

**Comportamiento y manejo de *Khaya senegalensis* Juss en Oropoli, El Paraíso,
Honduras**

Osman Alejandro Ortiz Acosta

Zamorano, Honduras

Noviembre, 2012

ZAMORANO
DEPARTAMENTO DE AMBIENTE Y DESARROLLO

Comportamiento y manejo de *Khaya senegalensis* Juss en Oropoli, El Paraíso, Honduras

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

Presentado por:

Osman Alejandro Ortiz Acosta

Zamorano, Honduras
Noviembre, 2012

Comportamiento y manejo de *Khaya senegalensis* Juss en Oropoli, El Paraíso, Honduras

Presentado por:

Osman Alejandro Ortiz Acosta

Aprobado:

Nelson Agudelo, M.Sc.
Asesor principal

Arie Sanders, M.Sc.
Director
Departamento de Ingeniería en Ambiente y Desarrollo

Wilmer Figueroa, Ing.
Asesor

Raúl Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

RESUMEN

Ortiz Acosta, O.A. 2012. Comportamiento y manejo de *Khaya senegalensis* Juss en Oropolí, El Paraíso, Honduras. Proyecto especial de graduación del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 33 p.

Entre agosto y septiembre de 2012 se evaluó una plantación de *Khaya senegalensis*, cuya semilla procede de Burkina Faso y Senegal, en Oropolí, El Paraíso. El sitio se encuentra a 450 m de elevación y tiene una precipitación promedio total anual de 760.6 mm. La plantación fue establecida en 2007 a un espaciamiento de 2x4 m, se evaluó en función de su adaptabilidad, la calidad fenotípica de los árboles, el crecimiento en diámetro a la altura del pecho (dap), la altura total y comercial. Para ello se instaló una red de cuatro parcelas de muestreo permanente (PMP) por calidad de sitio. El dap promedio de los árboles dominantes y codominantes de todas las parcelas fue de 11.7cm, la altura total de 8.43 m y la altura comercial de 5.0 m. El incremento medio anual (IMA) en dap fue de 2 cm/año y el IMA tiene una altura total de 1.4 m/año. Los datos indican que esta plantación en términos de IMA tiene mayores tasas de crecimiento que las plantaciones establecidas con esta especie en Zamorano y Sudáfrica, semejantes a los lotes plantados por la Compañía Azucarera Tres Valles, Francisco Morazán. Se recomienda evaluar la red de PMP cada año durante los primeros cinco años y luego cada tres años hasta el turno final.

Palabras claves: Árbol candidato, incremento medio anual, variables dasométricas.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	iv
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
4. CONCLUSIONES.....	15
5. RECOMENDACIONES.....	16
6. LITERATURA CITADA.....	17
7. ANEXOS	18

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros		Página
1.	Número de PMP, tamaño y número de árboles existentes en cada parcela. En Oropolí, El Paraíso 2012.	9
2.	Valores medios de las variables dasométricas para cada parcela permanentes. En Oropolí, El Paraíso, 2012.	10
3.	Variabes dasométricas para árboles dominantes y codominantes de la parcela Permanente 1. En Oropolí, El Paraíso, 2012.	10
4.	Variabes dasométricas para los árboles dominantes y codominantes de la parcela permanente 2. En Oropolí, El Paraíso, 2012.	11
5.	Variabes dasométricas para árboles dominantes y codominantes de la parcela Permanente 3. En Oropolí, El Paraíso, 2012.	12
6.	Variabes dasométricas para árboles dominantes y codominates de la parcela Permanente 4. En Oropolí, El Paraíso, 2012.	13
7.	Valores medios de las variables dasométricas para árboles candidatos. En Oropolí, El Paraíso, 2012.	14
8.	Promedios de incremento medio anual (IMA) en dap y ht, para diferentes sitios de plantación con <i>K.senegalensis</i> . En Oropolí, El Paraíso, 2012.	14
Figuras		Página
1.	Ubicación geográfica de la zona de estudio	3
2.	Mapa planimétrico del área plantada con <i>Khaya senegalensis</i> y distribución espacial de la red de PMP. En Oropolí, El Paraíso 2012.	9

Anexos	Página
1. Variables dasométricas para árboles de la parcela Permanente 1 en Oropolí, El Paraíso, 2012.	18
2. Variables dasométricas para árboles de la parcela permanente 2 en Oropolí, El Paraíso, 2012.	20
3. Variables dasométricas para árboles de la parcela permanente 3 en Oropolí, El Paraíso, 2012.	23
4. Variables dasométricas para los árboles de la parcela Permanente 4 en Oropolí, El Paraíso, 2012.	25
5. Variables dasométricas para árboles candidatos 2 en Oropolí,	27
6. Plano y numeración de árboles de la parcela permanente (PMP) 1 en Oropolí, El Paraíso, 2012.	28
7. Plano y numeración de los árboles de la parcela permanente (PMP) 2. en Oropolí, El Paraíso, 2012.....	28
8. Plano y numeración de árboles de la parcela permanente (PMP) 3 en Oropolí, El Paraíso, 2012.	28
9. Plano y numeración de árboles de la parcela permanente (PMP) 4 en Oropolí, El Paraíso, 2012.	28

1. INTRODUCCIÓN

Las Meliáceas son árboles o arbustos de distribución pantropical. Esta familia contiene aproximadamente 50 géneros y 800 especies en el mundo. En América tropical y subtropical se encuentran siete géneros con unas 300 especies, distribuidos principalmente en los bosques de tierras bajas. Algunas de las especies de esta familia producen maderas de alta calidad como lo son la caoba (*Swietenia* spp) y el cedro (*Cedrela* spp) (Vargas, 2002). El género *Swietenia* posee dos especies de alto valor económico que están distribuidas en zonas secas y húmedas: *Swietenia humilis* y *Swietenia macrophylla*, respectivamente. *Swietenia macrophylla* tiene una amplia distribución en el neotrópico, extendiéndose geográficamente desde el Sur de México hasta el Sur de Perú, Bolivia y Brasil. La demanda actual de maderas de alta calidad y la importancia económica del género *Swietenia*, ha propiciado su extracción a un ritmo sin precedentes. La extracción selectiva ha dado como resultado la degradación económica de las masas residuales y una acelerada erosión genética de la caoba de hoja grande *Swietenia macrophylla*. Por esta razón, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) ha catalogado a esta especie como una de las más amenazadas del mundo.

A pesar de esta difícil situación, los bosques caoberos de América tropical y subtropical continuarán siendo, por mucho tiempo más, la mayor fuente de maderas nobles de alto valor económico. A la luz de estos hechos y ante un agotamiento casi inminente de la madera de caoba, procedente de los bosques latifoliados maduros, se abre una enorme oportunidad para el establecimiento de plantaciones, a escala operativa o comercial, con especies de la familia Meliaceae o con otras más productoras de maderas de elevado valor comercial.

Así como todas las caobas Americanas pertenecen al género *Swietenia*, la mayor parte de las caobas Africanas pertenecen a los géneros *Khaya* y *Enthandrophragma*. El género *Khaya* es particularmente importante porque contiene especies arbóreas productoras de maderas comerciales, tales como *K. ivorensis*, *K. grandifolia*, *K. anthoteca* y *K. senegalensis* (Lamprecht, 1990). La caoba de zonas secas (*Khaya senegalensis*) es una especie resistente a las sequias. Su distribución natural comprende desde Senegal hasta Uganda y Sudán, en donde crece en el bosque tropical muy seco (Bokkestih y Francis, 2000). La especie es de reciente introducción en las Américas en donde se ha cultivado con éxito en pequeñas plantaciones, en Puerto Rico y Cuba.

Las caobas y cedros americanos son atacados por el barrenador de las Meliaceas (*Hypsipyla grandella*). En este sentido, el manejo de las plantaciones de caobas y cedros americanos se convierte en una empresa relativamente compleja. A raíz de estos hechos *K. senegalensis* ha comenzado a ganar auge en los ecosistemas secos del continente americano tanto a nivel de ensayos como de plantaciones a escala pequeña, mediana o comercial. Algunos estudios realizados en Australia muestran que la caoba Africana se desarrolla mejor en el trópico seco que las otras especies maderables de la familia de las Meliceae (Reilly *et al.* 2005). Además, la caoba Africana tiene una ventaja competitiva con las caobas americanas al no ser, por el momento, atacada por el barrenador de las Meliaceae (Alvarado, 2010).

Investigaciones realizadas en África han demostrado que *K. senegalensis* presenta un incremento medio anual (IMA) en altura mayor de 1.6 m/año en plantaciones de tres años (Wadsworth, 2000). Un rodal en Sudáfrica de 22 años, con precipitaciones del orden de 1,300 mm ha registrado crecimientos promedios de 8.2 m en altura lo que indica un IMA de 0.37 m/año y un dap de 11.7 cm con un IMA de 0.53 cm/año. La densidad de esta plantación es de 650 árboles/ha. Otra plantación en Puerto Rico de 23 años tuvo un crecimiento en altura de 22 m y 20 cm en dap. Bajo irrigación en Mali, Niger y Senegal el crecimiento en altura ha sido de 1.3 m/ año (Bokkestih y Francis, 2000).

Se estima que actualmente en Honduras existen alrededor de 500ha plantadas con caoba del Senegal. Casi todas las plantaciones están ubicadas en ecosistemas secos de tierras bajas. Los lotes plantados son relativamente recientes, razón por la cual se dispone de poca información sobre el crecimiento y el rendimiento de la especie. Fundamentado en estos antecedentes, el presente estudio pretendió alcanzar los siguientes objetivos específicos:

- Caracterizar en términos climáticos y ecológicos el sitio de estudio.
- Evaluar el comportamiento y manejo de la especie bajo las condiciones del ecosistema seco de tierras bajas del Valle de Oropolí.
- Instalar una red de parcelas de muestreo permanente (PMP) con el propósito de monitorear periódicamente el crecimiento de los árboles en diámetro y altura.
- Identificar, marcar y numerar el mayor número posible de árboles candidatos como base para un futuro programa de mejoramiento genético de la especie

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en una plantación de *Khaya Senegalensis* establecida en agosto de 2007. El sitio de estudio está ubicado entre los 13°49' 27" N y 86°48'83" W, municipio de Oropolí, El Paraíso, Honduras (Figura 1).

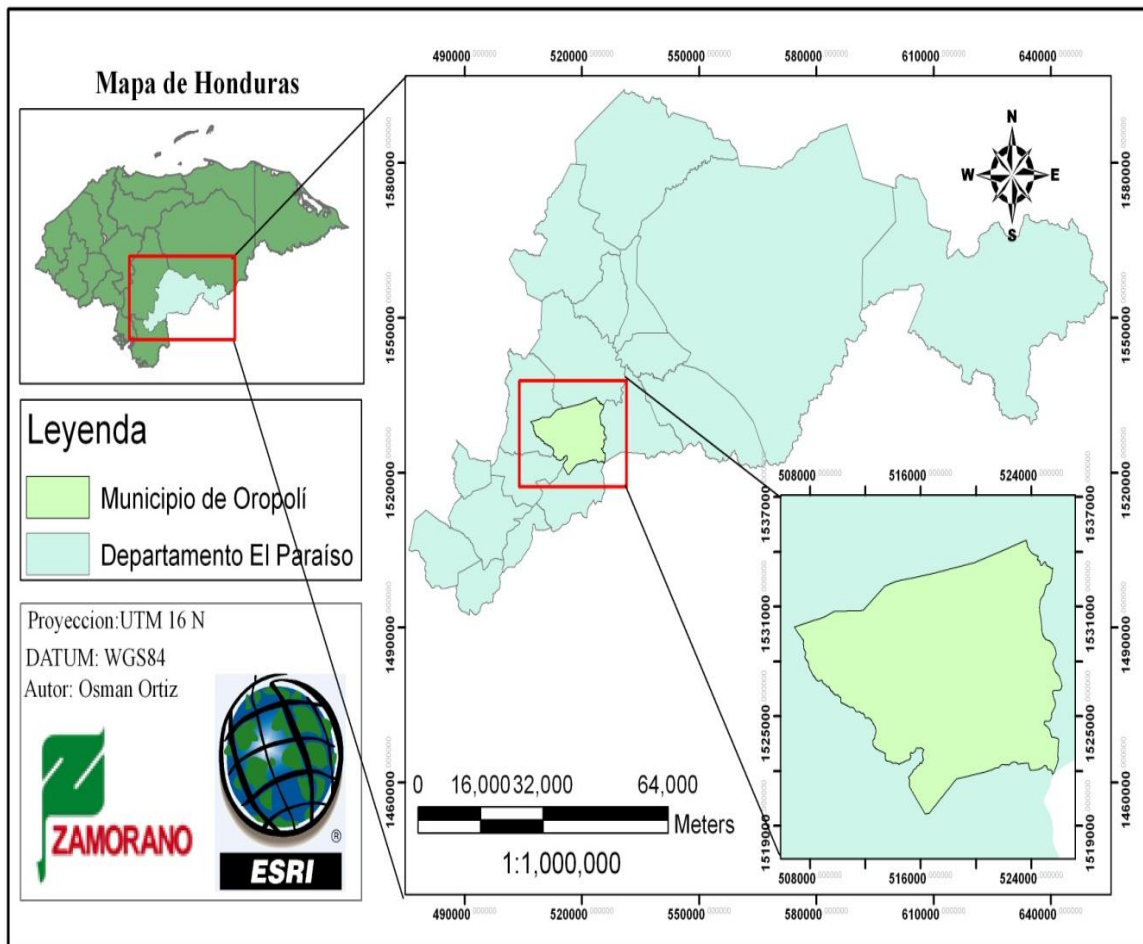


Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio

Materiales. Para llevar a cabo este estudio se utilizó el siguiente equipo y materiales:

GPS: Aparato óptico, calibrado para medir alturas sobre el nivel del mar, distancias horizontales y para georeferenciar puntos sobre la superficie terrestre. Por medio de imágenes satelitales.

Cinta métrica: Instrumento graduado en metros y centímetros, utilizado para la medición de distancias.

Forcípula: Aparato que consta de un brazo fijo y otro móvil, calibrado en cm o en pulgadas y se emplea para medir diámetros de árboles o de troncos.

Hipsómetro: Instrumento óptico empleado para medir alturas.

Brújula suunto: Instrumento óptico manual que se emplea para la determinación de rumbos.

Vara telescópica: Instrumento de medición directa, graduado en metros y centímetros, que se despliega para medir las altura de árboles pequeños y medianos.

Vegetación. Actualmente la vegetación del valle de Oropolí y sus alrededores es de tipo secundario temprano. El ecosistema está fuertemente dominado por individuos de baja estatura, copa aparasolada y muchas de ellas espinosas y deciduas. En los bosques ribereños es posible encontrar individuos de buen porte o tamaño hasta de 25 a 30 m de altura, tales como: *Hymenaea courbaril*, *Astronium graveolens*, *Pseudo samanea guachapele*, *Licania arbórea*, *Andira inermis*. Dentro de la masa de bosque secundario se encuentran todavía algunas especies de alto valor económico, tales como: *Swietenia humilis*, *Cordia gerascanthus*, *Bucida macrostachya*.

Hidrología. El municipio de Oropolí se encuentra ubicado en la cuenca del Río Choluteca. Toda la red hídrica fluye de las zonas altas al oeste del municipio hacia las partes bajas al este, drenando directamente en el Río Choluteca a través de pequeños ríos, riachuelos y quebradas. Parte del casco urbano de Oropolí es atravesado por el Río El Rincón, fuente principal de agua potable.

Metodología de levantamiento:

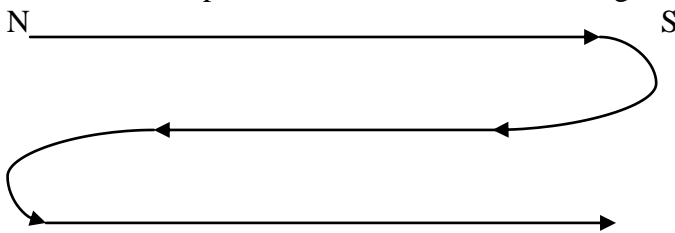
Consecución de información climática. En la Dirección General de Recursos Hídricos de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), se obtuvo la información climática del sitio de estudio.

Levantamiento de mapas. Se levantó un mapa planimétrico del área plantada con la ayuda de un GPS. Dentro de este plano se levantó también la red de parcelas de muestreo permanente.

Establecimiento de la red de parcelas de muestreo permanente (PMP). Una PMP es una unidad de investigación que se instala permanentemente en el terreno para evaluar de manera periódica, por todo el turno o parte de este, el comportamiento de una especie vegetal. El objetivo principal de una PMP es determinar la tasa de crecimiento en diámetro y altura y posteriormente diseñar modelos de crecimiento y rendimiento de una especie en un determinado sitio.

Para el presente estudio se establecieron cuatro parcelas de forma rectangular, con su lado mayor orientado aproximadamente al norte. La ubicación de cada parcela se hizo de manera subjetiva en el terreno con base en la diferencias en el crecimiento de los árboles, especialmente la altura total. Las parcelas se demarcaron en el terreno con postes de madera, pintados de color blanco. Para cada parcela se levantó un plano con teodolito y la red de PMP, con su respectiva numeración, fue localizada en el plano general del lote plantado.

A todos los árboles pertenecientes a cada parcela se le marcó con pintura de aceite de color blanco, el diámetro a la altura de pecho o dap, medido a 1.30 m sobre el nivel del suelo. Para garantizar la identificación de cada individuo, dentro de cada parcela, se le asignó un número, se comenzó la numeración en la posición extrema norte. Al finalizar esta línea de árboles se continuó con el extremo sur. Luego se reinició nuevamente con el extremo sur. El proceso continuo a manera de sig –sag como se ilustra a continuación



Para cada parcela se levantó un plano en el que aparece la identificación (número) de cada árbol. Garantizada esta fase se procedió a la medición de las variables de crecimiento.

Marcación y numeración de los árboles candidatos. Un árbol candidato es un individuo que se ha seleccionado para ser sometido a una evaluación, debido a sus cualidades fenotípicas deseables. Los árboles candidatos serán sometidos a pruebas en futuros programas de mejoramiento genético forestal. En la medida de lo posible, un árbol candidato deberá reunir las siguientes características:

- a) Demostrar adaptabilidad al sitio de plantación
- b) Mantener adecuada tasa de crecimiento
- c) Tener fuste largo y limpio
- d) Copa estrecha, que ocupe aproximadamente la tercera parte de la altura total del árbol
- e) Ramas preferiblemente delgadas, formando un ángulo recto con el tronco del árbol
- f) Ausencia de bifurcaciones y torceduras pronunciadas a nivel del tronco

Con base en estos criterios dentro del área plantada se procedió a la selección y marcación de los árboles candidatos. A cada árbol se le marcó el dap con pintura de aceite de color azul. Igualmente con el uso de esta pintura cada individuo seleccionado se número uno a uno, se inicio en la porción más baja del terreno y se finalizo en la más elevada.

Metodología de evaluación:

Información climática. La información climática se evaluó utilizando los criterios establecidos por el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida.

Variables dasométricas evaluadas. Las variables que se midieron y calcularon en cada árbol dentro de cada parcela, fueron:

Diámetro a la altura del pecho (dap). Para la medición de esta variable se usaron cinta métrica y forcípula, siguiendo los procedimientos establecidos por la FAO.

Atura total y comercial. Para la medición de la altura de los árboles se empleó la vara telescópica. La altura total (ht) se midió desde el nivel del suelo incluyendo la copa. La altura comercial (hc) se midió desde el nivel del suelo hasta la primera bifurcación.

Incremento medio anual (IMA). 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

$$\text{IMA} = \frac{\text{Tamaño Promedio alcanzado en el dap o altura a una edad determinada}}{\text{Edad correspondiente}} \quad [1]$$

Área basimétrica y área basal. Con base en el dap se calculó el área basimétrica para cada árbol en cada PMP con la siguiente fórmula:

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

área basimétrica en m²/árbol
0.7854 obtenido al dividir $\pi/4$

Área basal

Este parámetro se determinó con el siguiente modelo matemático:

$$G = \Sigma g \text{ en 1 ha} \quad [3]$$

Tratamientos silvícolas a la masa. La plantación ha recibido dos tratamientos: fertilización y podas de formación. La única fertilización se realizó en, aplicando 50 gr/planta de 18 46 0, a una distancia de 20 cm de la base del árbol. Los árboles han recibido dos podas, la primera al año de la plantación y segunda a los cinco años, en marzo de 2012.

Evaluación de árboles candidatos. Al igual que las PMP, los árboles candidatos se evaluaron en función del dap, altura total, comercial e IMA

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Clasificación del ecosistema. El sitio de plantación está localizado a 433 msnm. Aunque no existe información se estima que la temperatura media anual es superior a los 24°C. Los registros de la estación pluviométrica, ubicada cerca del casco urbano de Oropolí, indican que en el período 1972 a 2006, la precipitación promedio total anual fue de 760.6mm. De acuerdo con esta información y con base en el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida de Holdrige, el sitio corresponde al bosque seco subtropical. No obstante, los reconocimientos de campo complementados con la fisonomía de la vegetación natural sugieren que la zona de estudio pertenece al monte espino tropical, transición a subtropical, o a una transición entre el bosque seco y el monte espino

Procedencia del germoplasma. Para el establecimiento de la plantación se utilizó semilla de procedencia Burkina Faso y Senegal, África. La introducción de las semillas fue realizada por la Empresa Semillas Tropicales (SETRO).

Establecimiento de la plantación y red de PMP. La plantación con una superficie de 2.6ha se estableció en 2007 a un espaciamiento de 2 x 4 m equivalente a 1,250 árboles/ha. Los árboles fueron plantados con rumbo de N-S y E-W. La red de PMP está constituida por cuatro parcelas de tamaño variable y forma rectangular, como se ilustra en la figura 2.

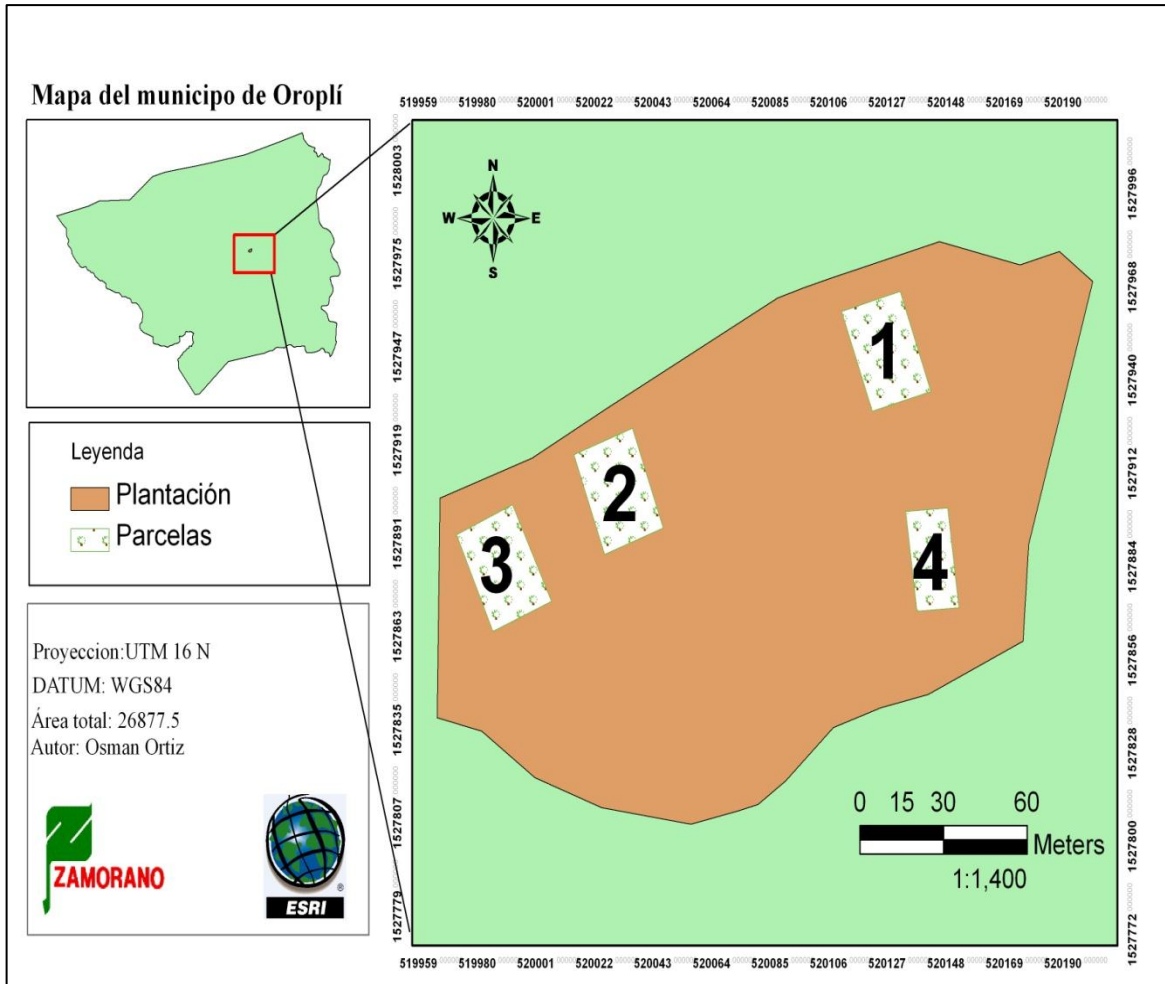


Figura 2. Mapa planimétrico del área plantada con *Khaya senegalensis* y distribución espacial de la red de PMP. En Oroplí, El Paraíso 2012.

En el cuadro 1 se ilustra el tamaño de cada parcela y su correspondiente número de árboles.

Cuadro 1. Número de PMP, tamaño y número de árboles existentes en cada parcela. En Oroplí, El Paraíso 2012.

Nº de parcela	Tamaño de parcela (m ²)	Número de árboles
1	704	80
2	704	78
3	704	73
4	450	60

Variabes dasométricas a nivel de PMP. Para cada árbol, dentro de cada PMP, con los valores de dap, la altura total, y al conocer la edad de la plantación, se determinó el IMA del dap y de la altura total. Con base en el dap se calculó para cada individuo su área basimétrica. Finalmente, se utilizó el área basimétrica promedio y el tamaño de cada parcela, se estimó el área basal para cada estación de crecimiento. En cada parcela se seleccionó el 10% de los árboles dominantes y codominantes a quienes se les calculó las mismas variables dasométricas obtenidas a nivel de parcela, y además se excluyó el área basal.

Parcela de muestreo permanente N°1. Las variables dasométricas correspondientes a la parcela 1 se dan a conocer en el Anexo 1. En el Cuadro 2 se presentan los valores promedio de estas variables para las cuatro PMP.

Cuadro 2. Valores medios de las variables dasométricas para cada parcela permanentes. En Oropolí, El Paraíso, 2012.

N° de Parcela	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	IMA		g (m ² /árbol)	G (m ² /ha)
				dap(cm)	ht(m)		
1	11.25	7.43	4.67	2.25	1.49	0.0102	11.6452
2	10.81	7.70	4.78	2.16	1.54	0.0094	10.4696
3	9.72	6.60	4.30	1.94	1.32	0.0078	8.0852
4	8.19	5.78	3.48	1.64	1.16	0.0055	7.3861

diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), altura comercial (hc), incremento medio anual (IMA) en dap y ht, área basimétrica (g), área basal (G).

El Cuadro 3. Ilustran, los valores de las variables dasométricas para el 10% de los árboles dominantes y codominantes.

Cuadro 3. Variables dasométricas para árboles dominantes y codominantes de la parcela Permanente 1. En Oropolí, El Paraíso, 2012.

N°de Árbol	Dap (cm)	ht (m)	hc (m)	IMA		g (m ² /árbol)
				dap(cm)	ht(m)	
1	10.80	9.79	5.82	2.16	1.96	0.0092
78	12.10	9.30	7.30	2.42	1.86	0.0115
61	13.30	8.98	5.45	2.66	1.80	0.0139
18	12.70	8.97	4.83	2.54	1.79	0.0127
30	14.50	8.93	5.44	2.90	1.79	0.0165
9	14.50	8.91	4.97	2.90	1.78	0.0165
11	10.50	8.75	4.95	2.10	1.75	0.0087
58	12.40	8.66	4.92	2.48	1.73	0.0121
Media	12.60	9.04	5.46	2.52	1.81	0.0126

diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), altura comercial (hc), incremento medio anual (IMA) en dap y ht, área basimétrica (g).

Tamaño de la parcela 32 x 22(704m²)

El dap promedio de esta parcela fue 11.25 cm, mientras que el dap promedio de los árboles dominantes y codominantes fue 12.60. Ello indica, entonces, que los árboles más altos de esta parcela han crecido 1.30 cm más que el promedio de los individuos de la parcela. De igual manera, los árboles dominantes y codominantes sobrepasan en 1.6m en altura total al promedio de los árboles de la parcela. A pesar de esta marcada diferencia en el crecimiento, en diámetro y altura las diferencias en el IMA son menos pronunciadas. El IMA en dap para árboles dominantes y codominantes fue 2.52cm/año, mientras que el promedio de los individuos de la parcela fue 2.25cm/año, con una diferencia de 0.27cm/año. El IMA en altura para árboles dominantes y codominantes fue de 1.81m/año, en tanto que IMA promedio de la parcela fue 1.49, con una diferencia de 0.32m/año. Aunque las diferencias en IMA no difieren, el tener 0.27cm/año de incremento en dap y 0.32m/año en incremento en altura de manera constante durante 15 o un poco más de años, sería altamente rentable en términos de rendimiento a futuro de la de la plantación. En este sitio en particular con un turno de 25 años se debería esperar para los mejores fenotipos un dap promedio de aproximadamente 63 cm y una altura total de unos 25-30 m

Parcela de muestreo permanente N°2. Cuadro 4. Ilustra los valores de las variables dasométricas para el 10% de los árboles dominantes y codominantes.

Cuadro 4. Variables dasométricas para los árboles dominantes y codominantes de la parcela permanente 2. En Oropolí, El Paraíso, 2012.

N°de árbol	dap (cm)	ht (m)	Hc (m)	IMA		g (m ² /árbol)
				dap(cm)	ht(m)	
27	10.60	9.58	6.10	2.12	1.92	0.0088
35	13.50	9.30	5.34	2.70	1.86	0.0143
10	14.50	9.09	5.14	2.90	1.82	0.0165
65	15.50	9.00	4.85	3.10	1.80	0.0189
78	10.00	8.92	6.69	2.00	1.78	0.0079
63	12.00	8.84	5.19	2.40	1.77	0.0113
31	12.00	8.83	5.30	2.40	1.77	0.0113
43	10.50	8.83	6.02	2.10	1.77	0.0087
Medias	12.33	9.05	5.58	2.47	1.81	0.0122

Diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), altura comercial(hc),incremento medio anual (IMA) en dap y ht, área basimétrica (g).

Tamaño de la parcela 32 x 22(704m²)

El dap promedio de esta parcela fue de 10.81cm, mientras que el dap promedio de árboles dominantes y codominantes fue de 12.33 cm lo cual indica que los árboles más altos han crecido 1.52cm más que el promedio de los árboles de la parcela igualmente los árboles dominantes y codominantes sobrepasan en 1.35 en altura total al promedio de los árboles de la parcela. A pesar de esta marcada diferencia en el crecimiento, en el diámetro y la altura, las variables en IMA son menos pronunciadas.

El IMA en dap para los árboles dominantes y codominantes fue de 2.4cm/año y el promedio de los individuos de la parcela fue de 2.16cm/año con una diferencia de 0.32cm/año. El IMA en altura para dominantes y codominantes fue de 1.81m/año para el promedio de los árboles de la parcela fue de 1.54m/año con una diferencia de 0.27m/año.

Parcela de muestreo permanente N°3. Las variables dasométricas correspondientes a la parcela 3 se dan a conocer en el Anexo 3. El cuadro 5. Ilustra los valores, de las variables dasométricas para el 10% de árboles dominantes y codominantes.

Cuadro 5. Variables dasométricas para árboles dominantes y codominantes de la parcela Permanente 3. En Oropolí, El Paraíso, 2012.

N° de Árbol	dap (cm)	ht (m)	Hc (m)	IMA		g (m ² /árbol)
				dap(cm)	ht(m)	
47	13.50	9.08	5.01	2.70	1.82	0.0143
48	15.50	8.77	4.73	3.10	1.75	0.0189
1	14.40	8.43	5.26	2.88	1.69	0.0163
65	11.50	8.38	5.00	2.30	1.68	0.0104
71	10.50	8.21	5.63	2.10	1.64	0.0087
23	10.10	8.04	4.89	2.02	1.61	0.0080
72	12.00	8.00	5.75	2.40	1.60	0.0113
50	10.20	7.94	4.92	2.04	1.59	0.0082
Media	12.21	8.36	5.15	2.44	1.67	0.0120

diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), altura comercial (hc), incremento medio anual (IMA) en dap y ht, área basimétrica (g).

Tamaño de la parcela 32 x 22(704m²)

El dap promedio de esta parcela fue de 9.72 cm, mientras que el dap promedio de los árboles dominantes y codominantes fue de 12.21 cm lo cual indica que los árboles más altos de la parcela han crecido 2.49 cm más que el promedio de los árboles de la parcela. Igualmente, los árboles dominantes y codominantes sobrepasan en 1.76 m en la altura total al promedios de los árboles de la parcela. A pesar de esta notable diferencia en el crecimiento, en diámetro y altura, las diferencias en IMA son menos pronunciadas. El IMA en dap para los árboles dominantes y codominantes fue de 2.44cm/año y el promedio de los individuos de la parcela fue de 1.94cm/año con una diferencia de 0.50cm/año. El IMA en altura para árboles dominantes y codominantes fue de 1.67m/año y para el promedio de los árboles de la parcela fue de 1.32m/año con una diferencia de 0.35m/año.

Parcela de muestreo permanente N°4. Las variables dasométricas correspondientes a la parcela 4 se incluyen en el Anexo 4. El cuadro 6. Ilustra los valores, de las variables dasométricas para el 10% de árboles dominantes y codominantes

Cuadro 6. Variables dasométricas para árboles dominantes y codominates de la parcela Permanente 4. En Oropolí, El Paraíso, 2012.

N°de Árbol	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	IMA		g (m ² /árbol)
				dap(cm)	ht(m)	
18	10.60	8.28	4.50	2.12	1.66	0.0088
45	10.10	7.38	4.45	2.02	1.48	0.0080
28	11.20	7.17	4.08	2.24	1.43	0.0099
46	9.70	6.97	3.30	1.94	1.39	0.0074
29	9.20	6.96	2.74	1.84	1.39	0.0066
37	7.40	6.84	3.54	1.48	1.37	0.0043
Media	9.70	7.27	3.77	1.94	1.45	0.0075

diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), altura comercial (hc), incremento medio anual (IMA) en dap y ht, área basimétrica (g).

Tamaño de la parcela 30 X 15 (447m²)

El dap promedio de esta parcela fue de 8.19 cm, mientras que el dap promedio de dominantes y codominantes es de 9.70 cm lo cual indica que los árboles más altos de la parcela han crecido 1.51cm más que el promedio de los árboles de la parcela, igualmente los dominantes y codominantes sobrepasan en 1.51m en altura total al promedios de los árboles de la parcela. A pesar de esta marcada diferencia en el crecimiento, en el diámetro y la altura, las variables en IMA son menos pronunciadas. El IMA en dap para los árboles dominantes y codominantes fue de 1.94cm/año y el promedio de los individuos de la parcela fue de 1.64cm/año con una diferencia de 0.30 cm/año. El IMA en altura para los árboles dominantes y codominantes fue de 1.67m/año para el promedio de los árboles de la parcela fue de 1.16 m/año con una diferencia de 0.29 m/año.

Variable dasométricas de los árboles candidatos. Las variables dasométricas para árboles candidatos se proporcionan en el Anexo 5. En el Cuadro 7 se presenta los valores medios para 104 árboles.

Cuadro 7. Valores medios de las variables dasométricas para árboles candidatos. En Oropolí, El Paraíso, 2012.

dap (cm)	ht (m)	Hc (m)	IMA		g (m ² /árbol)
			dap(cm)	ht(m)	
12.17	7.91	5.27	2.32	1.51	0.0116

diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), altura comercial (hc), incremento medio anual (IMA) en dap y ht, área basimétrica (g),

El cuadro 8 presenta el comportamiento de *Khaya senegalensis* bajo diferentes condiciones de sitio y edad.

Cuadro 8. Promedios de incremento medio anual (IMA) en dap y ht, para diferentes sitios de plantación con *K.senegalensis*. En Oropolí, El Paraíso, 2012.

Sitio	Precipitación (mm)	Edad	IMA	
			dap(cm)	ht(m)
Puerto Rico	3,000	23	0.87	0.95
Sudáfrica	1,300	22	0.53	0.37
Zamorano, Honduras	1,091	13	0.98	0.53
Tres Valles, Honduras	750	6	3.00	1.37
Oropolí, Honduras	760.6	5	2.00	1.38

incremento medio anual (IMA), diámetro a la altura del pecho (dap) y altura total (ht)

Los incrementos de la plantación de *Khaya senegalensis* en Oropoli, en dap fue de 1.02 cm/año más que la plantación de Zamorano, 1.47 cm/año más que la de Sudáfrica, 1cm menos que en Tres Valles. En altura la plantación de Oropolí superó en 0.85 m/año, 1.01 m/año y 0.01 m/año respectivamente a las plantaciones en comparación. Un factor importante para estas diferencias en los crecimientos entre los distintos sitios, son los tratamientos aplicados a la masa, los cuales tienen un efecto en la calidad fenotípica de los árboles. Los tratamientos como podas de formación, la fertilización, el raleo como es el caso particular de la plantación de Oropolí permitieron que la especie presente mejores incrementos. Al observar el comportamiento de los árboles se podría deducir que la fuente de semilla y la calidad de los árboles semilleros dieron como resultado individuos con excelentes características. Con estos incrementos la plantación de Oropolí, con turnos de 25 años debería tener árboles en promedio de 50 cm de dap y 34.5 m. En términos de incremento la plantación se encuentra en excelentes condiciones. En la plantación existen diferencias en crecimiento, que se deben posiblemente al tipo de suelo.

4. CONCLUSIONES

- Las condiciones climáticas del Valle de Oropolí, son las apropiadas para el establecimiento y éxito de la especie a nivel de plantaciones a escala comercial. Además *Khaya senegalensis* es una especie resistente al ataque del barrenador de las Meliaceae.
- De manera general la plantación de Oropolí ha demostrado, en términos de adaptabilidad y comportamiento, tener mejores incrementos en dap y altura que las plantaciones establecidas en Zamorano, Puerto Rico y Sudáfrica.
- La plantación de *Khaya senegalensis* de Oropoli en términos de silvicultura, ha sido una plantación bien manejada lo que la convierte en una alternativa ideal para la constitución, a futuro, de un banco de germoplasma y para dar inicio a un estricto programa de mejoramiento genético.
- Los mejores incrementos a nivel de árboles dominantes y codominantes los presentó la parcela permanente uno con IMA en dap y altura total de 2.53 cm/año y 1.81 m/año, respectivamente.

5. RECOMENDACIONES

- Para proporcionar mejor crecimiento de la masa, se recomienda hacer raleos selectivos de árboles suprimidos en crecimiento de altura principalmente, para proporcionar mayor ingreso de luz, aumento del vigor, crecimiento en diámetro de árboles remanentes, estos raleo deberán ser escalonados de baja intensidad esto con el propósito de lograr una densidad adecuada antes del turno económico.
- Ante la falta de información edáfica del sitio se recomienda realizar un estudio de suelos, que permita determinar las propiedades físicas y químicas del mismo.
- Con la instalación de las de las parcelas de muestreo permanente será necesario realizar evaluaciones periódicas para conocer el crecimiento y rendimiento de la especie. Los periodos de evaluación deberán realizarse cada dos o tres años antes del turno final que puede establecerse entre los 20 a 30 años

6. LITERATURA CITADA

Alvarado, D. 2010. Comportamiento y manejo de *Khaya senegalensis* Juss. Zamorano, Honduras. Tesis Ing. Ambiente. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. 64 p

Bokkestih, A. Francis, J. 2000. *Khaya senegalensis* Juss-caoba de zonas secas. Bioecología de árboles nativos y exóticos de Puerto Rico y las Indias Occidentales. 300 p.

Reilly D, Robertson M, Neitzel K, Clark M, Hearnden M.N.2005. Results of Recent Trials of HighValue Hardwood Tree Species in the Northern Territory of Australia. 27 p

Lamprecht H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Trad. por Antonio Carrillo. Eschborn, Republica Federal de Alemania, /GTZ. 335 p.

Vargas, W.2002. Guía ilustrada de las plantas de las montañas del Quindío y los Andes Centrales. Manizales, Colombia. Editorial Universidad de Caldas. 814 p.

Wadsworth, F. 2,000. Producción Forestal para América Tropical. Washington, EE.UU, Departamento de agricultura. 603p.

7. ANEXOS

Anexo 1. Variables dasométricas para árboles de la parcela Permanente 1 en Oropolí, El Paraíso, 2012.

N° árbol	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	IMA		g (m ² /árbol)	G (m ² /ha)
				dap(cm)	ht(m)		
1	10.80	9.79	5.82	2.16	1.96	0.0092	11.6452
2	8.00	7.66	4.04	1.60	1.53	0.0050	
3	11.50	8.21	4.26	2.30	1.64	0.0104	
4	14.00	8.17	5.82	2.80	1.63	0.0154	
5	12.40	7.00	3.60	2.48	1.40	0.0121	
6	10.00	8.14	5.32	2.00	1.63	0.0079	
7	5.50	5.15	2.91	1.10	1.03	0.0024	
8	10.00	6.84	4.16	2.00	1.37	0.0079	
9	14.50	8.91	4.97	2.90	1.78	0.0165	
10	12.30	8.41	4.18	2.46	1.68	0.0119	
11	10.50	8.75	4.95	2.10	1.75	0.0087	
12	11.40	7.35	4.44	2.28	1.47	0.0102	
13	12.60	7.65	3.88	2.52	1.53	0.0125	
14	14.70	7.86	4.09	2.94	1.57	0.0170	
15	13.20	7.22	3.38	2.64	1.44	0.0137	
16	12.70	7.80	4.90	2.54	1.56	0.0127	
17	10.60	5.74	3.22	2.12	1.15	0.0088	
18	12.70	8.97	4.83	2.54	1.79	0.0127	
19	13.60	8.65	4.75	2.72	1.73	0.0145	
20	10.50	7.92	5.41	2.10	1.58	0.0087	
21	11.60	6.89	4.17	2.32	1.38	0.0106	
22	11.60	6.94	4.59	2.32	1.39	0.0106	
23	8.40	5.38	3.29	1.68	1.08	0.0055	
24	9.70	7.17	4.23	1.94	1.43	0.0074	
25	10.90	7.34	4.93	2.18	1.47	0.0093	
26	10.30	7.68	4.51	2.06	1.54	0.0083	
27	12.00	8.38	7.79	2.40	1.68	0.0113	

Continuación Anexo 1

28	10.70	7.45	4.93	2.14	1.49	0.0090
29	12.20	8.15	5.52	2.44	1.63	0.0117
30	14.50	8.93	5.44	2.90	1.79	0.0165
31	8.70	6.96	4.97	1.74	1.39	0.0059
32	12.90	8.34	4.94	2.58	1.67	0.0131
33	12.20	5.53	4.27	2.44	1.11	0.0117
34	10.90	7.81	4.63	2.18	1.56	0.0093
35	8.60	5.26	3.19	1.72	1.05	0.0058
36	10.00	7.63	3.96	2.00	1.53	0.0079
37	10.70	6.64	4.33	2.14	1.33	0.0090
38	7.50	5.88	2.80	1.50	1.18	0.0044
39	13.10	7.47	4.76	2.62	1.49	0.0135
40	12.50	7.37	4.36	2.50	1.47	0.0123
41	14.70	7.95	4.97	2.94	1.59	0.0170
42	10.00	7.73	5.59	2.00	1.55	0.0079
43	11.90	7.00	3.69	2.38	1.40	0.0111
44	6.30	4.90	3.18	1.26	0.98	0.0031
45	13.30	8.45	4.90	2.66	1.69	0.0139
46	9.70	7.97	5.85	1.94	1.59	0.0074
47	11.50	7.40	5.32	2.30	1.48	0.0104
48	10.80	8.22	7.32	2.16	1.64	0.0092
49	12.50	7.95	6.13	2.50	1.59	0.0123
50	11.20	7.75	4.88	2.24	1.55	0.0099
51	9.70	6.66	4.84	1.94	1.33	0.0074
52	9.20	3.20	5.55	1.84	0.64	0.0066
53	9.90	6.00	4.44	1.98	1.20	0.0077
54	10.70	6.65	4.25	2.14	1.33	0.0090
55	13.90	7.80	5.56	2.78	1.56	0.0152
56	11.80	8.09	5.35	2.36	1.62	0.0109
57	12.00	7.93	4.13	2.40	1.59	0.0113
58	12.40	8.66	4.92	2.48	1.73	0.0121
59	9.20	7.96	4.72	1.84	1.59	0.0066
60	14.70	8.30	5.55	2.94	1.66	0.0170
61	13.30	8.98	5.45	2.66	1.80	0.0139
62	11.30	6.79	4.38	2.26	1.36	0.0100
63	12.30	7.34	4.35	2.46	1.47	0.0119
64	7.50	6.08	4.67	1.50	1.22	0.0044

Continuación Anexo 1

65	13.10	7.46	3.75	2.62	1.49	0.0135
66	11.50	6.78	3.55	2.30	1.36	0.0104
67	11.80	7.69	4.23	2.36	1.54	0.0109
68	12.20	7.11	4.12	2.44	1.42	0.0117
69	9.10	7.36	4.09	1.82	1.47	0.0065
70	13.00	7.75	5.30	2.60	1.55	0.0133
71	10.70	8.04	5.25	2.14	1.61	0.0090
72	10.50	7.80	4.48	2.10	1.56	0.0087
73	7.00	7.17	4.66	1.40	1.43	0.0038
74	10.30	6.75	4.78	2.06	1.35	0.0083
75	8.90	6.25	4.37	1.78	1.25	0.0062
76	11.70	7.42	3.79	2.34	1.48	0.0108
77	14.50	8.41	5.45	2.90	1.68	0.0165
78	12.10	9.30	7.30	2.42	1.86	0.0115
79	12.70	7.86	4.87	2.54	1.57	0.0127
80	10.40	6.35	3.43	2.08	1.27	0.0085
Media	11.25	7.43	4.67	2.25	1.49	0.0102

Tamaño de la parcela 32 x 22(704m²)

Número de árboles/ha 1136 árboles/ha

Anexo 2. Variables dasométricas para árboles de la parcela permanente 2en Oropolí, El Paraíso, 2012.

° árbol	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	IMA		g (m ² /árbol)	G (m ² /ha)
				dap(cm)	ht(m)		
1	10.00	7.38	4.78	2.00	1.48	0.0079	10.4696
2	12.00	8.03	6.68	2.40	1.61	0.0113	
3	11.00	8.17	5.21	2.20	1.63	0.0095	
4	7.80	6.91	4.44	1.56	1.38	0.0048	
5	8.50	6.78	3.33	1.70	1.36	0.0057	
6	12.00	8.24	6.33	2.40	1.65	0.0113	
7	11.00	6.74	4.86	2.20	1.35	0.0095	
8	9.00	7.58	5.38	1.80	1.52	0.0064	
9	7.00	4.74	2.89	1.40	0.95	0.0038	
10	14.50	9.09	5.14	2.90	1.82	0.0165	
11	10.50	8.77	5.84	2.10	1.75	0.0087	

Continuación Anexo 2

12	12.50	8.32	4.65	2.50	1.66	0.0123
13	13.00	8.44	4.97	2.60	1.69	0.0133
14	12.00	7.45	5.53	2.40	1.49	0.0113
15	12.00	7.96	4.69	2.40	1.59	0.0113
16	10.00	8.13	5.37	2.00	1.63	0.0079
17	11.80	7.08	4.71	2.36	1.42	0.0109
18	9.60	6.65	4.19	1.92	1.33	0.0072
19	10.00	8.11	5.42	2.00	1.62	0.0079
20	11.50	7.14	5.31	2.30	1.43	0.0104
21	11.00	8.47	5.30	2.20	1.69	0.0095
22	11.70	7.63	5.25	2.34	1.53	0.0108
23	11.40	8.71	5.92	2.28	1.74	0.0102
24	13.00	8.55	5.81	2.60	1.71	0.0133
25	12.30	7.98	4.99	2.46	1.60	0.0119
26	10.00	8.46	5.92	2.00	1.69	0.0079
27	10.60	9.58	6.10	2.12	1.92	0.0088
28	11.00	7.38	4.09	2.20	1.48	0.0095
29	8.00	5.51	3.45	1.60	1.10	0.0050
30	12.30	7.73	4.23	2.46	1.55	0.0119
31	12.00	8.83	5.30	2.40	1.77	0.0113
32	9.00	7.54	4.67	1.80	1.51	0.0064
33	11.50	7.75	4.98	2.30	1.55	0.0104
34	13.70	8.39	4.61	2.74	1.68	0.0147
35	13.50	9.30	5.34	2.70	1.86	0.0143
36	12.30	8.04	3.98	2.46	1.61	0.0119
37	11.30	8.32	5.35	2.26	1.66	0.0100
38	10.00	7.43	4.82	2.00	1.49	0.0079
39	11.00	7.43	5.52	2.20	1.49	0.0095
40	6.30	5.97	3.91	1.26	1.19	0.0031
41	6.60	6.01	3.07	1.32	1.20	0.0034
42	10.30	8.35	5.74	2.06	1.67	0.0083
43	10.50	8.83	6.02	2.10	1.77	0.0087
44	7.50	5.66	3.54	1.50	1.13	0.0044
45	13.40	8.63	4.55	2.68	1.73	0.0141
46	12.30	8.36	5.31	2.46	1.67	0.0119
47	11.30	8.67	5.05	2.26	1.73	0.0100
48	10.00	7.26	4.59	2.00	1.45	0.0079

Continuación Anexo 2

49	12.00	7.93	4.43	2.40	1.59	0.0113
50	6.30	6.13	3.35	1.26	1.23	0.0031
51	9.00	7.56	4.10	1.80	1.51	0.0064
52	11.50	8.82	4.18	2.30	1.76	0.0104
53	10.00	7.10	5.33	2.00	1.42	0.0079
54	8.20	5.77	3.34	1.64	1.15	0.0053
55	12.00	7.94	4.80	2.40	1.59	0.0113
56	13.00	8.38	4.41	2.60	1.68	0.0133
57	11.70	6.89	4.81	2.34	1.38	0.0108
58	9.80	7.03	4.07	1.96	1.41	0.0075
59	10.50	7.77	4.79	2.10	1.55	0.0087
60	9.90	6.67	4.23	1.98	1.33	0.0077
61	10.00	7.74	4.33	2.00	1.55	0.0079
62	11.00	7.28	4.08	2.20	1.46	0.0095
63	12.00	8.84	5.19	2.40	1.77	0.0113
64	10.00	7.77	5.38	2.00	1.55	0.0079
65	15.50	9.00	4.85	3.10	1.80	0.0189
66	8.50	6.68	4.22	1.70	1.34	0.0057
67	10.40	7.93	4.76	2.08	1.59	0.0085
68	13.30	8.33	5.31	2.66	1.67	0.0139
69	9.00	6.71	3.96	1.80	1.34	0.0064
70	12.30	7.48	4.05	2.46	1.50	0.0119
71	11.00	6.65	4.13	2.20	1.33	0.0095
72	8.00	6.31	3.84	1.60	1.26	0.0050
73	11.50	8.33	4.70	2.30	1.67	0.0104
74	9.40	6.71	3.84	1.88	1.34	0.0069
75	12.00	8.35	4.86	2.40	1.67	0.0113
76	11.70	8.27	4.87	2.34	1.65	0.0108
77	14.00	8.54	4.93	2.80	1.71	0.0154
78	10.00	8.92	6.69	2.00	1.78	0.0079
Medias	10.81	7.70	4.78	2.16	1.54	0.0094

Tamaño de la parcela 32 x 22(704m²)

Número de árboles/ha (N) 1107 árboles/ha

Anexo 3. Variables dasométricas para árboles de la parcela permanente 32 en Oropolí, El Paraíso, 2012.

N° árbol	dap (cm)	ht (m)	Hc (m)	IMA		g (m ² /árbol)	G (m ² /ha)
				dap(cm)	ht(m)		
1	14.40	8.43	5.26	2.88	1.69	0.0163	8.0852
2	11.50	6.79	4.46	2.30	1.36	0.0104	
3	9.90	5.88	3.57	1.98	1.18	0.0077	
4	7.40	5.46	2.98	1.48	1.09	0.0043	
5	10.10	6.29	3.67	2.02	1.26	0.0080	
6	12.80	7.48	5.14	2.56	1.50	0.0129	
7	7.50	4.84	3.96	1.50	0.97	0.0044	
8	11.00	6.35	4.35	2.20	1.27	0.0095	
9	7.40	4.98	3.51	1.48	1.00	0.0043	
10	8.60	6.09	3.95	1.72	1.22	0.0058	
11	9.10	7.14	5.37	1.82	1.43	0.0065	
12	10.10	7.09	4.76	2.02	1.42	0.0080	
13	8.90	7.18	4.99	1.78	1.44	0.0062	
14	8.60	6.67	4.29	1.72	1.33	0.0058	
15	8.60	5.44	3.84	1.72	1.09	0.0058	
16	7.30	5.58	4.02	1.46	1.12	0.0042	
17	11.00	7.09	4.82	2.20	1.42	0.0095	
18	10.50	7.07	5.00	2.10	1.41	0.0087	
19	9.00	7.75	4.94	1.80	1.55	0.0064	
20	8.20	5.91	3.67	1.64	1.18	0.0053	
21	10.10	7.18	4.03	2.02	1.44	0.0080	
22	15.10	7.64	4.67	3.02	1.53	0.0179	
23	10.10	8.04	4.89	2.02	1.61	0.0080	
24	13.40	7.59	4.29	2.68	1.52	0.0141	
25	13.80	7.92	5.05	2.76	1.58	0.0150	
26	13.00	7.86	4.46	2.60	1.57	0.0133	
27	10.40	7.12	5.38	2.08	1.42	0.0085	
28	11.60	6.94	3.80	2.32	1.39	0.0106	
29	10.00	5.58	4.61	2.00	1.12	0.0079	
30	9.60	6.57	3.38	1.92	1.31	0.0072	
31	8.40	6.64	3.97	1.68	1.33	0.0055	
32	9.30	7.01	4.75	1.86	1.40	0.0068	
33	6.90	7.77	4.83	1.38	1.55	0.0037	

Continuación Anexo 3

34	8.00	5.56	3.61	1.60	1.11	0.0050
35	7.20	5.36	2.96	1.44	1.07	0.0041
36	8.50	6.47	4.18	1.70	1.29	0.0057
37	7.10	5.11	3.43	1.42	1.02	0.0040
38	6.30	5.05	2.58	1.26	1.01	0.0031
39	7.00	5.06	3.09	1.40	1.01	0.0038
40	7.30	5.05	3.32	1.46	1.01	0.0042
41	8.70	7.01	4.48	1.74	1.40	0.0059
42	11.50	7.14	4.98	2.30	1.43	0.0104
43	13.00	7.13	5.63	2.60	1.43	0.0133
44	9.00	6.38	4.11	1.80	1.28	0.0064
45	11.50	7.09	4.24	2.30	1.42	0.0104
46	12.60	7.26	4.67	2.52	1.45	0.0125
47	13.50	9.08	5.01	2.70	1.82	0.0143
48	15.50	8.77	4.73	3.10	1.75	0.0189
49	10.00	6.55	5.18	2.00	1.31	0.0079
50	10.20	7.94	4.92	2.04	1.59	0.0082
51	11.00	7.11	4.87	2.20	1.42	0.0095
52	10.00	6.13	4.72	2.00	1.23	0.0079
53	8.90	5.25	3.33	1.78	1.05	0.0062
54	10.00	6.65	4.15	2.00	1.33	0.0079
55	10.00	5.73	4.17	2.00	1.15	0.0079
56	10.30	6.98	4.67	2.06	1.40	0.0083
57	6.80	4.93	2.90	1.36	0.99	0.0036
58	8.70	6.03	4.14	1.74	1.21	0.0059
59	9.20	6.62	4.36	1.84	1.32	0.0066
60	10.60	7.94	4.40	2.12	1.59	0.0088
61	7.00	4.70	2.85	1.40	0.94	0.0038
62	4.50	4.08	3.00	0.90	0.82	0.0016
63	6.20	4.28	2.10	1.24	0.86	0.0030
64	6.20	4.08	2.12	1.24	0.82	0.0030
65	11.50	8.38	5.00	2.30	1.68	0.0104
66	9.50	7.27	4.88	1.90	1.45	0.0071
67	9.30	6.55	5.13	1.86	1.31	0.0068
68	10.00	5.97	4.14	2.00	1.19	0.0079
69	10.20	7.33	5.38	2.04	1.47	0.0082
70	7.80	7.27	5.17	1.56	1.45	0.0048
71	10.50	8.21	5.63	2.10	1.64	0.0087
72	12.00	8.00	5.75	2.40	1.60	0.0113
73	8.50	7.11	4.94	1.70	1.42	0.0057
Medias	9.72	6.60	4.30	1.94	1.32	0.0078

Tamaño de la parcela 32 x 22(704m²)

Número de árboles/ha (N) 1036 árboles/ha

Anexo 4. Variables dasométricas para los árboles de la parcela Permanente 4 en Oropolí, El Paraíso, 2012.

N° árbol	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	IMA		g (m ² /árbol)	G (m ² /ha)
				dap(cm)	ht(m)		
1	9.00	6.30	3.78	1.80	1.26	0.0064	7.3861
2	10.20	5.82	3.76	2.04	1.16	0.0082	
3	9.60	5.71	3.23	1.92	1.14	0.0072	
4	8.00	6.04	4.09	1.60	1.21	0.0050	
5	9.80	6.03	4.13	1.96	1.21	0.0075	
6	10.90	6.37	4.16	2.18	1.27	0.0093	
7	8.10	5.43	3.58	1.62	1.09	0.0052	
8	7.50	5.56	3.80	1.50	1.11	0.0044	
9	7.40	5.00	3.43	1.48	1.00	0.0043	
10	7.70	6.07	3.81	1.54	1.21	0.0047	
11	9.80	6.68	4.35	1.96	1.34	0.0075	
12	7.20	4.15	3.50	1.44	0.83	0.0041	
13	4.60	4.10	2.26	0.92	0.82	0.0017	
14	4.80	4.21	2.17	0.96	0.84	0.0018	
15	8.40	5.83	3.52	1.68	1.17	0.0055	
16	9.20	6.63	4.10	1.84	1.33	0.0066	
17	8.80	5.32	2.91	1.76	1.06	0.0061	
18	10.60	8.28	4.50	2.12	1.66	0.0088	
19	7.60	5.32	3.15	1.52	1.06	0.0045	
20	8.50	5.68	3.71	1.70	1.14	0.0057	
21	5.80	4.09	2.90	1.16	0.82	0.0026	
22	6.30	5.71	3.66	1.26	1.14	0.0031	
23	7.00	4.88	3.27	1.40	0.98	0.0038	
24	7.80	5.74	3.57	1.56	1.15	0.0048	
25	9.00	6.60	3.66	1.80	1.32	0.0064	
26	9.10	6.80	4.03	1.82	1.36	0.0065	
27	10.00	6.42	4.29	2.00	1.28	0.0079	
28	11.20	7.17	4.08	2.24	1.43	0.0099	
29	9.20	6.96	2.74	1.84	1.39	0.0066	
30	11.20	6.05	3.13	2.24	1.21	0.0099	
31	8.90	5.32	3.80	1.78	1.06	0.0062	
32	5.50	4.42	3.20	1.10	0.88	0.0024	

Continuación Anexo 4

33	9.50	5.88	3.16	1.90	1.18	0.0071
34	3.50	4.15	2.47	0.70	0.83	0.0010
35	8.00	5.76	3.32	1.60	1.15	0.0050
36	5.20	5.83	3.38	1.04	1.17	0.0021
37	7.40	6.84	3.54	1.48	1.37	0.0043
38	7.10	5.10	3.71	1.42	1.02	0.0040
39	5.10	4.23	1.90	1.02	0.85	0.0020
40	10.00	6.02	3.56	2.00	1.20	0.0079
41	9.00	6.02	3.16	1.80	1.20	0.0064
42	8.50	6.22	4.35	1.70	1.24	0.0057
43	7.00	5.35	3.01	1.40	1.07	0.0038
44	9.00	6.42	3.25	1.80	1.28	0.0064
45	10.10	7.38	4.45	2.02	1.48	0.0080
46	9.70	6.97	3.30	1.94	1.39	0.0074
47	7.60	5.30	3.40	1.52	1.06	0.0045
48	5.40	5.58	3.25	1.08	1.12	0.0023
49	10.40	6.30	3.70	2.08	1.26	0.0085
50	6.10	3.93	2.57	1.22	0.79	0.0029
51	7.90	5.26	2.75	1.58	1.05	0.0049
52	9.40	6.59	3.82	1.88	1.32	0.0069
53	9.30	6.47	3.99	1.86	1.29	0.0068
54	8.90	6.07	3.42	1.78	1.21	0.0062
55	7.90	5.71	3.85	1.58	1.14	0.0049
56	7.90	5.32	3.09	1.58	1.06	0.0049
57	10.60	5.90	3.47	2.12	1.18	0.0088
58	6.50	5.59	3.55	1.30	1.12	0.0033
59	7.00	5.60	3.18	1.40	1.12	0.0038
60	8.70	6.42	4.03	1.74	1.28	0.0059
Media	8.19	5.78	3.48	1.64	1.16	0.0055

Tamaño de la parcela 30 x 15 (450m²)

Número de árboles/ha (N) 1333 árboles/ha

Anexo 5. Variables dasométricas para árboles candidatos 2en Oropolí,
El Paraíso, 2012.

N° árbol	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	IMA		g (m ² /árbol)
				dap(cm)	ht(m)	
1	11.70	7.85	5.46	2.34	1.57	0.0108
2	10.00	7.03	5.02	2.00	1.41	0.0079
3	10.50	6.96	4.30	2.10	1.39	0.0087
4	13.40	10.20	6.32	2.68	2.04	0.0141
5	11.00	7.85	4.93	2.20	1.57	0.0095
6	11.00	7.20	4.70	2.20	1.44	0.0095
7	10.40	6.95	4.72	2.08	1.39	0.0085
8	11.60	7.90	5.00	2.32	1.58	0.0106
9	13.50	8.76	4.55	2.70	1.75	0.0143
10	9.50	7.50	5.00	1.90	1.50	0.0071
11	12.80	9.00	5.32	2.56	1.80	0.0129
12	9.50	8.14	5.26	1.90	1.63	0.0071
13	14.30	8.24	5.89	2.86	1.65	0.0161
14	9.60	7.42	5.04	1.92	1.48	0.0072
15	11.20	7.80	5.00	2.24	1.56	0.0099
16	15.50	8.06	4.93	3.10	1.61	0.0189
17	13.10	8.16	5.59	2.62	1.63	0.0135
18	9.90	8.58	4.57	1.98	1.72	0.0077
19	12.90	7.78	5.30	2.58	1.56	0.0131
20	11.40	7.25	5.30	2.28	1.45	0.0102
21	9.30	7.32	5.32	1.86	1.46	0.0068
23	10.70	8.54	5.55	2.14	1.71	0.0090
24	14.30	9.12	5.25	2.86	1.82	0.0161
25	12.30	9.75	7.28	2.46	1.95	0.0119
26	8.20	7.00	4.20	1.64	1.40	0.0053
27	11.20	7.86	4.00	2.24	1.57	0.0099
28	9.50	8.23	4.97	1.90	1.65	0.0071
29	9.90	7.00	4.09	1.98	1.40	0.0077
30	11.70	7.50	5.33	2.34	1.50	0.0108
31	11.60	7.94	5.78	2.32	1.59	0.0106
32	13.40	8.17	5.34	2.68	1.63	0.0141
33	15.50	8.39	5.34	3.10	1.68	0.0189

Continuación Anexo 5

34	12.50	8.54	5.10	2.50	1.71	0.0123
35	14.00	8.20	4.80	2.80	1.64	0.0154
36	10.00	7.82	4.75	2.00	1.56	0.0079
38	12.00	7.95	5.30	2.40	1.59	0.0113
39	12.00	8.47	5.95	2.40	1.69	0.0113
40	14.40	9.82	6.97	2.88	1.96	0.0163
41	15.10	8.76	4.89	3.02	1.75	0.0179
42	1.10	8.08	5.46	0.22	1.62	0.0001
43	14.00	7.86	5.17	2.80	1.57	0.0154
44	10.40	8.40	5.75	2.08	1.68	0.0085
45	11.00	6.64	5.04	2.20	1.33	0.0095
46	9.30	6.62	4.24	1.86	1.32	0.0068
47	15.00	7.11	4.80	3.00	1.42	0.0177
48	11.00	7.12	4.84	2.20	1.42	0.0095
49	13.40	7.68	5.49	2.68	1.54	0.0141
50	13.00	7.74	4.88	2.60	1.55	0.0133
51	1.00	7.80	5.00	0.20	1.56	0.0001
52	14.30	7.81	5.15	2.86	1.56	0.0161
53	12.00	8.17	5.70	2.40	1.63	0.0113
54	13.00	7.93	4.98	2.60	1.59	0.0133
55	14.00	9.33	6.50	2.80	1.87	0.0154
56	12.30	7.66	5.44	2.46	1.53	0.0119
57	11.70	7.28	5.38	2.34	1.46	0.0108
58	14.00	7.74	4.85	2.80	1.55	0.0154
59	12.00	7.59	4.90	2.40	1.52	0.0113
60	12.00	6.96	4.84	2.40	1.39	0.0113
61	10.00	7.57	5.20	2.00	1.51	0.0079
62	12.00	6.24	4.33	2.40	1.25	0.0113
63	13.40	9.10	5.85	2.68	1.82	0.0141
64	9.50	7.00	4.82	1.90	1.40	0.0071
65	19.00	8.84	5.33	3.80	1.77	0.0284
66	12.00	7.10	5.06	2.40	1.42	0.0113
67	10.00	7.51	5.32	2.00	1.50	0.0079
69	12.00	7.23	5.48	2.40	1.45	0.0113
70	14.50	8.65	5.38	2.90	1.73	0.0165
72	12.00	7.75	4.57	2.40	1.55	0.0113
73	12.00	7.85	5.33	2.40	1.57	0.0113

Continuación Anexo 5

74	16.00	8.81	6.03	3.20	1.76	0.0201
75	11.00	8.53	5.32	2.20	1.71	0.0095
76	14.00	7.86	5.83	2.80	1.57	0.0154
77	13.00	8.40	5.80	2.60	1.68	0.0133
78	19.50	8.76	5.45	3.90	1.75	0.0299
79	13.00	7.94	5.38	2.60	1.59	0.0133
80	14.00	7.66	5.31	2.80	1.53	0.0154
81	13.00	8.29	6.54	2.60	1.66	0.0133
82	16.00	8.12	5.32	3.20	1.62	0.0201
83	13.40	9.38	6.59	2.68	1.88	0.0141
84	12.00	7.86	5.34	2.40	1.57	0.0113
85	19.00	9.22	5.95	3.80	1.84	0.0284
86	11.00	8.66	6.11	2.20	1.73	0.0095
87	15.00	8.75	6.50	3.00	1.75	0.0177
88	11.00	8.96	5.95	2.20	1.79	0.0095
89	15.50	8.58	5.53	3.10	1.72	0.0189
90	14.50	8.10	5.84	2.90	1.62	0.0165
91	11.30	7.33	5.20	2.26	1.47	0.0100
92	13.00	6.10	4.50	2.60	1.22	0.0133
93	11.00	6.15	4.42	2.20	1.23	0.0095
94	8.50	7.36	5.52	1.70	1.47	0.0057
96	14.80	7.76	5.05	2.96	1.55	0.0172
97	10.50	8.08	5.00	2.10	1.62	0.0087
98	12.00	6.53	4.69	2.40	1.31	0.0113
99	13.00	10.19	7.49	2.60	2.04	0.0133
100	15.50	8.78	5.63	3.10	1.76	0.0189
101	13.00	7.43	5.43	2.60	1.49	0.0133
102	12.00	7.58	5.58	2.40	1.52	0.0113
103	9.00	5.39	3.54	1.80	1.08	0.0064
104	9.00	5.60	3.25	1.80	1.12	0.0064
Media	12.17	7.91	5.27	2.43	1.58	0.0122

Anexo 6. Plano y numeración de árboles de la parcela permanente (PMP) 1 en Oropolí, El Paraíso, 2012.
Total de árboles: 79
Área total 32 x 22 m (704 m²) 3

N

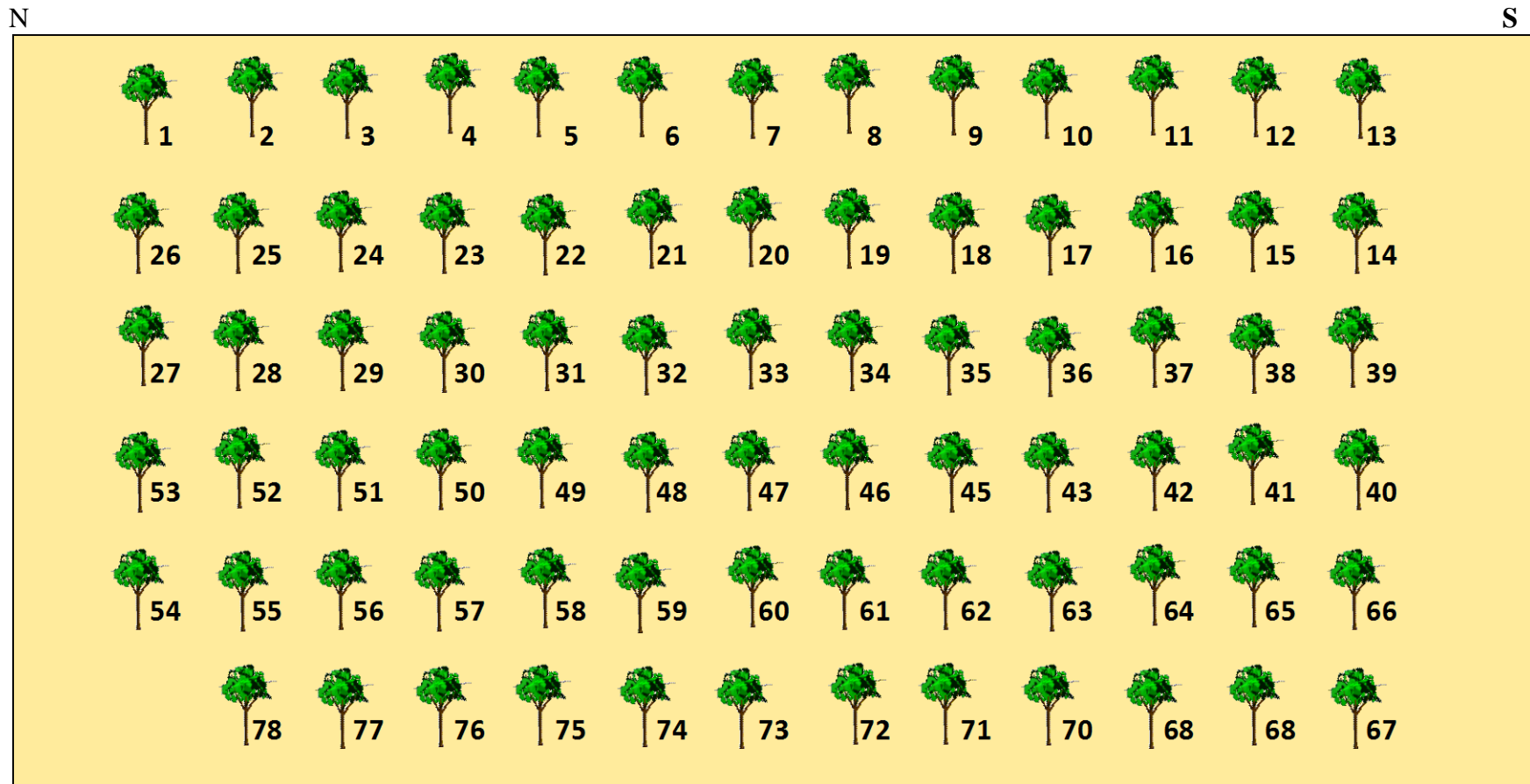
S



Anexo 7. Plano y numeración de los árboles de la parcela permanente (PMP) 2. en Oropolí, El Paraíso, 2012.

Total de árboles 78

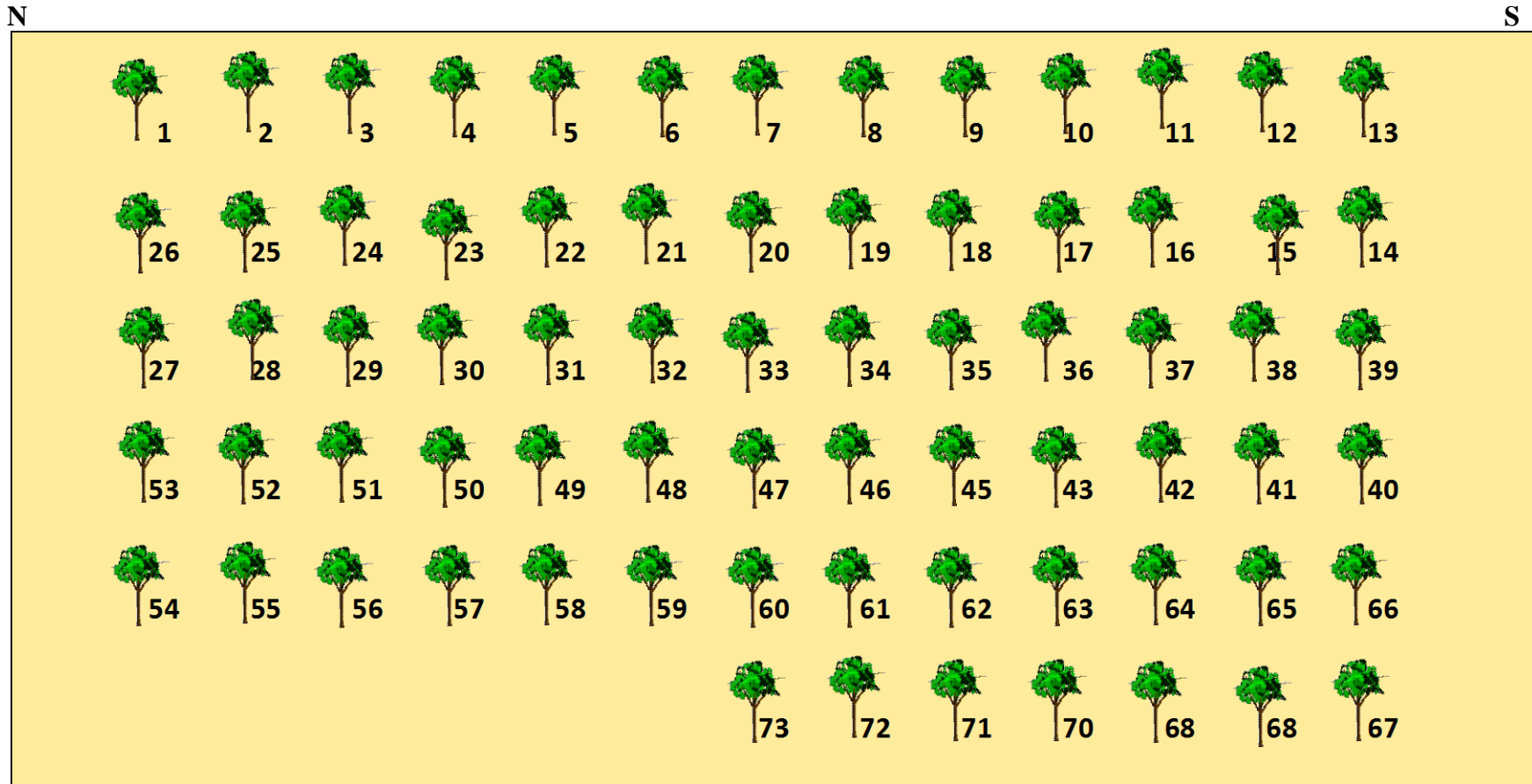
Área total 32 x 22 m (704 m²)



Anexo 8. Plano y numeración de árboles de la parcela permanente (PMP) 3 en Oropolí, El Paraíso, 2012.

Total de árboles 73

Área total 32 x 22 m (704 m²)



Anexo 9. Plano y numeración de árboles de la parcela permanente (PMP) 4 en Oropolí, El Paraíso, 2012.

Total de árboles 60

Área total 30 x15 m (450 m²)

