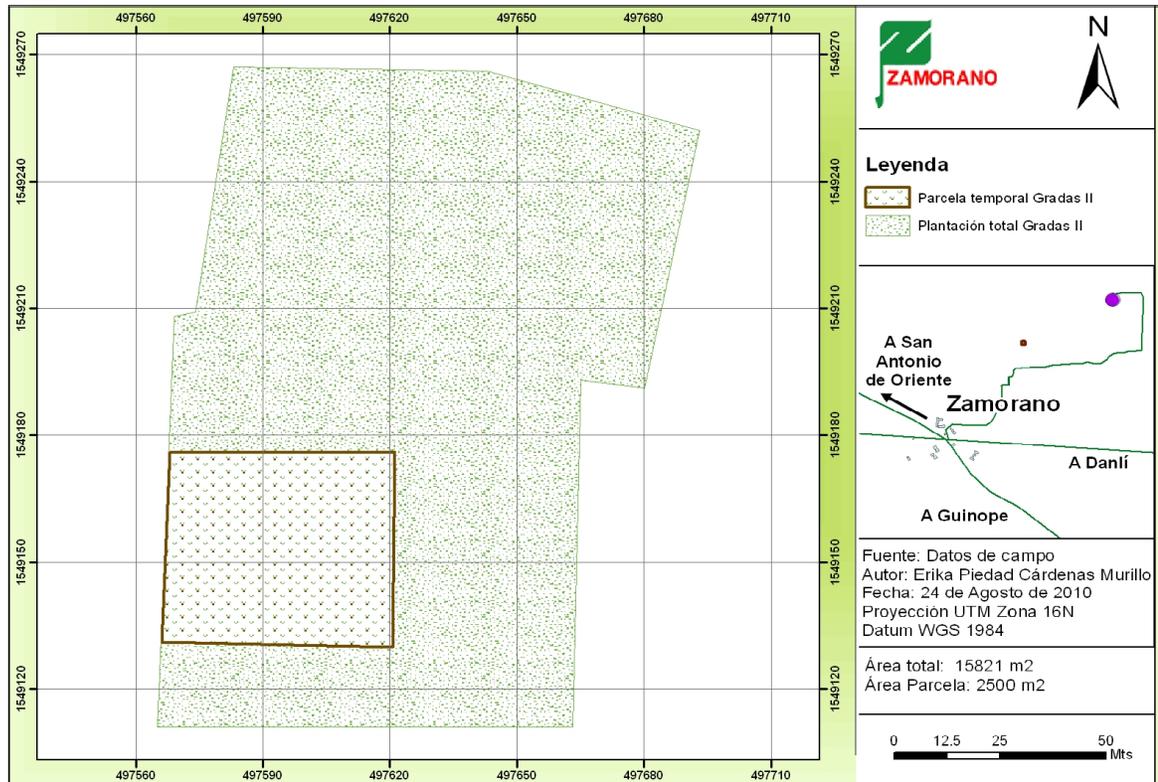


Figura 5. Mapa de parcela temporal en la plantación Gradas II

En esta parcela se muestreó el 4% de la población correspondiente a 12 árboles dominantes y codominantes de mejor fenotipo. A estos individuos se les determinó el volumen real. Se presentan las siguientes variables: dap, diámetro basal, altura total, altura comercial y los diámetros a distancia estándar de dos metros (Cuadro 19).

Cuadro 19. Diámetro a la altura al pecho (dap), diámetro basal (db), altura total (ht), altura comercial (hc) y diámetros a longitud estándar de dos metros. Parcela cuatro, Sitio Gradas II.

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	ht (m)	hc (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	d3 (cm)	d4 (cm)	d5 (cm)
1	16,3	22,2	9,3	4,5	22,2	16,0	14,0		
2	16,0	17,0	8,7	4,2	17,0	16,0	13,0		
3	17,0	32,0	9,0	4,2	32,0	17,0	16,0		
4	17,0	34,0	8,4	4,3	34,0	17,0	15,2		
5	21,8	28,0	8,9	6,2	28,0	19,0	16,5	13,0	
6	17,8	23,0	9,9	6,5	23,0	17,5	18,2	16,0	
7	19,0	24,0	8,3	6,2	24,0	18,5	19,2	17,0	
8	24,0	30,0	9,9	6,5	30,0	23,0	20,0	18,0	
9	20,5	28,0	10,1	8,1	28,0	19,5	16,0	14,0	13,0
10	17,0	21,5	9,9	6,8	21,5	16,0	14,0	13,0	
11	30,0	38,5	9,7	6,2	38,5	25,0	22,0	20,0	

Cuadro 19. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	ht (m)	hc (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	d3 (cm)	d4 (cm)	d5 (cm)
12	19,5	27,5	9,7	5,8	27,5	19,5	16,5	14,0	
Promedio	19,7	27,1	9,4	5,8					

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 50×50 (2500m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 1364 árboles; Vol. total /ha= 162,66 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 69,05 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 28,02

En esta parcela los árboles dominantes y codominantes tienen un dap promedio de 19,66 cm, una altura total promedio de 9,36 m y una altura comercial promedio de 5,80 m. Se ilustra para los dominantes y codominantes los volúmenes por secciones, los volúmenes real y del cilindro de cada árbol y su correspondiente factor mórfico (Cuadro 20).

Cuadro 20. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vc) y factor forma (FF) para árboles dominantes y codominantes de *B. quinata*. Parcela cuatro, Sitio Gradas II.

N. Árbol	Vol1 (m <sup>3</sup> )	Vol2 (m <sup>3</sup> )	Vol3 (m <sup>3</sup> )	Vol4 (m <sup>3</sup> )	Vr. (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )	FF
1	0,1	0,0			0,1	0,2	0,6
2	0,0	0,0			0,1	0,2	0,6
3	0,1	0,0			0,2	0,2	0,9
4	0,1	0,0			0,2	0,2	0,9
5	0,1	0,1	0,0		0,2	0,3	0,5
6	0,1	0,1	0,1		0,2	0,2	0,8
7	0,1	0,1	0,1		0,2	0,2	0,8
8	0,1	0,1	0,0		0,2	0,5	0,6
9	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,3	0,6
10	0,1	0,0	0,0		0,1	0,2	0,6
11	0,2	0,1	0,1		0,4	0,7	0,5
12	0,1	0,1	0,1		0,2	0,3	0,6
Promedio					0,190		0,7

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 50×50 (2500m<sup>2</sup>), Número de árboles/ha(N)= 1364 árboles; Vol. total /ha= 162,66 m<sup>3</sup>/ha, Vol. comercial/ha= 69,05 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 28,02

Se muestra que los árboles más altos y de mejor forma de la parcela arrojan un volumen real promedio por individuo de 0,190 m<sup>3</sup> y que el factor de forma promedio es del orden de 0,7 (Cuadro 20).

Con el factor de forma promedio extraído (Cuadro 20) y utilizando las alturas total y comercial de los árboles de la parcela, se determinó el volumen total y comercial de todos los individuos (Anexo 6). Con esta información se calcularon los valores promedio para las siguientes variables: altura total y comercial, y volumen total y comercial (Cuadro 21).

Cuadro 21. Altura total promedio ( $ht\bar{x}$ ), altura comercial promedio ( $hc\bar{x}$ ), volumen total promedio ( $Vt\bar{x}$ ) y volumen comercial promedio ( $Vc\bar{x}$ ) para *B. quinata*. Parcela cuatro, Sitio Gradas II.

$ht\bar{x}$ (m)	$hc\bar{x}$ (m)	$Vt\bar{x}$ (m <sup>3</sup> )	$Vc\bar{x}$ (m <sup>3</sup> )
8,2	3,5	0,1	0,3

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 50×50 (2500m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 1364 árboles; Vol. total /ha= 162,66 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 69,05 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 28,02

#### 4.1.5 Variables dasométricas correspondientes a la parcela cinco. Sitio Maya

En el sitio Maya la parcela cinco tuvo una superficie de 35×18 m (630 m<sup>2</sup>) y se evaluó en la misma un total de 23 árboles. A todos los individuos se les midió el dap, el diámetro basal, la altura total y comercial. Con el dap se calculó el área basimétrica, para determinar posteriormente el área basal. Se ilustra el dap, el diámetro basal el área basimétrica y el área basal para esta parcela y para la hectárea (Cuadro 22) y la plantación de Maya y su correspondiente parcela temporal (Figura 6).

Cuadro 22. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (db), área basimétrica (g) y área basal (G) para *B. quinata*, en la parcela cinco, Sitio Maya.

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
1	28,3	37,0	0,1
2	47,0	52,0	0,2
3	44,3	50,0	0,2
4	28,5	36,0	0,1
5	38,0	44,5	0,1
6	35,0	44,0	0,1
7	28,5	35,0	0,1
8	25,0	29,5	0,1
9	14,5	20,0	0,0
10	21,0	25,0	0,0
11	35,5	45,0	0,1
12	30,0	38,0	0,1
13	19,5	26,0	0,0
14	20,0	27,5	0,0
15	28,0	33,5	0,1
16	35,0	44,5	0,1
17	20,0	23,0	0,0
18	35,0	41,0	0,1
19	28,0	38,5	0,1
20	34,5	39,5	0,1
21	13,5	17,5	0,0

Cuadro 22. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	$\frac{g}{arb}$ (m <sup>2</sup> /arb)
22	34,0	42,5	0,1
23	30,0	32,0	0,1
Promedio	29,3		0,1

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 35×18 (630m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 365 árboles; Vol. total /ha= 168,86 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 51,92 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 26,59

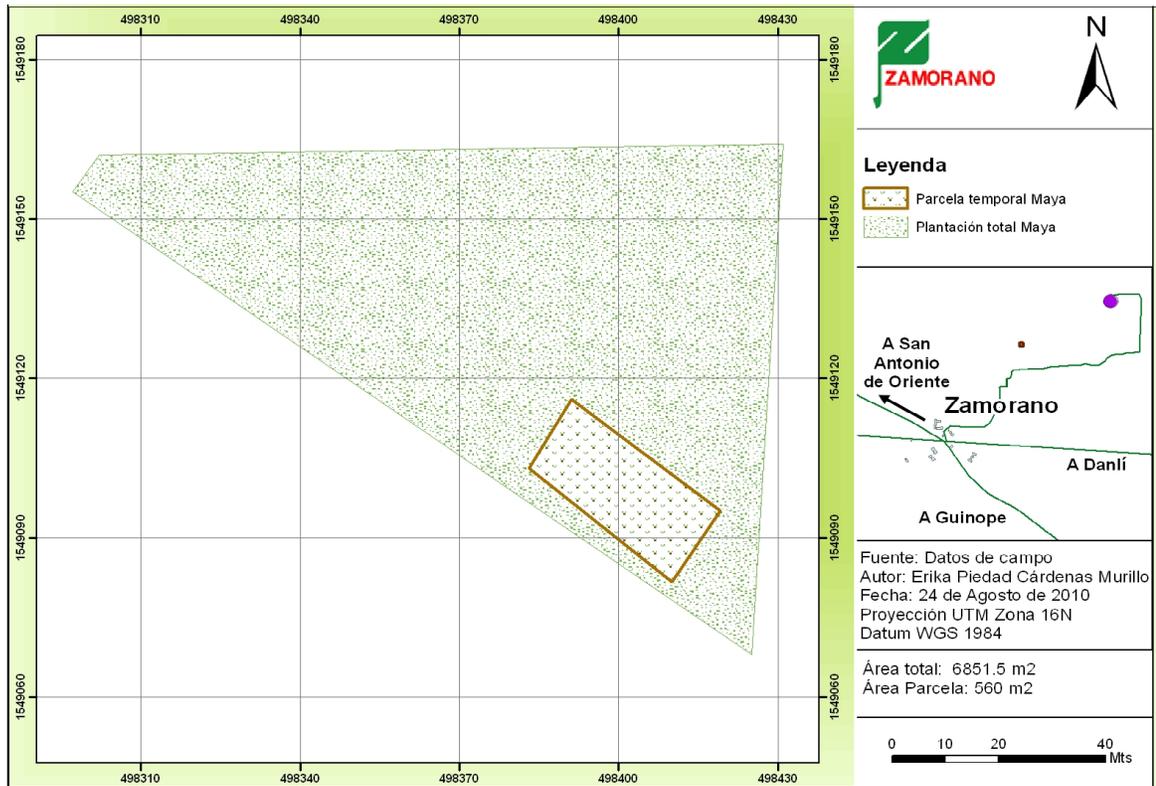


Figura 6. Mapa de parcela temporal en la plantación de Maya.

Se presenta (Cuadro 23) el promedio de las variables dasométricas, dap, altura total y altura comercial por tamaños.

Cuadro 23. Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), y altura comercial (hc) por tamaños, para *B. quinata*, Sitio Maya.

Tamaño	dap (cm)	ht (m)	hc (m)
Mínimo	13,5	5,8	1,2
Máximo	47,0	20,6	8,1
Promedio	29,3	11,8	3,5

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 35×18 (630m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 365 árboles; Vol. total /ha= 168,86 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 51,92 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 26,59

En esta parcela al 22% de los árboles dominantes y codominantes (cinco en total), se le determinó el volumen real. Los diámetros a la altura del pecho y basal, la altura comercial y total y los diámetros a distancias estándar de dos metros (Cuadro 24). Se muestra para cada árbol los volúmenes por secciones, el volumen real, el volumen del cilindro y el factor de forma (Cuadro 25).

Cuadro 24. Diámetro a la altura al pecho y basal, altura total y comercial y diámetros a longitud estándar de dos metros. Parcela cinco, Sitio Maya.

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	ht (m)	hc (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	d3 (cm)	d4 (cm)	d5 (cm)
1	44,3	50,0	14,7	8,1	50,0	41,5	39,7	37,0	35,0
2	28,5	36,0	20,6	4,9	36,0	26,0	24,0		
3	38,0	44,5	17,0	6,4	44,5	35,0	33,0	31,0	
4	35,5	45,0	16,5	4,1	45,0	33,0	30,5		
5	30,0	32,0	11,9	6,1	32,0	31,5	29,0	27,5	
Promedio	35,3	41,5	16,2	5,9					

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 35×18 (630m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 365 árboles; Vol. total /ha= 168,86 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 51,92 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 26,59

Cuadro 25. Volumen por secciones (Vn), volumen real (Vr), volumen del cilindro (Vc) y factor forma (FF) para árboles dominantes y codominantes de *B. quinata*. Parcela cinco, Sitio Maya

N. Árbol	Vol1 (m <sup>3</sup> )	Vol2 (m <sup>3</sup> )	Vol3 (m <sup>3</sup> )	Vol4 (m <sup>3</sup> )	Vr (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )	FF
1	0,3	0,3	0,2	0,2	1,2	2,3	0,5
2	0,2	0,1			0,5	1,3	0,4
3	0,3	0,2	0,2		0,9	1,9	0,5
4	0,2	0,1			0,7	1,6	0,4
5	0,2	0,1	0,1		0,5	0,8	0,7
Promedio					0,8		0,5

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 35×18 (630m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 365 árboles; Vol. total /ha= 168,86 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 51,92 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 26,59

Los datos (Cuadro 25) indican que los árboles dominantes y codominantes de mejor forma de esta parcela tienen un volumen real promedio de 0,77m<sup>3</sup> y un factor de forma promedio de 0,5.

Con base en la altura total y comercial de los árboles de la parcela y en el factor de forma promedio se obtuvo el volumen total y comercial de cada individuo. Con esta información se determinaron los valores promedio para las siguientes variables dasométricas altura total y comercial, volumen total y comercial (Cuadro 26). La plantación del bloque 5 de Maya contiene un volumen total de 168,86 m<sup>3</sup>/ha y un volumen comercial de 51,92 m<sup>3</sup>/ha.

Cuadro 26. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial (Vc) para *B. quinata*. Parcela cinco, Sitio Maya.

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
1	2,2	8,2	0,2	0,1
2	4,3	17,9	1,5	0,4
3	8,1	14,7	1,1	0,6
4	4,9	20,5	0,7	0,2
5	6,4	17,0	0,9	0,4
6	3,4	15,6	0,8	0,2
7	3,3	13,9	0,4	0,1
8	4,1	12,2	0,3	0,1
9	2,5	9,1	0,1	0,0
10	3,8	12,0	0,2	0,1
11	4,1	16,6	0,8	0,2
12	2,0	7,6	0,3	0,1
13	1,5	5,8	0,1	0,0
14	2,3	12,0	0,2	0,0
15	3,5	9,0	0,3	0,1
16	1,2	8,4	0,4	0,1
17	3,0	11,5	0,2	0,1
18	1,6	8,5	0,4	0,1
19	2,4	5,8	0,2	0,1
20	3,1	9,8	0,5	0,1
21	3,9	13,3	0,1	0,0
22	3,0	11,7	0,5	0,1
23	6,1	11,2	0,4	0,2
Promedio	3,5	11,9	0,5	0,1

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 35×18 (630m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 365 árboles; Vol. total /ha= 168,86 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 51,92 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 26,59

#### 4.2 INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA)

Con fundamento en los diámetros y alturas de los árboles plantados en los diferentes sitios se determinaron los incrementos medios anuales para estas variables (Cuadro 27)

Cuadro 27. Incrementos medios anuales (IMA) en dap y altura, por sitio y por parcela para *B. quinata*.

Sitio	Parcela	IMA en dap		IMA en altura	
		Población* total cm/año	Dominantes y codominantes cm/año	Población* total cm/año	Dominantes y codominantes cm/año
Florencia	1	0,90	1,2	0,5	0,57
Suyatillo	2	0,84	1,11	0,46	0,51
Gradas I	3	0,78	0,79	0,34	0,36
Gradas II	4	0,95	1,23	0,51	0,60
Maya	5	1,08	1,31	0,44	0,60
Promedio		0,91	1,13	0,45	0,53

\*Población total referida a todos los individuos de las parcelas de muestreo.

Fuente: Elaboración propia

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL SITIO EN EL COMPORTAMIENTO DE LA ESPECIE

Desde el punto de vista climático el Valle de Zamorano reúne las condiciones para el establecimiento de plantaciones con *B. quinata*. Las tierras de este valle tienen una temperatura media anual de 23,5°C cifra que se encuentra dentro del rango natural de distribución de la especie: 20 a 27°C. Con respecto a las temperaturas máximas y mínimas medias mensuales la especie no tiene problemas. El rango de precipitación para la especie varía entre 800 y 2000 mm; Zamorano tiene una precipitación promedio total anual para 67 años de registro de 1091 mm (1942-2009), cantidad de lluvia que encaja dentro del rango. *B. quinata* tolera de tres a cinco meses de sequía, estacionalidad que caracteriza más o menos a Zamorano.

El crecimiento y rendimiento de la especie es de hecho limitado por las propiedades físicas y químicas de los suelos. En el sitio denominado “Atrás de DSEA” se encuentran cuatro de las cinco parcelas evaluadas. Esta estación se caracteriza por tener suelos con profundidad efectiva hasta de 30 cm debido a la presencia de un horizonte compactado en el subsuelo. Aunque las texturas varían de franco arenosos a franco arcillosos, la pedregosidad oscila entre 25 y 50 %. Los suelos son viejos y pobres en fósforo, con bajos contenidos de calcio y de CIC, el magnesio se encuentra al límite y el contenido de potasio es medio. En términos generales los suelos son de baja fertilidad.

En el sitio denominado “Florencia” se ubica la quinta parcela; en esta estación los suelos tuvieron una profundidad efectiva entre 60 y 90 cm, con la presencia de horizontes continuos de roca, lo que limita la profundidad efectiva; la texturas es franco arenosa y la pedregosidad varía entre cinco y 10%. Los suelos son pobres en fósforo, bajos en calcio, el potasio se encuentra al límite, su fertilidad varía de media a baja.

Al analizar los datos de crecimiento se pudo apreciar que las condiciones de sitio son marginales para la especie a medida que las tierras se aproximan al pie de monte (cerca a la gasolinera). Estas condiciones mejoran en el sitio denominada “Florencia” y las zonas aledañas a la rivera de la Quebrada El Gallo, por efecto de inundaciones periódicas. Es evidente que a mejores condiciones de suelos mejor respuesta de la especie en crecimiento y rendimiento.

## 5.2 COMPORTAMIENTO DE VARIABLES DASOMÉTRICAS

Aunque cuatro de los cinco lotes están plantados en una calidad de sitio relativamente baja para la especie, los dos bloques enclavados cerca al cauce de la Quebrada El Gallo registran las mejores tasas de crecimiento y los más altos rendimientos. En Maya el dap mínimo medido fue de 13,5 cm y el máximo de 47 cm; la altura total mínima fue de 5,8 m y la máxima de 20,6 m; la altura comercial mínima fue de 1,2 m y la máxima de 8,1 m. El volumen total/ ha se estimó en 169 m<sup>3</sup> y el comercial en 52 m<sup>3</sup>. El IMA en dap en este sitio fue de 1,31 cm/año para dominante y codominantes y de 1,08 cm/año para toda la población. Este sitio arrojó las mejores tasas de crecimiento, los rendimientos más altos y el IMA más elevado debido a que los árboles plantados en este lote recibieron tratamientos oportunos de podas y raleos.

El segundo bloque establecido en el sitio Suyatillo, tuvo un dap mínimo de 5,5 cm y un máximo de 36 cm; la altura total mínima fue de 6,45 m y la máxima de 14,07 m; la altura comercial mínima fue de 1,29 m y la máxima de 8,46 m. El volumen total/ha se estimó en 165 m<sup>3</sup> y el comercial en 71 m<sup>3</sup>. El IMA en dap fue de 1,11 cm/año para dominantes y codominantes y 0,84 cm/año para la población total. Este lote, al igual que Maya, arroja las mejores tasas de crecimiento, rendimientos altos y el IMA elevado debido a que se le realizaron podas.

Las plantaciones establecidas en Gradadas I y Gradadas II están en los suelos más difíciles de toda la estación, dada su proximidad al pie de monte. A sabiendas de que el lote plantado en Gradadas I recibió en el pasado podas y raleos, el IMA en dap es del orden de 0,79 cm/año y en altura de 0,36 cm/año. Si se comparan estos datos con los obtenidos en el mejor sitio (Maya), la diferencia en IMA en dap es del orden de 0,52 cm/año. En altura la diferencia es apenas de 0,10 cm/año a consecuencia de los raleos.

La plantación correspondiente a Gradadas II no ha recibido ningún manejo hasta el momento, arroja un IMA en dap de 1,09 cm/año y en altura de 0,55 cm/año. Al comparar estos datos con los de Maya, la diferencia en IMA en dap es de 0,22 cm/año.

## 5.3 TRATAMIENTO SILVÍCOLAS Y SU IMPACTO EN LA CALIDAD DE LAS PLANTACIONES

Para las plantaciones de esta especie en Zamorano se utilizaron densidades de 1364 árboles/ha (Gradadas II), 1111 árboles/ha (Florencia), 950 árboles/ha (Gradadas I), y 1187 árboles/ha (Maya y Suyatillo). A la fecha, las densidades oscilan entre 365 árboles/ha en Maya y 1364 árboles/ha en Gradadas II. A la edad actual de estas plantaciones esta densidad es excesiva, con excepción tal vez de Maya. Este alto número de individuos por unidad de área ha estancado el crecimiento diametral de los árboles. Todos los bloques plantados, sin excepción, deberían tener en estos momentos la densidad final la que varía con la calidad de los sitios. En promedio se estima que estos lotes deberían contener entre 200 a 250 árboles/ha, después de los 16 años de edad. La ausencia de raleos oportunos ha tenido un fuerte impacto en las tasas de crecimiento y, como consecuencia, una pérdida de dinero a futuro, dada la calidad de la madera de esta especie.

En la mayor parte de los bloques plantados la altura comercial es baja, exceptuándose una buena población de individuos en Maya, Gradas I y Suyatillo. En estos sitios se realizaron en el pasado podas de formación, tratamiento que fue discontinuado a partir de mediados de la década del 90. La ausencia de este tratamiento silvícola ha conducido a la formación de fenotipos indeseables desde el punto de vista maderero y ha condicionado también los ingresos económicos por la ausencia de fustes largos.

## 6. CONCLUSIONES

- Las condiciones de sitio para el establecimiento de plantaciones forestales a escala operativo o comercial, en el Valle de Zamorano, a base de *B. quinata* son parcialmente favorables. Desde el punto de vista climático los valores de temperatura y precipitación están dentro de los rangos requeridos por la especie en su área de distribución natural. Aunque la especie se considera de alta plasticidad ecológica, algunos de los sitios de Zamorano en lo que respecta a suelos son limitantes para el desarrollo exitoso de plantaciones a gran escala.
- Los rendimientos volumétricos comerciales en prácticamente todos los sitios de plantación se pueden considerar de bajos a muy bajos. Los lotes mejor manejados arrojaron volúmenes de 52 m<sup>3</sup>/ha y de 55 m<sup>3</sup>/ha para Maya y Gradas I respectivamente. Si estos bloques hubiesen sido manejados adecuadamente se debería esperar entre 125 y 250 m<sup>3</sup>/ha aproximadamente. De igual manera, los rendimientos volumétricos comerciales por individuo son también bajos, por lo general menos de 0,5 m<sup>3</sup>. Con buen manejo los árboles de *B. quinata* deberían producir entre 0,5 m<sup>3</sup>/árbol, como mínimo, hasta 1 m<sup>3</sup>/árbol o más, como máximo. Se asume que este rendimiento se estaría alcanzando a un turno económico de 30 años.
- Con excepción de los bloques plantados en Maya, Gradas I y Suyatillo que recibieron tratamientos silvícolas de manera parcial, en el resto de las plantaciones no se tuvo ninguna intervención. A la fecha, todas las plantaciones requieren manipulación de la masa en términos de podas y raleos. En los actuales momentos las podas serían contraproducentes en función de cicatrización y calidad de la madera. Los raleos en algunos bloques podrían aumentar ligeramente el crecimiento diametral.

## 7. RECOMENDACIONES

- En virtud de la adaptabilidad y crecimiento adecuado de *B. quinata* en algunos de los sitios plantados, se recomienda a Zamorano continuar con un programa de plantaciones a escala comercial con esta especie. El esfuerzo de Zamorano debería concentrarse en una zonificación de sitios con base exclusivamente edáfica. Tal zonificación debería permitir identificar áreas con alto potencial de inversión bajo condiciones naturales y sitios con potencial restringido pero con capacidad de mejoramiento mediante programas de fertilización.
- Se recomienda a Zamorano la selección y marcación definitiva con pintura de portagranos selectos como base para un programa de mejoramiento genético forestal. Hasta tanto esto ocurra se sugiere a la escuela utilizar para futuras plantaciones germoplasma procedente de la Compañía Monterrey Forestal. Ltda. de Colombia. Esta compañía tiene ya programas forestales avanzados de mejoramiento genético forestal con esta especie.
- Dada la edad de algunos de los lotes plantados se recomienda a Zamorano cortar algunos árboles maduros con el propósito de estimar la relación albura – duramen y determinar las propiedades físico- mecánicas de la madera.

## 8. LITERATURA CITADA

Agudelo, N. 2010. Importancia de *Bombacopsis Quinata* para el establecimiento de plantaciones operativas. Escuela Agrícola Panamericana. Honduras. Comunicación personal.

Agudelo, N. 1991. Consideraciones generales sobre *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand. Ed. F Mesén. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). Tomo II, 20 p.

Avendaño, R. 1998. Bombacaceae. Flora de Veracruz. Instituto de Ecología A.C. Xalapa Veracruz, México. Fascículo 107. 40p.

Briscoe, C. 1995. Silvicultura y manejo de teca, melina y pochote. Programa manejo integrado de recursos naturales. Área silvicultura de bosques tropicales. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR).45p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2006. *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand. Bombacaceae. Costa Rica. Consultado el 15 agosto 2010. Disponible en: <http://herbaria.plants.ox.ac.uk>

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1991a. Pochote: *Bombacopsis quinatum* Jacq. Dugand, especie de árbol de uso múltiple en América Central Costa Rica. 68p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1991b. Ecología y Silvicultura de especies forestales: Pochote, primavera especies forestales tropicales. Tomo II. Noticiero No. 6. 350p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1994. Manual sobre mejoramiento genético forestal con referencia especial a América Central. Ed. J Cornelius, F Mesen. Costa Rica. 224p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1995. Avance en la producción de semillas forestales en América Latino. Ed. R Salazar. Managua, Nicaragua. 400p.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1996. Proyecto mejoramiento genético forestal. v 2, 752p.

Chavarría, M. 1997. Resultado de 10 años de investigación silvicultural del proyecto MADELEÑA en Costa Rica. Ed. L. Ugalde. Costa Rica: Dirección general forestal. 162p.

Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Costa Rica: CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR): ENDA CARIBE. 1994. v 2, 782 p.

González, D. 1997. Resultado de 10 años de investigación silvicultural del proyecto MADELEÑA en Panamá. Ed. L. Ugalde. Costa Rica: CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR): Instituto de recursos naturales renovables. 110p.

Jara, L. 1998. Selección y manejo de fuentes semilleras en América Central y Republica Dominicana. Ed. L. Jara. Turrialba, Costa Rica: CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). Proyecto de semillas forestales. 81p.

Jiménez M; Pastrana H. 2000. Evaluación fenológica del huerto semillero clonal de *Bombacopsis quinata* en Cañas. Guanacaste, Costa Rica. 137p.

León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. 3ª ed. rev. y aum. Costa Rica: IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, CR). 522 p.

Morales, R; Witmore, JL.1991. Apunte ecológicos y silvicultura les sobre *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand. Revisión bibliográfica. Ed. F Mesén. Costa Rica: CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). Tomo II, 21 p.

Navarro, C; Martínez, H. 1992. El pochote (*Bombacopsis quinatum*) en Costa Rica: guía silvicultural para el establecimiento de plantaciones. 2ª ed. Costa Rica: CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR).48 p.

Ochoa, S. 2010. Plantaciones de *B. quinata* establecidas en Honduras. (Comunicación personal).

Pagaza, E; Fernández, R. 2004. La familia bombacaceae en la cuenca del río Balsas, México. Poli botánica. Número 017: p. 71-102

Pennington, T; Sarukhan, J. 2005. Árboles tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. 3ª ed. México. 523p.

Quijada R; Melchior G, Garay V, Valera L. 2008. Ensayo de progenies de saqui- saqui (*Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand) sin aclareo a la edad aproximada de 26 años. Venezuela. 307p.

Torres, S. 1991. Monografía de *Bombacopsis quinatum* (Jacq.) Dugand. Ed. F Mesén. Costa Rica: CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). Tomo II, 21 p.

Vallejo, A. 1998a. Mejora genética de la ceiba tolúa (*Bombacopsis quinata*) en Monterrey Forestal, Colombia. Depósitos de documentos de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). Recursos genéticos forestales N. 27 Consultado el 1 de Septiembre del 2010. Disponible en: <http://www.fao.org>

Vallejo, A. 1998b. Quince años de mejoramiento genético de la Ceiba tolúa (*Bombacopsis quinata*) en Monterrey Forestal. Crónica forestal y del medio ambiente, diciembre, Colombia. Vol. 13, número 1. Universidad nacional de Colombia. 11 p.

Velásquez, D. 2007. Estudio semidetallado de suelos de la parte plana de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. Académico de licenciatura. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 65p.

## 9. ANEXOS

Anexo 1. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (db), área basimétrica (g) y área basal (G) para *B. quinata*, en la parcela uno, Sitio Florencia.

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
1	17,00	34,00	0,02
2	11,00	19,00	0,01
3	21,50	32,00	0,04
4	13,50	28,50	0,01
5	15,30	26,00	0,02
6	12,00	19,60	0,01
7	10,30	17,50	0,01
8	9,60	17,00	0,01
9	19,00	34,00	0,03
10	13,20	18,00	0,01
11	17,00	22,00	0,02
12	10,20	18,00	0,01
13	15,30	31,50	0,02
14	18,00	27,00	0,03
15	10,30	12,50	0,01
16	21,00	30,00	0,04
17	12,00	24,00	0,01
18	11,00	17,50	0,01
19	15,50	25,00	0,02
20	12,30	25,30	0,01
21	15,30	23,00	0,02
22	20,00	30,00	0,03
23	16,50	24,00	0,02
24	15,00	25,50	0,02
25	27,00	34,00	0,06
26	16,00	21,50	0,02
27	23,00	28,90	0,04
28	11,00	16,00	0,01
29	17,60	26,00	0,02

## Anexo 1. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
30	19,00	27,50	0,03
31	22,50	27,00	0,04
32	17,5	23,5	0,024
33	9,50	13,00	0,01
34	15,50	31,50	0,02
35	9,50	13,50	0,01
36	10,00	17,50	0,01
37	23,50	32,00	0,04
38	19,50	24,50	0,03
39	16,70	24,50	0,02
40	18,00	23,00	0,03
41	18,40	27,00	0,03
42	12,00	16,30	0,01
43	16,00	24,50	0,02
44	18,50	29,00	0,03
45	10,60	16,00	0,01
46	18,40	25,50	0,03
47	21,00	28,00	0,04
48	11,30	20,00	0,01
49	20,00	29,50	0,03
50	17,00	25,40	0,02
51	15,50	18,30	0,02
52	17,40	23,00	0,02
53	17,00	24,00	0,02
54	12,30	19,50	0,01
55	9,50	13,00	0,01
56	15,50	26,00	0,02
57	14,00	20,00	0,02
58	15,00	21,00	0,02
58	15,00	21,00	0,02
59	19,00	16,50	0,03
60	13,00	19,30	0,01
61	10,00	14,00	0,01
62	20,00	30,00	0,03
63	12,30	21,00	0,01
64	15,50	21,00	0,02
65	11,00	22,30	0,01
66	17,00	24,00	0,02
67	19,00	26,00	0,03

## Anexo 1. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
68	20,00	26,20	0,03
69	10,00	24,00	0,01
70	15,00	19,50	0,02
71	17,00	27,50	0,02
72	18,50	22,50	0,03
73	14,50	23,50	0,02
74	13,50	19,00	0,01
75	6,50	10,50	0,00
76	9,00	16,00	0,01
77	11,00	22,00	0,01
78	11,00	16,00	0,01
79	11,30	18,50	0,01
80	14,30	25,00	0,02
81	8,00	11,60	0,01
82	20,50	25,00	0,03
83	14,00	27,00	0,02
84	18,00	25,00	0,03
85	18,00	27,00	0,03
86	27,00	32,00	0,06
87	16,50	18,00	0,02
88	9,00	17,00	0,01
89	22,50	32,00	0,04
90	17,00	22,00	0,02
91	25,00	33,50	0,05
92	17,00	34,00	0,02
93	11,50	18,50	0,01
94	13,00	30,00	0,01
95	19,00	27,00	0,03
95	16,00	23,00	0,02
97	21,00	30,00	0,04
98	24,00	31,50	0,05
99	10,00	18,00	0,01
100	27,50	35,00	0,06
Promedio	15,69		0,02

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 30×30 (900m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 1111 árboles; Vol. total /ha= 137,73 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 52,15 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 23,30

Anexo 2. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial (Vc) para *B. quinata*. Parcela uno, Sitio Florencia

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
1	4,57	9,98	0,14	0,06
2	1,76	9,19	0,05	0,01
3	2,83	10,35	0,23	0,06
4	4,22	10,54	0,09	0,04
5	4,02	9,52	0,11	0,04
6	3,54	9,13	0,06	0,02
7	2,15	8,75	0,04	0,01
8	2,44	7,18	0,03	0,01
9	6,00	11,38	0,19	0,10
10	3,07	10,07	0,08	0,03
11	2,45	9,11	0,12	0,03
12	4,03	9,30	0,05	0,02
13	4,48	11,18	0,12	0,05
14	1,10	10,11	0,15	0,02
15	4,00	8,59	0,04	0,02
16	4,43	9,27	0,19	0,09
17	2,33	10,57	0,07	0,02
18	4,76	10,15	0,06	0,03
19	2,76	9,68	0,11	0,03
20	4,34	9,92	0,07	0,03
21	6,20	10,70	0,12	0,07
22	1,95	10,00	0,19	0,04
23	2,56	10,01	0,13	0,03
24	3,40	12,14	0,13	0,04
25	4,23	12,16	0,42	0,15
26	5,31	10,20	0,12	0,06
27	3,44	11,06	0,28	0,09
28	4,41	9,22	0,05	0,03
29	3,37	10,70	0,16	0,05
30	2,42	10,72	0,18	0,04
31	3,93	11,81	0,28	0,09
32	3,06	10,90	0,16	0,04
33	3,50	9,90	0,04	0,01
34	3,40	11,12	0,13	0,04
35	3,39	10,53	0,04	0,01
36	4,19	11,14	0,05	0,02
37	5,56	12,35	0,32	0,14

## Anexo 2. Continuación

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
38	3,10	10,53	0,19	0,06
39	8,00	11,48	0,15	0,11
40	4,09	10,74	0,16	0,06
41	4,09	9,80	0,16	0,07
42	4,00	10,48	0,07	0,03
43	3,56	10,46	0,13	0,04
44	6,53	10,68	0,17	0,11
45	4,53	10,72	0,06	0,02
46	6,45	11,53	0,18	0,10
47	4,08	9,30	0,19	0,08
48	3,45	8,76	0,05	0,02
49	6,20	8,70	0,16	0,12
50	2,70	9,30	0,13	0,04
51	3,78	9,07	0,10	0,04
52	4,09	9,83	0,14	0,06
53	3,29	7,03	0,10	0,04
54	3,50	7,91	0,06	0,02
55	5,31	9,12	0,04	0,02
56	2,55	9,68	0,11	0,03
57	4,12	9,30	0,09	0,04
58	1,42	7,48	0,08	0,02
59	5,87	10,64	0,18	0,10
60	3,03	9,70	0,08	0,02
61	2,28	10,51	0,05	0,01
62	5,50	8,30	0,16	0,10
63	2,47	9,68	0,07	0,02
64	3,18	9,70	0,11	0,04
65	3,50	9,73	0,06	0,02
66	3,20	8,57	0,12	0,04
67	3,70	9,05	0,15	0,06
68	2,40	9,50	0,18	0,05
69	2,40	9,92	0,05	0,01
70	1,77	9,95	0,11	0,02
71	3,41	8,46	0,12	0,05
72	2,46	7,94	0,13	0,04
73	2,03	9,22	0,09	0,02
74	2,94	9,10	0,08	0,03
75	2,98	5,97	0,01	0,01

## Anexo 2. Continuación

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
76	3,65	8,37	0,03	0,01
77	4,06	9,23	0,05	0,02
78	2,28	6,04	0,03	0,01
79	1,80	8,48	0,05	0,01
80	2,58	8,20	0,08	0,02
81	3,08	5,00	0,02	0,01
82	2,43	9,00	0,18	0,05
83	3,80	9,78	0,09	0,04
84	3,28	10,72	0,16	0,05
85	3,71	9,74	0,15	0,06
86	3,58	10,74	0,37	0,12
87	2,77	9,00	0,12	0,04
88	2,71	7,97	0,03	0,01
89	3,50	10,11	0,24	0,08
90	4,78	10,16	0,14	0,07
91	2,48	9,98	0,29	0,07
92	2,00	7,54	0,10	0,03
93	1,23	6,73	0,04	0,01
94	3,43	9,44	0,08	0,03
95	4,12	8,87	0,15	0,07
95	3,22	6,75	0,08	0,04
97	3,44	9,22	0,19	0,07
98	3,36	10,00	0,27	0,09
99	1,47	5,30	0,02	0,01
100	6,80	10,40	0,37	0,24
Promedio	3,55	9,53	0,12	0,05

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 30×30 (900m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 1111 árboles; Vol. total /ha= 137,73 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 52,15 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 23,30

Anexo 3. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (db), área basimétrica (g) y área basal (G) para *B. quinata*, en la parcela dos, Sitio Suyatillo

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
1	22,50	28,50	0,04
2	19,50	28,30	0,03
3	24,00	29,00	0,05
4	17,30	22,50	0,02
5	29,30	34,30	0,07
6	23,50	26,70	0,04
7	20,00	23,50	0,03
8	21,20	23,20	0,04
9	30,30	41,10	0,07
10	16,30	17,50	0,02
11	30,00	30,50	0,07
12	25,00	30,70	0,05
13	19,30	23,70	0,03
14	18,30	25,00	0,03
15	26,00	31,50	0,05
16	31,30	39,20	0,08
17	14,00	18,00	0,02
18	12,30	18,00	0,01
19	29,20	36,30	0,07
20	22,00	33,00	0,04
21	15,20	22,30	0,02
22	23,70	29,00	0,04
23	29,50	34,50	0,07
24	13,00	19,00	0,01
25	14,00	16,00	0,02
26	20,00	25,30	0,03
27	12,20	20,50	0,01
28	26,50	26,70	0,06
29	20,30	24,50	0,03
30	14,50	18,30	0,02
31	10,00	13,30	0,01
32	25,00	30,00	0,05
33	25,50	31,00	0,05
34	18,70	26,00	0,03
35	14,00	19,70	0,02
36	33,00	36,50	0,09
37	12,70	15,30	0,01

## Anexo 3. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	$\frac{g}{arb}$ (m <sup>2</sup> /arb)
38	16,00	23,00	0,02
39	14,70	17,00	0,02
40	28,50	36,30	0,06
41	17,50	25,00	0,02
42	21,20	27,50	0,04
43	16,00	19,00	0,02
44	23,70	31,00	0,04
45	21,00	24,00	0,04
46	25,00	29,70	0,05
47	22,30	28,30	0,04
48	11,00	15,00	0,01
49	22,00	29,00	0,04
50	19,30	26,00	0,03
51	36,00	38,00	0,10
52	8,50	12,70	0,01
53	28,50	34,30	0,06
54	24,00	32,00	0,05
55	24,00	29,00	0,05
56	21,50	23,70	0,04
57	26,50	34,50	0,06
58	26,50	33,00	0,06
59	13,70	19,50	0,02
60	14,00	21,00	0,02
61	26,50	33,00	0,06
62	14,00	17,00	0,02
63	10,00	13,00	0,01
64	18,10	22,00	0,03
65	22,00	27,00	0,04
66	10,00	14,00	0,01
67	19,00	23,20	0,03
68	16,00	17,50	0,02
69	15,00	19,00	0,02
70	5,50	9,30	0,00
71	27,00	30,50	0,06
72	13,50	19,30	0,01
73	17,50	21,70	0,02
74	11,20	15,00	0,01
Promedio	20,08		0,03

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 30×30 (900m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 822 árboles; Vol. total /ha= 164,73 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 70,75 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 28,76

Anexo 4. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial (Vc) para *B. quinata*. Parcela dos, Sitio Suyatillo.

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
1	1,86	8,56	0,17	0,04
2	2,62	8,94	0,13	0,04
3	2,97	9,22	0,21	0,07
4	5,33	11,94	0,14	0,06
5	6,28	12,83	0,43	0,21
6	6,58	13,41	0,29	0,14
7	6,52	11,86	0,19	0,10
8	6,29	11,83	0,21	0,11
9	6,62	13,11	0,47	0,24
10	5,76	11,96	0,13	0,06
11	6,41	12,05	0,43	0,23
12	3,59	10,21	0,25	0,09
13	3,90	9,18	0,13	0,06
14	4,53	10,37	0,14	0,06
15	4,58	10,72	0,29	0,12
16	4,45	12,16	0,47	0,17
17	5,76	11,87	0,09	0,04
18	4,69	12,13	0,07	0,03
19	5,32	13,26	0,44	0,18
20	5,95	12,18	0,23	0,11
21	5,94	11,24	0,10	0,05
22	5,33	10,72	0,24	0,12
23	4,32	11,09	0,38	0,15
24	7,26	11,08	0,07	0,05
25	7,97	12,19	0,09	0,06
26	7,65	11,92	0,19	0,12
27	3,95	9,96	0,06	0,02
28	5,19	10,77	0,30	0,14
29	4,47	11,23	0,18	0,07
30	5,32	10,42	0,09	0,04
31	5,32	9,67	0,04	0,02
32	5,03	11,43	0,28	0,12
33	4,95	13,58	0,35	0,13
34	5,89	11,48	0,16	0,08
35	8,46	11,81	0,09	0,07
36	5,93	12,15	0,52	0,25
37	7,31	11,91	0,08	0,05

## Anexo 4. Continuación

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
38	8,37	11,80	0,12	0,08
39	8,40	11,90	0,10	0,07
40	5,34	14,07	0,45	0,17
41	4,25	12,06	0,15	0,05
42	3,98	10,76	0,19	0,07
43	2,93	10,86	0,11	0,03
44	3,62	10,50	0,23	0,08
45	4,12	12,10	0,21	0,07
46	5,58	12,83	0,32	0,14
47	3,17	12,38	0,24	0,06
48	3,17	7,97	0,04	0,02
49	7,94	12,24	0,23	0,15
50	5,52	12,25	0,18	0,08
51	4,38	12,21	0,62	0,22
52	5,03	10,02	0,03	0,01
53	7,91	11,49	0,37	0,25
54	4,25	13,16	0,30	0,10
55	6,53	11,95	0,27	0,15
56	4,59	12,25	0,22	0,08
57	4,17	12,22	0,34	0,12
58	5,39	12,28	0,34	0,15
59	5,33	11,54	0,09	0,04
60	2,62	10,27	0,08	0,02
61	3,04	9,15	0,25	0,08
62	1,95	8,35	0,06	0,02
63	2,04	6,45	0,03	0,01
64	1,92	10,89	0,14	0,03
65	1,29	10,54	0,20	0,03
66	6,36	9,06	0,04	0,03
67	3,87	10,06	0,14	0,06
68	2,62	6,83	0,07	0,03
69	3,73	10,79	0,10	0,03
70	2,60	9,61	0,01	0,00
71	2,45	9,80	0,28	0,07
72	2,55	9,53	0,07	0,02
73	4,20	6,86	0,08	0,05
74	2,32	9,23	0,05	0,01
Promedio	4,84	11,04	0,20	0,09

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 30×30 (900m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 822 árboles; Vol. total /ha= 164,73 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comer/ha= 70,75 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 28,76

Anexo 5. Diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro basal (db), área basimétrica (g) y área basal (G) para *B. quinata*, en la parcela cuatro, Sitio Gradas II.

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
1	7,50	10,00	0,00
2	12,00	18,00	0,01
3	12,00	22,50	0,01
4	15,00	22,00	0,02
5	12,00	18,00	0,01
6	46,00	36,00	0,17
7	12,00	16,00	0,01
8	8,20	15,00	0,01
9	16,00	22,00	0,02
10	10,20	16,00	0,01
11	12,00	17,00	0,01
12	20,00	26,00	0,03
13	12,30	18,00	0,01
14	9,50	12,50	0,01
15	12,00	17,20	0,01
16	16,30	22,20	0,02
17	7,00	12,50	0,00
18	12,00	19,00	0,01
19	10,00	14,00	0,01
20	16,00	17,00	0,02
21	12,10	15,00	0,01
22	12,00	14,50	0,01
23	11,00	15,00	0,01
24	10,00	12,00	0,01
25	17,00	32,00	0,02
26	16,00	32,20	0,02
27	20,00	28,00	0,03
28	7,00	10,00	0,00
29	10,30	22,00	0,01
30	17,00	34,00	0,02
31	17,00	21,00	0,02
32	21,00	23,00	0,04
33	9,00	14,00	0,01
34	26,00	28,00	0,05
35	8,00	24,00	0,01
36	8,00	10,00	0,01
37	28,00	34,00	0,06

## Anexo 5. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
38	7,00	15,00	0,00
39	15,00	21,00	0,02
40	21,80	28,00	0,04
41	12,60	17,00	0,01
42	12,00	15,00	0,01
43	15,00	18,50	0,02
44	25,50	29,50	0,05
45	13,00	22,00	0,01
46	14,50	18,50	0,02
47	16,50	19,50	0,02
48	10,00	13,50	0,01
49	12,50	19,00	0,01
50	7,00	10,00	0,00
51	15,00	27,00	0,02
52	17,00	23,00	0,02
53	17,50	23,00	0,02
54	22,50	24,00	0,04
55	15,00	18,50	0,02
56	10,00	11,00	0,01
57	9,80	15,00	0,01
58	19,00	21,00	0,03
59	14,00	17,00	0,02
60	12,50	13,50	0,01
61	19,00	24,00	0,03
62	15,80	25,00	0,02
63	19,30	22,00	0,03
64	13,00	18,00	0,01
65	15,00	17,50	0,02
66	18,00	26,50	0,03
67	19,00	24,50	0,03
68	10,00	16,70	0,01
69	11,00	15,00	0,01
70	6,50	9,20	0,00
71	24,00	27,00	0,05
72	19,00	26,00	0,03
73	12,50	19,00	0,01
74	12,00	14,50	0,01
75	16,00	22,00	0,02

## Anexo 5. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
76	13,60	18,00	0,02
77	16,00	22,00	0,02
78	12,10	16,10	0,01
79	10,00	14,50	0,01
80	11,00	14,70	0,01
81	6,70	9,50	0,00
82	15,50	24,00	0,02
83	10,00	16,50	0,01
84	15,00	19,00	0,02
85	7,50	11,80	0,00
86	12,80	18,00	0,01
87	13,00	18,50	0,01
88	18,50	21,00	0,03
89	9,00	12,50	0,01
90	18,00	22,00	0,03
91	10,00	13,00	0,01
92	19,00	22,00	0,03
93	25,00	27,00	0,05
94	12,50	23,00	0,01
95	18,00	24,00	0,03
96	26,50	24,50	0,06
97	13,00	16,00	0,01
98	10,60	14,50	0,01
99	25,00	31,00	0,05
100	16,50	22,00	0,02
101	16,50	26,00	0,02
102	13,50	19,00	0,01
103	26,30	33,50	0,05
104	12,00	18,00	0,01
105	14,00	18,00	0,02
106	14,00	22,50	0,02
107	12,00	15,30	0,01
108	17,50	19,00	0,02
109	15,00	19,50	0,02
110	26,00	32,50	0,05
111	21,00	26,50	0,04
112	8,00	20,00	0,01
113	9,70	14,50	0,01

## Anexo 5. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
114	17,00	24,00	0,02
115	15,00	17,00	0,02
116	9,00	13,00	0,01
117	19,00	22,00	0,03
118	10,00	12,50	0,01
119	17,50	23,50	0,02
120	21,50	27,00	0,04
121	15,00	20,00	0,02
122	10,00	17,00	0,01
123	14,50	19,00	0,02
124	16,00	20,00	0,02
125	16,00	22,00	0,02
126	10,00	15,00	0,01
127	17,50	20,50	0,02
128	22,00	27,00	0,04
129	14,00	20,00	0,02
130	26,00	28,50	0,05
131	13,00	25,50	0,01
132	32,50	30,50	0,08
133	13,00	20,00	0,01
134	20,50	34,00	0,03
135	24,00	30,00	0,05
136	16,00	26,00	0,02
137	10,50	15,00	0,01
138	20,00	26,00	0,03
139	14,00	19,00	0,02
140	13,50	17,50	0,01
141	8,00	12,00	0,01
142	10,00	14,00	0,01
143	21,00	17,00	0,04
144	13,20	16,20	0,01
145	12,00	15,50	0,01
146	12,00	15,50	0,01
147	17,50	22,50	0,02
148	12,00	15,00	0,01
149	17,00	21,00	0,02
150	11,50	15,50	0,01
151	10,50	13,50	0,01

## Anexo5. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
152	13,20	17,50	0,01
153	19,00	24,00	0,03
154	21,30	25,00	0,04
155	19,00	23,50	0,03
156	15,50	24,50	0,02
157	13,00	16,50	0,01
158	14,00	19,00	0,02
159	15,00	31,00	0,02
160	24,00	32,00	0,05
161	12,00	16,00	0,01
162	29,00	32,00	0,07
163	17,00	22,00	0,02
164	19,00	21,00	0,03
165	12,90	17,00	0,01
166	20,50	28,00	0,03
167	14,00	19,50	0,02
168	10,50	15,70	0,01
169	27,50	34,00	0,06
170	26,50	31,00	0,06
171	19,00	26,00	0,03
172	11,00	19,00	0,01
173	8,00	14,00	0,01
174	14,00	24,00	0,02
175	23,00	27,00	0,04
176	11,00	16,00	0,01
177	16,00	24,00	0,02
178	17,00	21,00	0,02
179	19,50	24,00	0,03
180	20,00	24,00	0,03
181	8,50	10,50	0,01
182	23,50	29,50	0,04
183	9,70	14,30	0,01
184	12,50	15,50	0,01
185	10,50	13,50	0,01
186	12,00	15,00	0,01
187	22,00	26,00	0,04
188	15,00	20,30	0,02
189	7,00	11,00	0,00
190	7,00	17,00	0,00

## Anexo 5. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
191	10,50	15,00	0,01
192	25,50	34,00	0,05
193	11,50	16,50	0,01
194	9,00	16,50	0,01
195	16,50	20,00	0,02
196	14,00	16,00	0,02
197	23,00	26,00	0,04
198	21,00	24,00	0,04
199	22,50	27,50	0,04
200	23,00	30,00	0,04
201	9,00	12,50	0,01
202	20,00	26,50	0,03
203	11,00	13,50	0,01
204	21,00	23,50	0,04
205	10,00	19,00	0,01
206	21,50	27,50	0,04
207	25,00	32,00	0,05
208	14,00	18,60	0,02
209	11,00	14,50	0,01
210	22,00	27,00	0,04
211	11,50	21,30	0,01
212	14,20	22,00	0,02
213	17,00	20,00	0,02
214	34,00	40,50	0,09
215	9,00	12,00	0,01
216	17,20	19,30	0,02
217	14,50	20,00	0,02
218	10,00	19,00	0,01
219	10,70	13,00	0,01
220	11,50	15,00	0,01
221	17,00	20,00	0,02
222	9,50	11,00	0,01
223	19,00	26,50	0,03
224	17,00	24,50	0,02
225	8,30	11,00	0,01
226	7,50	9,00	0,00
227	12,00	27,00	0,01
228	14,50	42,00	0,02
229	18,00	23,50	0,03

## Anexo 5. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
230	14,00	20,00	0,02
231	10,50	14,50	0,01
232	16,00	19,00	0,02
233	13,50	18,00	0,01
234	15,00	19,50	0,02
235	12,00	20,50	0,01
236	19,50	24,00	0,03
237	15,50	19,70	0,02
238	8,00	11,00	0,01
239	15,50	18,00	0,02
240	10,00	13,50	0,01
241	11,00	16,00	0,01
242	17,50	22,00	0,02
243	17,30	22,00	0,02
244	20,00	22,00	0,03
245	11,60	17,00	0,01
246	16,00	27,00	0,02
247	15,50	20,00	0,02
248	19,50	28,00	0,03
249	9,00	1,00	0,01
250	12,50	25,00	0,01
251	14,30	20,00	0,02
252	13,00	17,00	0,01
253	14,50	17,00	0,02
254	17,00	19,00	0,02
255	24,00	1,00	0,05
256	24,50	30,00	0,05
257	13,00	18,50	0,01
258	16,50	21,00	0,02
259	9,00	12,00	0,01
260	19,00	23,00	0,03
261	10,50	12,30	0,01
262	11,00	15,00	0,01
263	11,00	13,50	0,01
264	13,00	11,00	0,01
265	15,20	20,00	0,02
266	16,00	21,00	0,02

## Anexo 5. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
267	16,00	19,00	0,02
268	8,50	12,00	0,01
269	20,50	27,00	0,03
270	16,00	22,00	0,02
271	25,00	23,00	0,05
272	15,00	18,00	0,02
273	17,50	24,50	0,02
274	12,50	16,50	0,01
275	9,00	13,00	0,01
276	12,60	17,00	0,01
277	12,40	15,30	0,01
278	11,30	14,50	0,01
279	17,00	21,50	0,02
280	10,00	15,50	0,01
281	12,50	11,50	0,01
282	14,50	17,50	0,02
283	12,50	16,00	0,01
284	10,00	21,50	0,01
285	12,30	17,00	0,01
286	21,00	24,30	0,04
287	8,00	13,00	0,01
288	23,00	28,00	0,04
289	23,00	30,00	0,04
290	22,00	21,50	0,04
291	9,50	11,50	0,01
292	23,00	25,50	0,04
293	13,50	17,00	0,01
294	8,00	10,00	0,01
295	8,30	11,60	0,01
296	6,70	9,00	0,00
297	13,00	18,00	0,01
298	24,00	29,00	0,05
299	13,60	22,00	0,02
300	13,00	17,50	0,01
301	13,50	16,00	0,01
302	30,00	38,50	0,07
303	15,00	21,00	0,02
304	9,00	14,00	0,01

## Anexo 5. Continuación

N. Árbol	dap (cm)	db (cm)	g (m <sup>2</sup> /arb)
305	10,00	13,00	0,01
306	17,50	24,00	0,02
307	20,00	18,00	0,03
308	20,00	24,00	0,03
309	14,50	37,00	0,02
310	14,00	18,50	0,02
311	13,70	20,00	0,02
312	17,70	24,50	0,03
313	32,00	24,00	0,08
314	15,90	19,50	0,02
315	14,00	16,50	0,02
316	15,00	22,00	0,02
317	13,00	20,00	0,01
318	9,00	12,00	0,01
319	19,50	27,50	0,03
320	23,50	28,00	0,04
321	17,00	22,00	0,02
322	12,50	16,00	0,01
323	24,70	26,00	0,05
324	15,70	19,50	0,02
325	12,30	15,00	0,01
326	14,00	16,50	0,02
327	12,20	16,30	0,01
328	20,50	24,20	0,03
329	7,30	10,00	0,00
330	16,00	18,50	0,02
331	10,00	16,00	0,01
332	14,60	17,50	0,02
333	13,00	17,00	0,01
334	14,20	31,20	0,02
335	13,50	17,00	0,01
336	13,00	15,00	0,01
337	16,00	24,00	0,02
338	31,00	39,00	0,08
339	15,00	17,50	0,02
340	12,70	17,50	0,01
341	14,00	18,00	0,02
Promedio	15,21		0,02

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 50×50 (2500m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 1364 árboles; Vol. total /ha= 162,66 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 69,05 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 28,02

Anexo 6. Altura total (ht), altura comercial (hc), volumen total (Vt) y volumen comercial (Vc) para *B. quinata*. Parcela cuatro, Sitio Gradas II.

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
1	5,22	6,60	0,02	0,22
2	2,25	7,03	0,06	0,15
3	1,17	8,44	0,07	0,08
4	1,50	7,94	0,10	0,12
5	1,10	8,32	0,07	0,07
6	1,52	8,68	1,01	0,38
7	3,90	6,51	0,05	0,26
8	3,24	6,08	0,02	0,15
9	2,26	6,58	0,09	0,20
10	1,52	5,90	0,03	0,09
11	3,20	6,76	0,05	0,21
12	2,22	8,03	0,18	0,24
13	2,51	5,67	0,05	0,17
14	1,20	4,92	0,02	0,06
15	3,17	7,90	0,06	0,21
16	4,50	9,37	0,14	0,40
17	2,84	5,89	0,02	0,11
18	1,90	6,27	0,05	0,13
19	3,00	4,81	0,03	0,16
20	4,25	8,73	0,12	0,37
21	3,65	6,41	0,05	0,24
22	1,52	7,43	0,06	0,10
23	2,67	7,73	0,05	0,16
24	2,84	8,47	0,05	0,16
25	4,19	9,01	0,14	0,39
26	5,31	9,29	0,13	0,47
27	4,40	9,88	0,22	0,48
28	2,84	7,80	0,02	0,11
29	2,14	7,61	0,04	0,12
30	4,33	8,44	0,13	0,40
31	2,83	8,47	0,13	0,26
32	3,75	9,52	0,23	0,43
33	3,17	7,16	0,03	0,16
34	3,57	9,08	0,34	0,51
35	4,73	8,53	0,03	0,21
36	4,54	7,95	0,03	0,20
37	6,26	8,22	0,35	0,96

## Anexo 6. Continuación

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
38	3,43	8,98	0,02	0,13
39	2,48	8,17	0,10	0,20
40	6,25	8,95	0,23	0,75
41	1,60	6,12	0,05	0,11
42	1,30	6,94	0,05	0,09
43	4,10	6,10	0,08	0,34
44	2,10	7,80	0,28	0,29
45	1,52	8,62	0,08	0,11
46	1,40	8,74	0,10	0,11
47	1,36	8,66	0,13	0,12
48	1,56	7,71	0,04	0,09
49	1,70	7,08	0,06	0,12
50	4,91	7,85	0,02	0,19
51	5,30	8,64	0,11	0,44
52	1,70	7,92	0,13	0,16
53	6,56	9,99	0,17	0,63
54	1,10	8,71	0,24	0,14
55	2,84	9,15	0,11	0,23
56	4,18	9,11	0,05	0,23
57	2,35	8,73	0,05	0,13
58	1,52	9,18	0,18	0,16
59	2,84	7,83	0,08	0,22
60	3,80	7,77	0,07	0,26
61	6,20	8,33	0,17	0,65
62	1,52	9,32	0,13	0,13
63	3,39	9,96	0,20	0,36
64	4,09	8,90	0,08	0,29
65	2,09	8,01	0,10	0,17
66	3,26	8,15	0,15	0,32
67	3,18	9,32	0,18	0,33
68	4,59	8,84	0,05	0,25
69	3,25	7,07	0,05	0,20
70	3,34	6,64	0,02	0,12
71	4,08	7,51	0,24	0,54
72	2,84	7,94	0,16	0,30
73	4,31	7,43	0,06	0,30
74	1,98	7,09	0,06	0,13
75	3,28	8,72	0,12	0,29

## Anexo 6. Continuación

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
76	3,71	9,74	0,10	0,28
77	3,58	7,74	0,11	0,31
78	2,77	9,24	0,07	0,18
79	2,71	7,97	0,04	0,15
80	3,50	6,11	0,04	0,21
81	4,78	7,16	0,02	0,18
82	2,48	9,98	0,13	0,21
83	3,40	9,12	0,05	0,19
84	3,39	8,53	0,11	0,28
85	4,19	9,14	0,03	0,17
86	5,56	8,35	0,08	0,39
87	3,10	7,53	0,07	0,22
88	8,00	9,48	0,18	0,81
89	4,09	9,74	0,04	0,20
90	7,65	9,92	0,18	0,76
91	3,95	9,96	0,05	0,22
92	5,19	8,77	0,17	0,54
93	4,47	9,23	0,32	0,61
94	5,32	8,42	0,07	0,37
95	5,32	9,67	0,17	0,53
96	5,47	8,11	0,31	0,80
97	3,61	8,05	0,07	0,26
98	4,12	6,45	0,04	0,24
99	4,75	8,42	0,29	0,65
100	4,33	8,65	0,13	0,39
101	2,14	7,80	0,12	0,19
102	4,76	8,28	0,08	0,35
103	2,25	8,72	0,33	0,33
104	4,07	8,63	0,07	0,27
105	3,40	9,22	0,10	0,26
106	3,00	9,80	0,11	0,23
107	4,36	9,95	0,08	0,29
108	3,54	10,40	0,18	0,34
109	2,28	6,20	0,08	0,19
110	2,84	7,01	0,26	0,41
111	2,33	7,46	0,18	0,27
112	5,20	8,12	0,03	0,23
113	2,00	8,21	0,04	0,11

## Anexo 6. Continuación

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
114	1,70	7,05	0,11	0,16
115	2,83	7,51	0,09	0,23
116	4,40	9,58	0,04	0,22
117	2,78	8,08	0,16	0,29
118	5,31	9,12	0,05	0,29
119	2,55	8,68	0,15	0,25
120	4,12	9,30	0,24	0,49
121	1,42	7,48	0,09	0,12
122	5,87	7,64	0,04	0,32
123	4,03	9,70	0,11	0,32
124	2,28	8,51	0,12	0,20
125	5,50	8,30	0,12	0,48
126	2,47	9,68	0,05	0,14
127	3,18	8,70	0,15	0,31
128	3,50	9,73	0,26	0,42
129	4,20	8,57	0,09	0,32
130	3,70	9,05	0,34	0,53
131	2,40	8,50	0,08	0,17
132	2,40	9,92	0,58	0,43
133	2,77	7,95	0,07	0,20
134	3,41	8,46	0,20	0,38
135	6,46	9,94	0,31	0,85
136	2,03	9,22	0,13	0,18
137	2,94	9,10	0,06	0,17
138	2,98	7,97	0,18	0,33
139	4,65	8,37	0,09	0,36
140	2,97	9,22	0,09	0,22
141	5,33	8,94	0,03	0,23
142	4,28	7,83	0,04	0,24
143	3,58	8,41	0,20	0,41
144	3,52	9,86	0,09	0,26
145	4,29	9,83	0,08	0,28
146	3,62	8,11	0,06	0,24
147	3,76	7,96	0,13	0,36
148	3,41	7,05	0,06	0,22
149	3,59	6,21	0,10	0,34
150	3,90	9,18	0,07	0,25
151	4,53	8,37	0,05	0,26

## Anexo 6. Continuación

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
152	4,58	7,72	0,07	0,33
153	4,45	6,16	0,12	0,46
154	5,76	9,87	0,25	0,67
155	4,69	9,13	0,18	0,49
156	4,32	7,26	0,10	0,37
157	5,95	8,18	0,08	0,43
158	3,94	7,24	0,08	0,30
159	3,61	8,05	0,10	0,30
160	4,12	6,45	0,20	0,54
161	4,75	7,42	0,06	0,31
162	4,33	8,65	0,40	0,69
163	2,14	7,80	0,12	0,20
164	4,76	7,28	0,14	0,50
165	2,25	8,72	0,08	0,16
166	8,07	10,13	0,23	0,91
167	4,04	9,11	0,10	0,31
168	6,35	8,18	0,05	0,37
169	2,58	9,27	0,39	0,39
170	3,32	7,94	0,31	0,48
171	2,70	8,75	0,17	0,28
172	2,28	6,90	0,05	0,14
173	2,30	7,19	0,03	0,10
174	1,75	7,30	0,08	0,13
175	3,77	6,80	0,20	0,48
176	1,15	5,36	0,04	0,07
177	1,54	5,59	0,08	0,14
178	3,09	7,11	0,11	0,29
179	3,04	6,35	0,13	0,33
180	4,46	7,59	0,17	0,49
181	4,38	6,53	0,03	0,20
182	2,59	5,12	0,16	0,33
183	4,19	7,84	0,04	0,22
184	4,08	8,22	0,07	0,28
185	3,38	7,13	0,04	0,20
186	2,89	7,45	0,06	0,19
187	3,67	6,42	0,17	0,44
188	3,39	7,68	0,10	0,28
189	3,42	6,31	0,02	0,13
190	2,19	8,46	0,02	0,08

## Anexo 6. Continuación

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
191	3,75	7,51	0,05	0,22
192	3,48	8,55	0,31	0,49
193	2,12	6,44	0,05	0,13
194	4,57	9,98	0,04	0,23
195	1,76	9,19	0,14	0,16
196	2,83	7,35	0,08	0,22
197	3,22	8,54	0,25	0,41
198	4,02	9,52	0,23	0,46
199	3,54	8,13	0,23	0,44
200	2,15	8,75	0,25	0,27
201	2,44	7,18	0,03	0,12
202	3,41	7,38	0,16	0,37
203	3,07	8,07	0,05	0,19
204	2,45	9,11	0,22	0,28
205	4,03	9,30	0,05	0,22
206	3,48	7,18	0,18	0,41
207	1,10	9,11	0,31	0,15
208	4,00	8,59	0,09	0,31
209	4,43	9,27	0,06	0,27
210	2,33	7,57	0,20	0,28
211	3,76	7,15	0,05	0,24
212	2,76	8,68	0,10	0,22
213	3,34	8,92	0,14	0,31
214	4,20	9,70	0,62	0,79
215	3,95	9,34	0,04	0,20
216	2,56	8,01	0,13	0,24
217	3,40	8,14	0,09	0,27
218	4,23	9,16	0,05	0,23
219	3,31	8,20	0,05	0,19
220	3,44	9,06	0,07	0,22
221	4,41	9,22	0,15	0,41
222	3,04	8,15	0,04	0,16
223	3,95	7,35	0,15	0,41
224	2,04	6,45	0,10	0,19
225	3,92	8,89	0,03	0,18
226	2,29	8,54	0,03	0,09
227	3,36	9,06	0,07	0,22
228	4,87	9,06	0,10	0,39
229	3,62	6,83	0,12	0,36

## Anexo 6. Continuación

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
230	3,73	9,79	0,11	0,29
231	2,60	8,61	0,05	0,15
232	3,45	7,80	0,11	0,30
233	3,55	8,53	0,09	0,26
234	2,20	6,86	0,08	0,18
235	2,32	8,23	0,07	0,15
236	3,21	8,90	0,19	0,34
237	2,34	7,56	0,10	0,20
238	2,22	6,23	0,02	0,10
239	2,45	8,99	0,12	0,21
240	3,74	8,78	0,05	0,21
241	4,54	8,56	0,06	0,27
242	2,23	7,23	0,12	0,21
243	3,59	6,34	0,10	0,34
244	3,89	8,67	0,19	0,43
245	2,10	8,12	0,06	0,13
246	3,09	8,23	0,12	0,27
247	4,37	8,76	0,12	0,37
248	4,12	8,14	0,17	0,44
249	2,08	8,09	0,04	0,10
250	3,21	7,34	0,06	0,22
251	1,79	7,54	0,08	0,14
252	3,02	6,12	0,06	0,22
253	4,50	8,34	0,10	0,36
254	2,60	9,94	0,16	0,24
255	3,51	8,76	0,28	0,46
256	3,89	8,32	0,27	0,52
257	3,67	6,10	0,06	0,26
258	2,50	7,15	0,11	0,23
259	2,65	7,24	0,03	0,13
260	3,32	8,51	0,17	0,35
261	3,83	8,09	0,05	0,22
262	4,12	7,20	0,05	0,25
263	4,04	8,32	0,06	0,24
264	4,91	7,65	0,07	0,35
265	4,13	9,12	0,12	0,35
266	3,76	7,28	0,10	0,33

## Anexo 6. Continuación

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
267	3,90	9,39	0,13	0,34
268	1,69	8,04	0,03	0,08
269	2,34	6,89	0,16	0,26
270	2,63	6,06	0,09	0,23
271	4,45	7,32	0,25	0,61
272	5,95	8,51	0,11	0,49
273	4,47	9,37	0,16	0,43
274	4,34	9,31	0,08	0,30
275	3,86	8,27	0,04	0,19
276	2,06	8,29	0,07	0,14
277	2,10	7,70	0,07	0,14
278	3,92	8,10	0,06	0,24
279	6,77	9,95	0,16	0,63
280	3,41	7,46	0,04	0,19
281	2,46	7,94	0,07	0,17
282	3,03	8,22	0,10	0,24
283	2,94	8,10	0,07	0,20
284	3,98	7,97	0,04	0,22
285	3,65	8,37	0,07	0,25
286	4,06	9,23	0,22	0,47
287	2,28	7,04	0,02	0,10
288	3,80	8,48	0,25	0,48
289	2,58	8,20	0,24	0,33
290	3,08	6,76	0,18	0,37
291	3,43	9,28	0,05	0,18
292	3,80	9,78	0,28	0,48
293	3,28	8,72	0,09	0,24
294	3,71	9,74	0,03	0,16
295	3,58	8,74	0,03	0,16
296	2,77	9,18	0,02	0,10
297	2,71	7,97	0,07	0,19
298	3,50	8,11	0,26	0,46
299	3,18	7,16	0,07	0,24
300	2,48	7,98	0,07	0,18
301	3,12	7,54	0,08	0,23
302	6,23	9,73	0,48	1,03
303	3,43	8,44	0,10	0,28
304	4,12	8,87	0,04	0,20

## Anexo 6. Continuación

N. Árbol	hc (m)	ht (m)	Vt (m <sup>3</sup> )	Vc (m <sup>3</sup> )
305	2,22	6,75	0,04	0,12
306	3,44	9,22	0,16	0,33
307	3,36	7,24	0,16	0,37
308	2,47	6,30	0,14	0,27
309	3,80	9,40	0,11	0,30
310	1,86	8,56	0,09	0,14
311	2,62	8,94	0,09	0,20
312	2,97	9,22	0,16	0,29
313	5,33	8,94	0,50	0,94
314	4,28	8,83	0,12	0,37
315	3,58	7,41	0,08	0,28
316	2,52	8,86	0,11	0,21
317	3,29	6,83	0,06	0,24
318	3,62	7,11	0,03	0,18
319	5,76	9,96	0,21	0,62
320	3,41	8,05	0,24	0,44
321	3,59	7,21	0,11	0,34
322	3,90	9,18	0,08	0,27
323	2,53	7,37	0,25	0,34
324	2,58	8,72	0,12	0,22
325	2,45	7,16	0,06	0,17
326	5,76	8,87	0,10	0,44
327	3,69	6,13	0,05	0,25
328	2,32	6,26	0,14	0,26
329	5,95	8,18	0,02	0,24
330	5,94	8,24	0,12	0,52
331	3,33	7,72	0,04	0,18
332	5,32	8,09	0,09	0,43
333	3,26	8,08	0,08	0,23
334	3,97	9,19	0,10	0,31
335	2,65	8,92	0,09	0,20
336	3,95	8,96	0,08	0,28
337	4,19	7,77	0,11	0,37
338	3,47	8,23	0,43	0,59
339	4,32	8,42	0,10	0,36
340	3,32	9,67	0,09	0,23
341	3,03	8,43	0,09	0,23
Promedio	3,47	8,16	0,12	0,29

Fuente: elaboración propia; Tamaño parcela= 50×50 (2500m<sup>2</sup>); Número de árboles/ha(N)= 1364 árboles; Vol. total /ha= 162,66 m<sup>3</sup>/ha; Vol. comercial/ha= 69,05 m<sup>3</sup>/ha; G (m<sup>2</sup>/ha)= 28,02

