

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



DENSIDAD, ESTRUCTURA POBLACIONAL Y REPRODUCCIÓN DE ***Cedrela salvadorensis*** *Stand* "CEDRO REAL" EN EL ÁREA PROTEGIDA BOSQUE DE CINQUERA

PRESENTADO POR:

MANUEL DE JESÚS MEDINA AMAYA MA96024

SAMUEL ALFREDO ORELLANA TOBAR OT08004

TESIS SOMETIDA PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES CONTINENTALES

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2013

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA



DENSIDAD, ESTRUCTURA POBLACIONAL Y REPRODUCCIÓN DE *Cedrela salvadorensis* Stand "CEDRO REAL" EN EL ÁREA PROTEGIDA BOSQUE DE CINQUERA

PRESENTADO POR:

MANUEL DE JESÚS MEDINA AMAYA MA96024

SAMUEL ALFREDO ORELLANA TOBAR OT08004

TESIS SOMETIDA PARA OPTAR AL GRADO DE MAESTRO EN MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES CONTINENTALES

ASESOR:

M. Sc. RENE FRANCISCO VÁSQUEZ

CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2013

AUTORIDADES

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

Ing. MARIO ROBERTO NIETO LOVO

RECTOR

Dra. ANA LETICIA DE AMAYA

SECRETARIA GENERAL

Lic. FRANCISCO CRUZ LETONA

FISCAL GENERAL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

M. Sc. MARTÍN ENRIQUE GUERRA CÁCERES

DECANO

Lic. RODOLFO MENJÍVAR

DIRECTOR DE ESCUELA DE BIOLOGÍA

HOJA DE FIRMAS

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma y aprobada como requisito para optar por el grado de:

Maestro En Manejo Sustentable De Los Recursos Naturales Continentales

FIRMANTES:

M. Sc. RENÉ FRANCISCO VÁSQUEZ
ASESOR

M. Sc. NOHEMY ELIZABETH VENTURA CENTENO
MIEMBRO DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

M. Sc. LASTENIA HELVECIA DE FLINT
MIEMBRO DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

M. Sc. MARTA NOEMI MARTÍNEZ
COORDINADORA MAESTRIAS

Lic. RODOLFO FERNANDO MENJÍVAR
DIRECTOR ESCUELA DE BIOLOGIA

AGRADECIMIENTOS

- A la Asociación de Reconstrucción y Desarrollo Municipal (ARDM), por brindarnos la oportunidad de realizar el estudio en el Área Natural Protegida Bosque de Cinquera.
- A los Guarda Recursos del Área Natural Protegida Bosque de Cinquera Rafael Hernández Alvarenga, Claudia Raquel Recinos Rivera, José Dimas Aguilar y Eva María Funes por su inestimable apoyo en la realización del trabajo de campo.
- Al Ingeniero René Vásquez, por su valioso aporte como asesor.
- Al Ingeniero Alex Zelada Peña y a los señores Samuel Guerra Campos y Alfredo Flores Chacón del Centro Nacional de Desarrollo Forestal (CEDEFOR), por su apoyo para la fase de cosecha de frutos.
- Al Ingeniero Hugo Zambrana, por el aporte de ideas para la realización del presente trabajo.
- Al Ingeniero Juan Rosa, decano de la Facultad de Ciencias Agronómicas, de la Universidad de El Salvador, por el apoyo en los análisis de muestras de suelos, realizadas en el laboratorio de suelo de dicha facultad.
- A los Ingenieros Douglas Romero, José Orlando Argueta Lazo y Leonel Letona por el apoyo brindado.
- Al Licenciado Jorge Sayes, profesor de la Universidad de El Salvador, por el aporte de algunas ideas en el estudio y la facilitación de equipo para toma de datos en campo.

ÍNDICE CONTENIDOS.

Contenido	Página N°
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	2
III. OBJETIVOS.....	5
3.1 Objetivo General.....	5
3.2 Objetivos Específicos	5
IV. HIPÓTESIS.....	6
4.1 Hipótesis alternas	6
4.2 Hipótesis nulas	6
V. FUNDAMENTO TEÓRICO	7
5.1 Estructura poblacional.....	7
5.2 Producción de frutos y semillas.....	8
5.3 Dispersión, germinación y regeneración.	10
5.4 Relación factores edáficos planta.	12
5.5 Descripción botánica de C. salvadorensis	13
5.5.1 Familia Meliaceae (Juss).....	13
5.5.2 Género Cedrela (P. Browne)	13
5.5.3 Especie C. salvadorensis	14
5.6 Distribución y hábitat	15
5.7 Floración y fructificación.	15
5.8 Requerimientos ecológicos.	16
VI. METODOLOGÍA	17
6.1 Descripción del Área de Estudio	17
6.1.1 Ubicación Geográfica	17
6.1.2 Área Boscosa	17
6.1.3 Clasificación del Bosque de Cinquera.....	18
6.1.4 Hidrografía.....	18
6.1.5 Geomorfología.....	19

Contenido	Página N°
6.1.6 Tipo de Suelo	19
6.1.7 Clasificación Agrológica.	19
6.1.8 Clima.....	20
6.1.9 Rasgos socioculturales.....	21
6.2 Etapadescriptiva de la investigación	21
6.2.1 Unidades de análisis.	21
6.2.2 Diseño de muestreo.	21
6.2.3 Toma de datos de los individuos de C. salvadorensis	23
6.2.4 Colecta y medición de variables para frutos y semillas	23
6.2.5 Toma de muestras y datos de variables edáficas en los sitios donde ocurre C. salvadorensis	26
6.3 Etapa experimental de la investigación.....	29
6.3.1 Diseño experimental.....	29
6.3.2 Montaje del ensayo de germinación.....	30
6.3.3 Evaluación de los índices de esbeltez y calidad de Dickson	32
6.3.4 Procesamiento y análisis de datos.....	32
VII. RESULTADOS	34
7.1 Población de C. salvadorensis	34
7.2 Estructuradela población de C. salvadorensis	35
7.2.1 Estructura horizontal.....	35
7.2.2 Estructura vertical.....	36
7.3 Producción de frutos.....	37
7.3.1 Producción de frutos por clase diamétrica	37
7.3.2 Producción de frutos por clase de altura.....	39
7.4 Caracteres biométricos y peso de los frutos de C. salvadorensis	40
7.5 Producción de Semillas	42
7.5.1 Producción de semillas por clase diamétrica	42
7.5.2 Número de semillas por fruto	43
7.5.3 Producción de semillas en relación al peso	46

Contenido	Página N°
7.6 Caracteres biométricos y peso de las semillas de C. salvadorensis	47
7.7 Correlaciones entre DAP, altura, caracteres biométricos de frutos y semillas, y fertilidad del suelo	48
7.7.1 Correlación entre DAP de los individuos de C. salvadorensis y producción de frutos	48
7.7.2 Correlación entre altura de los individuos de C. salvadorensis y producción	49
7.7.3 Relación entre peso de frutos y el número de semillas	50
7.7.4 Relación entre el largo y ancho promedio de los frutos y la producción promedio de semillas por fruto	50
7.7.5 Relación producción de frutos, nutrientes y pH del suelo	51
7.8 Germinación de C. salvadorensis en dos ambientes lumínicos	52
7.9 Calidad de las plántulas de C. salvadorensis en dos ambientes lumínicos	55
7.9.1 Medición de altura, diámetro y peso seco en plántulas de C. salvadorensis	55
7.9.2 Índice de esbeltez e índice de calidad de Dickson	56
7.10 Características físicas, químicas y fisiográficas del suelo.	57
7.10.1 Características físicas: Profundidad efectiva, estructura, textura y color.	57
7.10.2 Composición química del suelo	60
7.10.3 Características fisiográficas	66
VIII. DISCUSIÓN	68
8.1 Población de <i>C. salvadorensis</i>	68
8.2 Estructura horizontal	68
8.3 Estructura vertical	69
8.4 Producción de frutos y semillas	70
8.5 Caracteres biométricos de frutos y producción de semillas	71
8.6 Germinación de semillas de C. salvadorensis	71
8.7 Calidad plántulas de C. salvadorensis	72
8.8 Características físicas, fisiográficas y químicas del suelo donde se encontró C. salvadorensis	74
IX. CONCLUSIONES	76
X. RECOMENDACIONES	78
XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
XII. ANEXOS	91

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°	Página N°
1. Cuadro resumen de las variables climáticas más importantes. Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), Servicio Meteorológico Nacional (CIAGRO), año 2011.	20
2. Sitios de muestreo, ubicación (punto céntrico), altitud y área de los transectos, donde se muestrearon los individuos de C. salvadorensis , en el área Protegida Bosque de Cinquera.	22
3. Detalle de los árboles y los sitios donde se tomaron las muestras de suelo, para la determinación de los nutrientes.	27
4. Esquema del diseño experimental de la germinación de C. salvadorensis en dos ambientes lumínicos, con tres tipos de pesos de semilla.	30
5. Número de individuos, cantidad y promedio de frutos de C. salvadorensis por clase diamétrica, en el Área Protegida Bosque de Cinquera. * Promedio del total de frutos entre individuos.	38
6. Promedios de los caracteres biométricos y peso de los frutos de 34 árboles que tenían las mayores producciones de frutos de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	41
7. Numero de semillas estimada por clase diamétrica, de los individuos de C. salvadorensis en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	43
8. Promedio semillas por frutos por clase diamétrica, de los individuos de C. salvadorensis en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	44
9. Peso de semillas (Kg) con base al total de semillas estimadas por clase diamétrica, de la población de C. salvadorensis en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	47
10. Promedio de los parámetros morfológicos y peso de las semillas obtenidas de los frutos colectados de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	48
11. Correlaciones entre la producción de frutos, el contenido de nutrientes del suelo y pH en los sitios de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	51
12. Promedio y porcentaje de germinación de tres pesos de semillas de C. salvadorensis , sometidos a dos ambientes lumínicos.	53
13. Análisis de varianza de la germinación de tres pesos de semillas de C. salvadorensis sometidos a dos ambientes lumínicos.	54

14. Resultados de pruebas estadísticas de Duncan, para la germinación de tres pesos de semillas de **C. salvadorensis** sometidos en dos ambientes lumínicos.....55
15. Efecto de dos ambientes lumínicos sobre el crecimiento de plántulas de **C. salvadorensis**.....56
16. Acumulación de masa seca en los diferentes componentes de plantas de **C. salvadorensis**, sometidas a dos intensidades de luz.56
17. Efecto del ambiente lumínico sobre el índice de esbeltez (IE) e índice de calidad de Dickson (ICD) en plantas de **C. salvadorensis** (Prueba t-student: * $p \leq 0.05$).57
18. Promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, máximo y mínimo de las características químicas de las muestras de suelo en las zonas de ocurrencia de **C. salvadorensis**, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.....61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°	Página N°
1. Hojas y frutos de C. salvadorensis , tomadas en el Área Protegida Bosque de Cinquera, año 2012.	14
2. Distribución natural de C. salvadorensis en América tropical.....	15
3. Ubicación geográfica del área de estudio entre los municipios de Cinquera, Suchitoto y Tenancingo.	17
4. Ubicación de los sitios de muestreo de C. salvadorensis	22
5. Medición del DAP con cinta métrica (a) y registro de datos (b) de altura, número de ramas y número de frutos por individuo de C. salvadorensis	23
6. Momento de la colecta de los frutos en un individuo de C. salvadorensis (a). Traslado en sacos de los frutos cosechados (b).....	24
7. Medición de longitud y ancho (a). y medición del peso (b) de frutos de C. salvadorensis	25
8. Disección de frutos (a) para obtención de semillas y semillas separadas por árbol y fruto (b) de C. salvadorensis	26
9. Ubicación de los sitios donde se tomaron las muestras de suelo para determinación de nutrientes.....	27
10. a) Excavación de calicatas. b) Medición de horizontes en calicatas, en sitios de ocurrencia de C. salvadorensis	28
11. Ubicación de sitios donde se elaboraron calicatas para la determinación de parámetros físicos del suelo.	29
12. Siembra de semillas de C. salvadorensis en bandejas de madera	31
13. Ubicación de los individuos de C. salvadorensis en la zona de estudio.....	34
14. Número de individuos de C. salvadorensis por zonas de muestreo, en el Área Protegida Bosque de Cinquera. Leyenda: CM: Ceiba Mocha, CC: Cercano a caseta, CI: Cerro Izcanal, DEQ: Desembocadura de Tepechapa en El Quezalapa, FCB: Falda de Caña Brava, LB: La Bruja, M: Masachucho, N: Naranjito, QF: Quebrada El Funeral, QG: Quebrada Guadalupe, y QJ: Quebrada La Jutera.....	35

15. Distribución diamétrica de individuos de C. salvadorensis en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	36
16. Área basal de los individuos de C. salvadorensis por zonas de muestreo, en el Área Protegida Bosque de Cinquera. Leyenda: CM: Ceiba Mocha, CC: Cercano a caseta, CI: Cerro Izcanal, DEQ: Desembocadura de Tepechapa en El Quezalapa, FCB: Falda de Caña Brava, LB: La Bruja, M: Masachucho, N: Naranjito, QF: Quebrada El Funeral, QG: Quebrada Guadalupe, y QJ: Quebrada La Jutera.	36
17. Distribución de altura de individuos de C. salvadorensis en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	37
18. Producción de frutos de C. salvadorensis por clase diamétrica, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	38
19. Producción promedio de frutos por individuos de C. salvadorensis por clase diamétrica, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	39
20. Producción de frutos de C. salvadorensis por clase de altura, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	39
21. Producción promedio de frutos por individuos de C. salvadorensis por clase de altura, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	40
22. Promedio de peso por clase diamétrica de los frutos colectados de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	42
23. Producción de semillas de C. salvadorensis por clase diamétrica, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	43
24. Producción promedio de semillas por fruto de C. salvadorensis por clase diamétrica, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	45
25. a) Correlación entre clases diamétricas de los árboles y la producción promedio de semillas por fruto. b) Correlación entre clases diamétricas de los árboles y la producción promedio de semillas viables por fruto. Para C. salvadorensis . Leyenda 1: 5-17 cm; 2: 17 – 31.5 cm; 3: 31.5 a 46 cm; 4: 46 – 60.5; 5: 60.5 a 75 cm; 6: 75 – 89.5 cm; 7: 89.5 – 104 cm.	45
26. Peso estimado de las semillas (Kg) de la población de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	46

27. Peso estimado (Kg) de la producción de semillas de C. salvadorensis por clase diamétrica, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.....	47
28. a) Relación DAP (cm) y número de frutos contabilizados b) Relación de las clases diamétricas y el número de frutos contabilizados. Para los individuos registrados de C. salvadorensis	49
29. Relación de la altura (m) y el número de frutos contabilizados de la población de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera. Leyenda: 1: 2 – 4; 2: 4 -6; 3: 6 – 8; 4: 8 – 10; 5: 10 – 12; 6: 12 – 14; 7: 14 – 16; 8: 16 - 18	49
30. a) Relación del peso de los frutos y la producción promedio de semillas por fruto. b) Relación del peso de los frutos y el peso promedio de semillas por fruto. Para C. salvadorensis	50
31. a) Relación del largo promedio de los frutos (cm) y el promedio de semillas por fruto. b) Relación ancho promedio de los frutos (cm) y el promedio de semillas por fruto. Para C. salvadorensis	51
32. a) Relación del pH y el número de frutos por árbol. b) Relación de P ₂ O ₅ (Kg ha-1) y el número de frutos por árbol. Para C. salvadorensis	52
33. Promedio de germinación de tres pesos de semilla de C. salvadorensis sometidos a dos ambientes lumínicos.	54
34. Profundidad efectiva del suelo en las zonas de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.....	58
35. Estructura del suelo en las zonas de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	58
36. Textura del suelo en las zonas de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.....	59
37. Color del suelo en las zonas de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.....	60
38. Promedio en kilogramos por hectárea de Fósforo, potasio y Nitrógeno en los sitios de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	62

39. Promedio en kilogramos por hectárea de calcio y Magnesio presente en los sitios de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	63
40. Promedio de toneladas métricas por hectárea de humus presente en las zonas de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.	63
41. Relación Carbono/Nitrógeno en las zonas de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.....	64
42. Promedio de materia orgánica (%) presente en las zonas de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.....	65
43. Valores de pH en el suelo de las zonas de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.....	65
44. Porcentaje de rocosidad del suelo de las zonas de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera. Leyenda: SR: Sin Rocosidad, LR: Ligeramente Rocoso, MR: Moderadamente Rocoso, P: Pedregoso, MR: Muy Rocoso, FR: Fuertemente Rocoso, ER: Extremadamente Rocoso.	66
45. Porcentaje de erosión del suelo de las zonas de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera.....	67
46. Porcentaje de pendiente del suelo de las zonas de ocurrencia de C. salvadorensis , en el Área Protegida Bosque de Cinquera. Leyenda: PCP: Plano o casi plano, LO: Ligeramente Ondulado, MO: Moderadamente Ondulado, O: Ondulado FO: Fuertemente Ondulado, E: Escarpado, FE: Fuertemente Escarpado.	67

RESUMEN.

Se caracterizó la estructura poblacional de *C. salvadorensis* en el Bosque de Cinquera. Para lo cual se establecieron 11 transectos de tamaño variable. Se registró una población de 163 individuos con una densidad de $61.9 \text{ ind. ha}^{-1}$, un promedio de diámetro y altura de $31.4 \pm 15.95 \text{ cm}$ y $10.55 \pm 3 \text{ m}$ respectivamente. El área basal total fue de 15.85 m^2 . Las clases diamétricas y alturas superiores obtuvieron los mayores promedios de producción de frutos por árbol, existiendo una correlación positiva de 0.71 ($P \leq 0.022$) entre la producción promedio de frutos por clase diamétrica y una correlación de 0.97 ($P \leq 0.000$) para la producción de frutos por clase de altura. Se registró una producción total de 6,521 frutos con un promedio de 40 frutos por individuo. El promedio de semillas por fruto fue de 56.9 ± 7.8 , de las cuales el 76.98% son viables y 23.02% son inviables. El número de semillas por kilogramo se estimó en 11,521, el 72% son viables y 28% inviables. Se estimó una producción total de $25.93 \pm 3.05 \text{ Kg}$ de semillas, $22.7 \pm 2.62 \text{ Kg}$ son semillas viables y $3.23 \pm 0.44 \text{ Kg}$ inviables. No se encontró evidencia de asociación entre los caracteres biométricos y peso de los frutos con la producción de semillas. De igual forma no hay asociación para las variables pH, contenido de P, K, Ca, Mg y N con la producción de frutos por árbol. El porcentaje de germinación promedio de la semilla fue de 51%. Siendo superior y estadísticamente significativo ($P \leq 0.016$) la germinación en el ambiente lumínico sombra. Se encontró diferencia significativa ($P \leq 0.000$) en el porcentaje de germinación entre los tres pesos de semillas sometidas a los ambientes lumínicos luz y sombra. Las semillas de mayor tamaño tuvieron mayor porcentaje de germinación que las semillas de menor peso. Los índices de esbeltez y de calidad de Dickson demuestran que las plantas sometidas al ambiente lumínico luz son de mejor calidad ($P \leq 0.05$), según t-Student. Los contenidos de K, Ca y Mg en el suelo son altos. No obstante, el P se encuentra en un nivel bajo o crítico. El contenido de materia orgánica es alto, y la relación C/N fue de 6.5.

Palabras clave: Bosque de Cinquera, densidad, estructura poblacional, germinación, ambiente lumínico, peso de semillas, contenido de nutrientes.

I. INTRODUCCIÓN

Cedrela salvadorensis Stand. (Cedro real), Meliaceae, se distribuye naturalmente desde México hasta Panamá, encontrándose en bosque tropical caducifolio a semicaducifolio localizándose generalmente en las riberas de los ríos de suelos pedregosos (Pennington y Muellner, 2010). Es un árbol caducifolio con fuste frecuentemente torcido y de copa irregular, el fruto es una capsula leñosa (Salazar, 2001), las semillas son pequeñas presentando estructuras aladas (Pennington y Muellner, 2010), pertenece al grupo de plantas que tiene una de las maderas más finas en el neotrópico (Smith, 1960). Para El Salvador la especie está catalogada como amenazada (MARN 2009), debido principalmente a la deforestación para extender la frontera agrícola. El objetivo de este trabajo fue determinar la ubicación, describir la abundancia, distribución diamétrica y altura de los individuos, también se analiza la producción de frutos y semillas en relación a las variables distribución diamétrica, distribución de altura y contenido de nutrientes en el suelo. Además se realizó un ensayo de germinación con semillas colectadas a los árboles, evaluando dos ambientes lumínicos y tres rangos de pesos. Se analizó la calidad de las plántulas a través del Índice de Esbeltez e Índice de Calidad de Dickson. En los sitios donde se ubicaron los individuos se describieron las características físicas, químicas y fisiográficas del suelo.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

A nivel mundial se está degradando y perdiendo los bosques a un ritmo sin precedentes en la historia de la humanidad. Las selvas tropicales se están disminuyendo a una tasa alrededor de 13 millones de hectáreas por año, debido a cambio de uso del suelo y por causas naturales (FAO, 2010). En Centro América y México, la tasa anual de deforestación es de 1.2%, en El Caribe de 1.7% y en Sur América llega a 0.5% (FAO, 1999). Laurence (1999) citado por Cayuela (2006) considera que la deforestación en los trópicos es uno de los problemas ambientales más importantes, con serias implicaciones económicas, sociales y ambientales. Las tasas elevadas de deforestación en los trópicos corresponden al primer factor que conlleva inevitablemente hacia la transformación del paisaje (Gómez-Pompa *et al.*, 1972, Stole y Tucker 1993, Steininger *et al.*, 2001, Achard *et al.*, 2002, citados por Pinto y Ruíz, 2010).

Esta transformación del bosque provoca la fragmentación del paisaje que lleva una serie de parches remanentes de vegetación natural de diferentes tamaños, grado de disturbio y aislamiento (Orians *et al.*, 1986, Lord y Norton, 1990 citados por Pinto y Ruíz, 2010), conformándose gradualmente una matriz de vegetación distinta y un consecuente cambio en la categoría del uso del suelo, con pérdida de flora, fauna y ecosistemas (Morello, 1983, Forman y Godron, 1986, Spies *et al.*, 1994, Murcia 1995, Lawrence y Bierregaard, 1997, Kapos y Iremonger, 1998, Gascon *et al.*, 1999, Laverty y Gibbs, 2007 citados por Pinto y Ruíz, 2010). También representan las principales causas de la pérdida de diversidad biológica a nivel global (Gallego 2002, y Meyers *et al.*, 2000, Silva-Matos *et al.*, 2005 citados por Sánchez *et al.*, 2005).

En Centro América los bosques tropicales han sufrido importantes cambios en su extensión (Gómez-Pompa y Kaus, 1992 y Williams, 1993, citados por Benavidez, 2008). Asimismo la deforestación y el crecimiento de la población han causado un rápido deterioro de la biodiversidad, siendo la pérdida, degradación y fragmentación de hábitat las causas más importantes de las elevadas tasas actuales de extinción de especies (Reid y Millar, 1989 citados por Benavidez, 2008).

En El Salvador, el deterioro de los recursos data desde hace varias décadas; siendo así que en los años cuarenta, ya se habían pronunciado las primeras recomendaciones del cuidado y manejo de los recursos, principalmente de las cuencas hidrográficas, pues se encontraban sometidas a elevada deforestación (MAG y SEMA, 1994). En referencia al sector forestal en El Salvador Segura *et al.*, (1997) plantea que se ha reducido a una mínima expresión. Por ejemplo las cifras publicadas en 1978 por la Dirección General de Recursos Naturales Renovables, de las áreas con cobertura boscosa (excluyendo vegetación arbustiva y café) sumaban apenas 1,900 kilómetros cuadrados o un 9% del territorio nacional. Tomando en cuenta estos datos Núñez *et al.*, 1990 citados por Segura *et al.*, (1997), estimaban que para 1990 esa superficie se había reducido en un tercio; de modo que la superficie con cobertura boscosa apenas representaba 6% del territorio en ese año. El Banco Mundial estimaba que la superficie con cobertura forestal en El Salvador era incluso menor unos 1,000 km² (5% del territorio) a finales de los ochenta.

Recientemente en El Salvador se han reportado 88 especies de plantas amenazadas o en peligro de extinción (MARN, 2009). Entre las especies forestales se reporta a **C. salvadorensis**, que a pesar de su reducida población se reporta en algunas áreas del país, incluyendo el bosque de Cinquera, que a pesar de ser un área protegida las comunidades locales ejercen presión sobre las especies del bosque, incluyendo la especie en estudio, ya que es utilizada como madera fina para la construcción, ebanistería y otros fines, este uso que han hecho de la especie la ha llevado a reducir considerablemente sus poblaciones naturales, a tal grado de considerarse especie amenazada en el país (MARN, 2009). Esta condición de la especie es preocupante y se debe al uso que se hace de los bosques, como menciona Guariguata & Kattan (2002) día con día los bosque del neotrópico son destinados a otros usos; de ahí la necesidad de desarrollar estrategias de conservación que intenten reducir al mínimo la pérdida de especies que se está ocasionando. En este sentido autores como van Groenenda *et al.*, (1996) mencionan que el manejo de los bosques para explotación o conservación depende del entendimiento de la dinámica poblacional de las plantas, de igual forma Forget (1992) expresa que los estudios sobre la demografía y regeneración son considerados esenciales para el entendimiento de los procesos que regulan la dinámica

y la estructura de las comunidades forestales. Otro aspecto indispensable a considerar para poder planificar y manejar los bosque según Guariguata & Kattan (2002) es la influencia de los factores edáficos en la distribución y la fisiología de la vegetación.

Namkoong *et al.*, (1996) también manifiesta la necesidad de estudios autoecológicos que brinden mayor información sobre la distribución natural de las especies, las zonas de vida o tipo de bosque donde crecen, la estructura horizontal y vertical de las poblaciones en el bosque, la biología reproductiva y el comportamiento sucesional. Los autores antes citados coinciden en la necesidad de estudios que proporcionen información sobre la biología y ecología de las especies para tomar decisiones en su manejo; sin embargo, para la especie ***C. salvadorensis*** existe escasa información en el país referente a la densidad y estructura poblacional, así como la reproducción y germinación en condiciones naturales. Por lo antes expuesto, se justifica la realización de este estudio, ya que se generarán aportes teóricos y prácticos para desarrollar criterios necesarios para la elaboración de propuestas y ejecución de estrategias que conlleven al manejo sostenible de ***C. salvadorensis***, de manera particular en el Bosque de Cinquera, con la posibilidad de ampliarlo al territorio nacional.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- Conocer la densidad, estructura poblacional y reproducción de *C. salvadorensis* en el área protegida Bosque de Cinquera.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la densidad y estructura poblacional.
- Determinar la producción de frutos y semillas.
- Evaluar la relación entre caracteres biométricos y peso del fruto con la producción de semillas.
- Evaluar la relación entre la producción de frutos y la fertilidad del suelo, en las zonas de ocurrencia de la especie.
- Evaluar la germinación en dos ambientes lumínicos y tres rangos de pesos en las semillas, simulando las condiciones naturales.
- Determinar la influencia de los ambientes lumínicos en la calidad de la plántula.
- Describir las características físicas, químicas y fisiográficas del suelo.
- Documentar información que contribuya a establecer criterios para el manejo sostenible de la especie.

IV. HIPÓTESIS

4.1 Hipótesis alternas

- Ha: Los caracteres morfológicos (largo y ancho) y el peso de los frutos está asociado con la cantidad de semillas producidas por fruto.
- Ha: Los ambientes lumínicos y el peso de las semillas influyen en la germinación de éstas.
- Ha: Los ambientes lumínicos influyen en la calidad de la plántula.
- Ha: A mayor fertilidad del suelo la producción de frutos es mayor.

4.2 Hipótesis nulas

- H0: Los caracteres morfológicos (largo y ancho) y el peso de los frutos no está asociado con la cantidad de semillas producidas por fruto.
- H0: Los ambientes lumínicos y los rangos de peso de las semillas no influyen en la germinación de éstas.
- H0: Los ambientes lumínicos no influyen en la calidad de la plántula.
- H0: La cantidad de frutos producidos, es independiente del nivel de fertilidad del suelo.

V. FUNDAMENTO TEÓRICO

5.1 Estructura poblacional

La estructura poblacional es utilizada para conocer distribuciones diamétricas, alturas totales, distribuciones espaciales de las especies, distribución del área bisimétrica en clases diamétricas, diversidad florística y asociación; y se refiere al componente arbóreo tanto en el plano horizontal como en el plano vertical. Básicamente la estructura horizontal está dada por la distribución dasométricas (distribución diamétrica, área basal y volumen por categoría diamétrica, también está dada por la abundancia, frecuencia y dominancia (Finegan, 1992 citado por Armas y Meneces, 2007). A través de la estructura del bosque es posible conocer la dinámica de las especies y que los resultados del análisis permitan deducciones importantes, acerca del origen, características ecológicas, dinamismo y las tendencias futuras de desarrollo de las comunidades forestales (Lamprecht, 1990, citado por Armas y Meneces, 2007).

Las estructuras en el plano horizontal son las distribuciones matemáticas que presentan las variables medidas en el mismo plano, principalmente el diámetro de los árboles a una altura de 1.3 m del suelo y el área basal, el cual es un indicador del potencial productivo de un bosque. En cambio la estructura en el plano vertical describe las distribuciones de la variable altura de los individuos en el bosque.

Finegan (1992), plantea que la estructura de una población es la representación proporcional de las diferentes etapas del desarrollo de las especies en ellas. Por ejemplo, los individuos que conforman una población pueden ser clasificadas según edades y la estructura de la población representada por las frecuencias de diferentes clases de edad. El estudio de las estructuras de las poblaciones es muy importante en el análisis de su dinámica, pues variables determinantes como la capacidad reproductiva y la mortalidad son fuertemente relacionadas a la etapa de desarrollo.

En poblaciones de especies forestales en bosques húmedos tropicales maduros, es imposible establecer la edad de los árboles, por lo que la estructura de la población se determina clasificando los árboles por su tamaño, normalmente por diámetro a la altura de 1.3 m del suelo, por tanto el no poder determinar la edad de los árboles no es muy

serio. Las plantas en general poseen mayor plasticidad genética que los animales y muchas existen en diferentes grados de supresión debido a la competencia. Por esta razón, las plantas de una determinada edad pueden presentar un rango muy amplio de tamaño; esto se puede evidenciar al revisar, por ejemplo, una plantación forestal, antes del primer raleo.

Debido a esta plasticidad el tamaño de una planta es variable de predicción mucho más confiable que su edad con respecto a la tasa de crecimiento de esa planta, su capacidad reproductiva, su riesgo de mortalidad y otros factores. Es así que se puede caracterizar una población vegetal en términos de distribución del número de individuos por clase de tamaño; en el caso de los bosques húmedos tropicales, el tamaño es representado por el diámetro a 1.3 m del suelo.

Los estudios estructurales de las masas forestales se constituyen en una herramienta importante, pues permite entre otras cosas hacer inferencia sobre el origen, características ecológicas, dinámicas y tendencias futuras de una comunidad vegetal (Lamprecht, 1990 citado por González y Chaves, 1994). Autores como White (1963) y Finol (1970), citado por González y Chaves (1994) han realizado investigaciones de los atributos estructurales caracterizando las distribuciones diamétricas de las diferentes clases de tamaño dentro de las masas forestales; por otro lado, Richard, citado por González y Chaves (1994) lo han utilizado para explicar las distribuciones de individuos dentro de estratos; por lo tanto, dichos estudios explican las estructuras diamétricas, copa, estructura espacial de una especie o grupo, entre otros (González y Chaves, 1994), estos mismo autores mencionan que es factible simplificar el análisis estructural de la vegetación retomando únicamente su organización horizontal y vertical.

5.2 Producción de frutos y semillas.

Después de un periodo de desarrollo vegetativo, los árboles entran en la fase reproductiva. La edad de la transición es muy variable y depende de factores genéticos y ambientales (Bach, 2000). Por lo tanto el conocimiento de los sistemas de reproducción de las especies es fundamental, sobre todo en los trópicos, que tienen

una baja densidad natural de individuos, acentuada o no por actividades de extracción o corta (Putz *et al.*, 1993 citado por Bach, 2000).

Durante el crecimiento de los frutos las semillas regulan muchos aspectos de su desarrollo y diferenciación debido a que aportan elevados niveles de hormonas necesarias para su maduración, de tal manera, que en la mayoría de los frutos existen fuertes correlaciones entre su tamaño final y su contenido de semillas desarrolladas, sobre todo si se trata de frutos provistos de numerosas semillas (Devadas *et al.*, 1999 citado por Niembro *et al.*, 2007). El tipo de fruto de ***C. salvadorensis*** que es común en muchas especies de árboles tropicales, presentan variaciones en su peso y tamaño, así como en su contenido de semillas desarrolladas. El aborto de las semillas durante alguna fase de su ontogenia se refleja en cambios morfológicos que modifican la geometría, el peso y las dimensiones de los frutos de numerosas especies (Leopold y Kriedemann, 1975 citados por Niembro *et al.*, 2007).

Son escasos los estudios para evaluar el rendimiento y la calidad de las semillas que producen los árboles tropicales provistos de frutos polispermos (Niembro, 1995), el mismo autor plantea que se desconoce la capacidad y eficiencia de producción de semillas de numerosas especies arbóreas de importancia silvícola y agroforestal tanto fuera como dentro del estado mexicano. En un estudio realizado para evaluación del rendimiento y calidad biológica de frutos de ***Swietenia macrophylla*** Niembro (1995), se establecen evidencias sobre la existencia de correlación positiva significativa entre peso y dimensiones de los frutos con la calidad y cantidad biológica de las semillas contenidas.

La producción de semillas, podría también ser limitada por la disponibilidad de recursos del suelo como agua y minerales. Varias investigaciones han demostrado que la productividad aumenta en respuesta al incremento de nutrientes en bosques tropicales de montaña (Mirmanto *et al.*, 1999). También es de tomar en cuenta que los árboles mayores producen más frutos porque la copa es más grande, sin embargo cuando se analizó la producción de frutos por m³ volumen de la copa, se encontró que no había diferencias entre árboles menores y mayores de 75 cm de diámetro (Cámara-Cabrales y Snook, 2005).

Las semillas más grandes se encuentran en los frutos de mayores dimensiones, los que aparentemente son de mejor calidad física (Álvarez, 2000). En este sentido Aguiar, 1995 citado por Aráoz *et al.*, (2004) menciona que el tamaño de la semilla se considera como un indicador de calidad fisiológica, ya que aquéllas más grandes o de mayor peso, muestran mejor germinación y vigor. Sorensen y Campbell (2000) y Hellum (2000), consideran que la abundancia de reservas en las semillas aseguraría un más extendido período de establecimiento en el nuevo ambiente, por lo que los tamaños de semilla y plántula estarían normalmente correlacionados. Este planteamiento coincide con los resultado obtenidos por Aráoz *et al.*, (2004) encontrando correlación positiva entre el tamaño y peso de semilla con el vigor de la planta medido en peso seco.

5.3 Dispersión, germinación y regeneración.

Según Malleux (1971), el análisis de dispersión de las especies forestales puede representar un valioso aporte o esperanza para introducirse exitosamente en el complejo campo del estudio integral del bosque como población, y para el estudio detallado de sus componentes. Grau (2000), menciona que las especies de cedro aparentemente tienen una distribución agregada, la misma que puede ser relacionada a condiciones edáficas y topográficas.

En cuanto a la fructificación, es común que en las angiospermas, maduren un número menor de frutas y dispersen menos semillas que producen flores y óvulos, respectivamente (Larson y Barrett, 2000). La producción de semillas se puede limitar por la disponibilidad del polen adecuado o por la disponibilidad de recursos (Willson y Burley, 1983; Larson y Barrett, 2000). Además los animales que comen frutas y semillas pueden dañar o matar las semillas antes de que abandonen la planta maternal (Maron y Gardner, 2000). Si el tamaño de las semillas aumenta, la distancia media de la dispersión disminuye, la dispersión de la semilla se agrupa y la probabilidad de establecimiento aumenta (Silman 1996, Dalling *et al.*, 1998, Paz *et al.*, 1999 y Levin y Muller-Landrau, 2000 citados por Harms y Paine 2003).

En el caso del género *Cedrela* la producción de frutos ocurre entre julio y agosto, dispersándose las semillas entre agosto y septiembre, las semillas aladas al ser muy livianas son dispersadas fácilmente por el viento a grandes distancias (Toledo *et al.*, 2008). Según Mostacedo (2007) citado por Toledo *et al.*, (2008) el cedro produce semillas una vez al año. Luego de la formación de las semillas es importante considerar las características ambientales de los sitios donde el establecimiento ocurre, ya que estas pueden influir en la supervivencia de las semillas y las plántulas. Algunos factores importantes son la disponibilidad de luz y nutrientes del suelo, hojarascas y árboles en descomposición. La luz es un factor importante en la germinación de semillas y el establecimiento de plántulas (Harms y Paine, 2003). Estudios realizados por Kobe (1999), demuestran mediante el trasplante de plántulas en una gama de ambientes sometidos a diferentes intensidades de luz que la mortalidad es menor en sitios muy iluminados. Sin embargo, la abundancia de plántulas estuvo poco correlacionada con la disponibilidad de luz en otro estudio del mismo año y autor (Nicotra *et al.*, 1999)

Las condiciones ambientales, en términos de luz, afectan también los requerimientos de agua de las plantas. Las plántulas que crecen en bajas condiciones de luz en el sotobosque requieren una menor cantidad de agua para soportar la época seca, al contrario de las plántulas que crecen en claros grandes, ya que estos últimos tienen una alta transpiración. El grado de tolerancia a la sombra o la demanda de luz de las especies es una clave importante en el manejo de la regeneración de las especies arbóreas (Hayashida-Oliver *et al.*, 2001). En cuanto al período de germinación, para el caso de la especie de ***Cedrela fissilis*** Toledo *et al.*, (2008) reporta que puede germinar en un período entre siete a veinte días, con una tasa alrededor de 80-85%, sin necesitar un tratamiento pre-germinativo.

La rareza local y el agrupamiento en la mayoría de las escalas espaciales son características comunes de los patrones de distribución y dispersión de los árboles tropicales (Plotkin y Levin, 2001, citados por Harms y Paine, 2003). Aunque el tamaño de la población regional de muchas especies es grande, la densidad media de la mayoría de especies es baja en el paisaje, encontrándose a menudo menos de un individuo adulto por hectárea (Pitman *et al.*, 1999, citado por Harms y Paine 2003).

La baja densidad poblacional por sí sola requiere consideraciones de manejo, ya que el riesgo de extinción local es una función inversa del tamaño local de la población (MacArthur y Wilson, 19667 y Hubbell, 2001, citados por Harms y Paine 2003). Es decir, la eliminación de individuos de una especie focal aumenta su probabilidad de ser extirpada localmente.

5.4 Relación factores edáficos planta.

Los factores que determinan la variación en la distribución y la abundancia de las especies se pueden relacionar con la variación en los factores edáficos. Entendiéndose por factores edáficos a la composición química y física del suelo, incluida la modificación que pueden sufrir las propiedades del suelo por su posición espacial como por ejemplo el grado de pendiente. Estos factores edáficos y principalmente la estructura física interactúa con la geomorfología y el clima para determinar el volumen de suelo que puede ser utilizado por las plantas. Estas tres variables, en conjunto definen algunas de las características más importantes de la vegetación (Clark, 2002). También la cantidad y el tipo de nutrientes entendido como “la fertilidad del suelo” afectan de manera muy marcada la distribución de las plantas, encontrándose por ejemplo la menor diversidad de plantas en los peores suelos en cuanto a nutrientes (Anderson, 1981 y Duivenvoorden, 1996 citados por Clark, 2002).

La capacidad de un determinado suelo, para mantener plantas depende en parte de su estructura física. Por ejemplo la cantidad de arcilla presente y sus características físico-químicas definen la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes. (Jordano, 1985 y Sánchez y Logan, 1992 citados por Clark, 2002). En cuanto a la profundidad del suelo y la presencia o ausencia de horizontes impermeables estos influyen en la profundidad a la que pueden llegar las raíces, también afecta la tasa de mortalidad de las plantas aumentado en los suelos de poca profundidad (Miredieu *et al.*, 1996 citados por Clark, 2002). La textura y la profundidad del suelo son aspectos relativamente fáciles de observar, así que éste pareciera ser un buen punto de partida para un análisis sobre la distribución de plantas (Clark, 2002).

5.5 Descripción botánica de *C. salvadorensis*

5.5.1 Familia Meliaceae (Juss)

Compuesta por Árboles o arbolitos, yemas protegidas por catafilos o desnudas; plantas hermafroditas, polígamas, monoicas o dioicas. Hojas alternas, usualmente pinnadas, menos frecuentemente trifolioladas o bipinnadas; folíolos enteros o raramente serrados, indumento simple o de tricomas malpigiáceos, bibrachiales o estrellados; estípulas ausentes. Inflorescencias axilares o ramifloras, usualmente tirsoideas; flores perfectas o imperfectas y con los rudimentos del sexo opuesto bien desarrollados; cáliz leve o profundamente lobado, prefloración abierta, contorta o imbricada; pétalos 4–5, libres o a veces parcialmente connados, imbricados o valvados; filamentos parcial o completamente unidos formando un tubo estaminal, con o sin apéndices, o libres y entonces adnados a un androginóforo (***Cedrela***), anteras 5–12, pilosas o glabras, adheridas apicalmente en los filamentos o en el margen o en el interior de la garganta del tubo estaminal; disco nectarífero intraestaminal, anular, pateliforme, estipitado o ciatiforme o ausente; ovario 2–5 (–8) locular, lóculos con 1, 2 o muchos óvulos colaterales, superpuestos o biseriados, ápice del estilo capitado o discoide, raramente lobado. Fruto una cápsula loculicida o septifragal o una drupa; semillas aladas y entonces usualmente unidas a una columela leñosa o sin alas y entonces usualmente con un arilodio carnoso o una sarcotesta, raramente la sarcotesta leñosa o suberosa. Una familia pantropical con 51 géneros y 550–600 especies, de las cuales 130 se encuentran en América tropical. Muchas de las especies de esta familia producen maderas preciosas y son muy importantes en la producción de muebles y en la construcción. Disponible en: <http://www.tropicos.org/Name/42000264> (consultado 18 de febrero de 2013).

5.5.2 Género *Cedrela* (P. Browne)

Árboles deciduos, con tricomas simples; plantas monoicas. Hojas paripinnadas o raramente imparipinnadas. Cáliz irregularmente lobado, dentado o discoide; pétalos 5, libres, imbricados; estambres 5, libres, adnados en la base del androginóforo delgado, anteras adheridas en el ápice de los filamentos; ovario 5-locular, lóculos con 8–14 óvulos, ápice del estilo discoide. Fruto una cápsula leñosa y septifragal, abriéndose por

el ápice mediante 5 valvas, cada lóculo con hasta 12 semillas; semillas con alas terminales, unidas al ápice de una columela angular suavemente leñosa. Género con 7 especies distribuidas en América tropical. Disponible en: <http://www.tropicos.org/name/40003294> (consultado 18 de febrero de 2013).

5.5.3 Especie *C. salvadorensis*.

Árbol caducifolio con alturas de 4 a 25 m y diámetros de 30 a 80 cm, fuste frecuentemente torcido; copa irregular. La corteza es de color gris claro a gris oscuro con profundas grietas verticales, de color naranja y hendiduras horizontales que dividen la corteza en placas, el grosor total de la corteza varía de 8 a 10 mm. Hojas compuestas, alternas, paripinnadas, de 20 a 84 cm de largo; eje central de 13 a 84 cm de largo con 6 a 12 pares de hojuelas con pecíolos de 2 a 5 mm de largo; lamina de forma ovada a elíptica, de 4 a 25 cm de largo y de 2 a 14 cm de ancho, borde liso; haz verde y glabro, envés verde claro y finamente pubescente. Inflorescencias en panículas ramificadas de 5 a 20 cm de largo con flores blancuzcas en pedicelos de hasta 1 mm de largo; cáliz campanulado de 2 mm de largo; cinco pétalos blancuzcos, oblongos de 6 mm de largo, pubescentes; cinco estambres, pistilos con ovario de cinco celdas. Los frutos son cápsulas leñosas, oblongas u obovoides, de 8 a 15 cm de largo, color pardo oscuro, con un pedúnculo de 3 a 10 cm de largo; abren en cinco valvas al madurar (Salazar, 2001).



Figura 1. Hojas y frutos de *C. salvadorensis*, tomadas en el Área Protegida Bosque de Cinquera, año 2012.

5.6 Distribución y hábitat

Se encuentra distribuida naturalmente desde México hasta Panamá. Su rango altitudinal varía de 0 a 2900 msnm. Encontrándose en bosque tropical caducifolio a semicaducifolio, con climas de húmedos a secos, se localiza en pequeñas áreas remanentes de bosques o en la ribera de ríos o quebradas, aunque por lo general crece en suelos pedregosos y calcáreos. En Costa Rica está asociada con especies como: *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea* y *Guazuma ulmifolia*, entre otras (Pennington y Muellner, 2010).



Figura 2. Distribución natural de *C. salvadorensis* en América tropical

5.7 Floración y fructificación.

En la región mesoamericana, la floración de *C. salvadorensis*, ocurre en diferentes períodos, por ejemplo en México, entre los meses de febrero a abril, en El Salvador entre noviembre y diciembre; y en Costa Rica de diciembre a marzo. Por otro lado, la fructificación en El Salvador se produce durante todo el año, y en Costa Rica de junio a septiembre. La dispersión de semillas es por anemocoría, las semillas tienen un largo de 3.6 a 6.0 cm y hasta 13.0 cm de ancho, presentando estructuras aladas (Pennington y Muellner, 2010).

5.8 Requerimientos ecológicos.

Las especies de *Cedrela* son demandantes de luz y pioneras de larga vida, encontrándose la mayoría de los árboles en posición dominantes. Los individuos de *Cedrela* se pueden encontrar tanto en bosques primarios, como en bosques secundarios (Toledo *et al.*, 2005 citado por Toledo *et al.*, 2008). Según Barrichello y Müller, (2005), citado por Toledo (2008) el género ocurre principalmente en bordes de monte, caminos o en claros, y nunca en formaciones puras, quizá por los ataques de la broca del cedro y por su necesidad de luz para desarrollarse. Los tipos de suelos y la topografía son variables pero en general requieren un buen drenaje (Mostacedo *et al.*, citados por Toledo 2008). En el caso del género ***Cedrela fissilis*** suelen encontrarse en los bosques húmedos de valles con suelos profundos y húmedos; pero es bastante común cerca de afloramientos graníticos (Jardín, 2003, citado por Toledo, 2008). No se desarrolla bien en suelos superficiales y con capa freática superficial (Barrichello y Müller, 2005). Pennington, 2006, citado por Toledo (2008), menciona que en la cuenca de la Amazonia ***C. odorata*** es más o menos confinada a bosques con suelos fértiles, con buen drenaje, aunque tolera prolongados períodos de sequía.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Descripción del Área de Estudio

6.1.1 Ubicación Geográfica

El estudio se realizó en el Área Natural Protegida Bosque de Cinquera, ubicada entre los municipios de Cinquera, dentro de las coordenadas $13^{\circ}53'15''$ LN y $88^{\circ}57'34''$ LW, en el Departamento de Cabañas; Suchitoto entre las coordenadas $13^{\circ}56'18''$ LN y $89^{\circ}01'41''$ LW y Tenancingo entre los $13^{\circ}50'13''$ LN y $88^{\circ}59'14''$ LW en el Departamento de Cuscatlán. (Figura 3).



Figura 3. Ubicación geográfica del área de estudio entre los municipios de Cinquera, Suchitoto y Tenancingo.

6.1.2 Área Boscosa

En 1993, se estimó que el bosque de Cinquera poseía en su totalidad una extensión aproximada de 40 km^2 (4,000 ha), sin tomar en cuenta la zona boscosa del río Asesecco, en el municipio de Jutiapa. Para 1999, se establece que el área boscosa consta aproximadamente de 47.1 km^2 (4,710 ha), correspondiente al municipio de Cinquera 23.2 km^2 , extendiéndose además a los municipios de Tenancingo, Jutiapa, Tejutepeque y Suchitoto, que cuentan con 12.4, 6.7, 4.0, y 0.8 km^2 respectivamente (Cruz *et al.*, CENTA-FAO, citados por Erazo & Monterrosa, 2000).

6.1.3 Clasificación del Bosque de Cinquera

La vegetación se puede clasificar bajo diferentes criterios dependiendo a los utilizados por el autor que la describe, para el caso del bosque de Cinquera este se definiría según Lauer, citado por Flores (1980) como bosque húmedo caducifolio y sabana media, en contraste, Lötscher, citado por Flores (1980), describe la vegetación como bosque seco caducifolio, estos autores utilizan criterio fisonómicos y climáticos, en cambio Flores (1980) determina la zona como selva baja caducifolia, con criterios climáticos y altitudinales. Según el mapa de sistemas vegetativos y ecosistemas de El Salvador, Ventura Centeno y Villacorta, 2000, la zona cuenta con una vegetación abierta arbustiva predominantemente decidua en época seca, sistemas productivos mixtos y zona de cultivos o mezcla de sistemas productivos mixtos, basándose en criterios fisonómicos y climáticos propuestos por UNESCO en 1974. Finalmente el sistema de clasificación propuesto por Miranda & Hernández, citado por Guariguata & Kattan (2002), que utiliza los criterios climáticos, altitudinales y fisonómicos, la zona de Cinquera correspondería a un bosque subhúmedo de montaña baja.

6.1.4 Hidrografía

La región de influencia se encuentra ubicada en la cuenca del río Lempa, principal cuenca hidrográfica del país ya que constituye el 47.91% (10,167.58 km²) del territorio nacional y dos tercios del potencial de agua disponible (PNUD, SNET, citados por Alemán, 2008). Posee una gran cantidad de cursos fluviales que tributan sus aguas hacia el Lempa y el embalse de Suchitlán, entre estos el Río Moja, Jayuca, El Salitre, Metayate, Amayo, Grande de Tilapa, Las Minas, El Potrero, Tamulasco, Los Limones, Acelhuate, Matizate, Sucio, Suquiapa, Las Pavas, Quezalapa y Asesecho, estos son abastecidos por una red de quebradas, que drenan las aguas lluvias a través de la escorrentía superficial en la época lluviosa y todo el caudal de base en la época seca. En toda la región existen numerosos nacimientos de agua de los cuales se abastecen las comunidades de la zona y son de gran importancia en el desarrollo de actividades agropecuarias como la crianza de diferentes especies de explotación ganadera y de patio y los regadíos de cultivos específicos en época seca (Alemán, 2008).

6.1.5 Geomorfología

Guevara, citado por Sánchez (1994), plantea que la zona de estudio pertenece al paisaje complejo de valles internos dispersos, de montañas y cerros, los cuales son grupos de montañas o cerros aislados que interrumpen la continuidad de la zona rodeada por el complejo de valles interiores, donde los accidentes orográficos más notables son los cerros San Antonio, El Izcanal, El Paradero, Rincón Grande, El Patacón, la Cruz, Azacualpa, El Tule, El Limón, Las Lechuzas, Tepeagua, El Paradero, Timpicuci y Azacualpa.

6.1.6 Tipo de Suelo

El bosque de Cinquera se ha desarrollado en dos tipos de suelos que pertenecen al gran grupo de Latosoles Arcillo Rojizos y en menor proporción al Litosol, predominando los suelos moderadamente profundos a superficiales, de poca a moderada pedregosidad, con textura que varían de franco a franco arcillosa. El material original está formado por lavas andesíticas, basálticas y materiales piroclásticos encontrándose usualmente a profundidades menores de un metro (Rico, 1974); presentan poca profundidad con horizontes superiores pedregosos de textura franco arcillosa. Con subsuelos formados por lavas andesíticas y basálticas en distintos grados de intemperización, éstas mismas afloran en la totalidad del área en forma de corrientes o dispersas (Menéndez y Bourne, 1965); fisiografía fuertemente diseccionada, dominando la topografía que va de alomada a montañosa (Rico, 1974).

Pabón (2001), afirma que estos suelos son bien desarrollados con estructura en forma de bloques con un color generalmente rojo aunque algunas veces se encuentran amarillentos o cafésos. Esta coloración se debe principalmente a la presencia de minerales de hierro de distintos tipos y grados de oxidación, la profundidad promedio es de un metro aunque en algunos sitios se observa afloración de roca debido a los procesos de erosión.

6.1.7 Clasificación Agrológica.

En su mayor parte los suelos de Cinquera se caracterizan por ser de uso restringido para las actividades agropecuarias, presenta las siguientes clases: VII la más predominantes con una extensión cercana al 74%, con tierras de poca profundidad y

pedregosidad, aptas únicamente para la vegetación natural o cultivos perennes (forestales), requiriere manejo cuidadoso, con limitaciones como pendientes abruptas y suelos muy superficiales. Las clases II y III, confinadas a áreas muy pequeñas y específicas de la zona, son tierras aptas para la labranza intensiva mecanizada con cultivos propios de la zona u otros que se adapten a las condiciones locales. Necesitan de prácticas intensivas de corrección y conservación así como el uso de fertilizantes, conforman un poco más del 5%. El resto muy cercano al 21% corresponde a las clases IV y VI, distribuidas de forma dispersas dentro del bosque, son tierras poco aptas para la labranza intensiva por el peligro de erosión y poca profundidad del suelo, por lo que se recomienda cultivos permanentes (Menéndez y Bourne, 1965).

6.1.8 Clima.

Según el Servicio Meteorológico Nacional (2011) basándose en el sistema climatológico propuesto por Köppen, Sapper y Laurer, el clima de la zona corresponde a tropical caliente o tierra caliente AW (aig), donde la altura sobre el nivel del mar oscila entre los 0 a 800 m, según datos recabados en la estación meteorológica del Cerrón Grande, muestran que las temperaturas máximas promedio ocurren durante los meses de marzo y abril (37.9°C), y las mínimas de septiembre a enero (19.8 °C). La temperatura promedio anual es de 26.5 °C y con una precipitación anual de 1,785 mm acumulados, siendo los valores más altos en los meses de mayo a octubre. Cuadro 1.

Cuadro 1. Cuadro resumen de las variables climáticas más importantes. Fuente: Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET), 2011.

ESTACION:		CERRON GRANDE				LATITUD NORTE:		13° 56'				
INDICE:		B-10				LONGITUD OESTE:		88° 55'				
DEPARTAMENTO:		CABAÑAS				ELEVACION :		250 msnm.				
Año/Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitación (mm)	2	2	13	74	209	326	281	299	328	194	47	10
Temp. Promedio (°C)	25.6	27.1	28.4	29.0	27.7	26.4	26.0	26.0	25.6	25.7	25.3	25.0
Temp. Máx. Promedio (°C)	35.1	36.5	37.8	38.0	35.5	33.7	33.6	32.8	31.5	32.9	33.7	34.4
Temp. Min. Promedio (°C)	18.0	19.2	20.9	22.5	22.7	22.3	21.6	21.8	21.6	21.2	19.8	18.4
Temp. Mínima Absoluta(°C)	14.7	15.1	17.0	18.3	19.6	20.3	20.0	20.1	20.1	18.4	16.1	14.4
Temp. Máxima Absoluta(°C)	37.5	38.8	40.3	40.2	38.7	36.1	35.9	35.8	35.0	35.0	36.0	36.4
Temp. Humeda Prom. °C	20.3	21.1	22.3	23.1	23.5	23.3	22.9	22.8	22.8	22.6	21.4	20.5
Luz Solar hr/día	8.9	8.9	9.4	8.3	6.9	6.7	7.9	7.8	6.2	7.4	8.3	8.8
Humeda Relativa (%)	66	61	60	62	71	77	76	77	80	78	72	68
Nubosidad en /10	3.6	3.8	4.2	5.0	6.1	6.3	6.0	6.1	6.7	6.0	4.7	4.0
Viento Rumbo Dominante	NW	NW	SW	SW	SW	NW	NW	NW	SW	NW	SW	NW
Viento Veloc. Media Km/hr	5.9	6.1	5.7	4.4	4.9	4.1	4.5	4.7	4.4	4.6	5.0	5.4

6.1.9 Rasgos socioculturales.

Cinquera es uno de los municipios de El Salvador con el menor número de pobladores, según el censo de población y vivienda de 2007 se registró un total de 1,467 personas, de las cuales 1,013 viven la zona rural, el resto de la población se asienta en la zona urbana. Separando la población por grupos de edades se concentra la mayor cantidad en el rango de 18 a 59 años con 629 personas, le sigue la población con edad entre los 7 a 17 años con 482 individuos. En cuanto a la actividad económica de la población la principal es la producción agrícola, específicamente maíz, frijol y maicillo, se observan actividades relacionadas con la ganadería pero en menor escala. El 7.73% de los hogares tienen al menos un miembro con empleo permanente, entre los tipos de empleo están: vigilante, empleada doméstica, albañil, maestras, ordenanza, carpintero. Otros ingresos de la población son las remesas familiares, el 18.81% de los hogares reciben entre \$50 a \$150 dólares mensuales, y son una fuente de ingresos importante para aquellas familias que dependen totalmente de ella.

6.2 Etapa descriptiva de la investigación

6.2.1 Unidades de análisis.

Las unidades de análisis fueron individuos de *C. salvadorensis* en el área de estudio.

6.2.2 Diseño de muestreo.

El área del estudio se definió sobre la base de la información proporcionada por los guarda recursos del Área Natural Protegida Bosque de Cinquera, en relación a los recorridos de monitoreo periódicos que estos realizan, en los cuales fueron identificados preliminarmente los sitios de presencia de individuos de *C. salvadorensis*, con esta información se delimitó la extensión del área del estudio en 12.5 Km² (Figura 3). Se identificaron once sitios donde ocurría *C. salvadorensis*, de los cuales seis se ubicaron en el municipio de Cinquera, tres en el municipio de Suchitoto y dos en el municipio de Tenancingo (Figura 4). Posteriormente en cada sitio identificado se establecieron los transectos de longitud variada definidos por la distribución de los individuos en cada sitio (Cuadro 2).

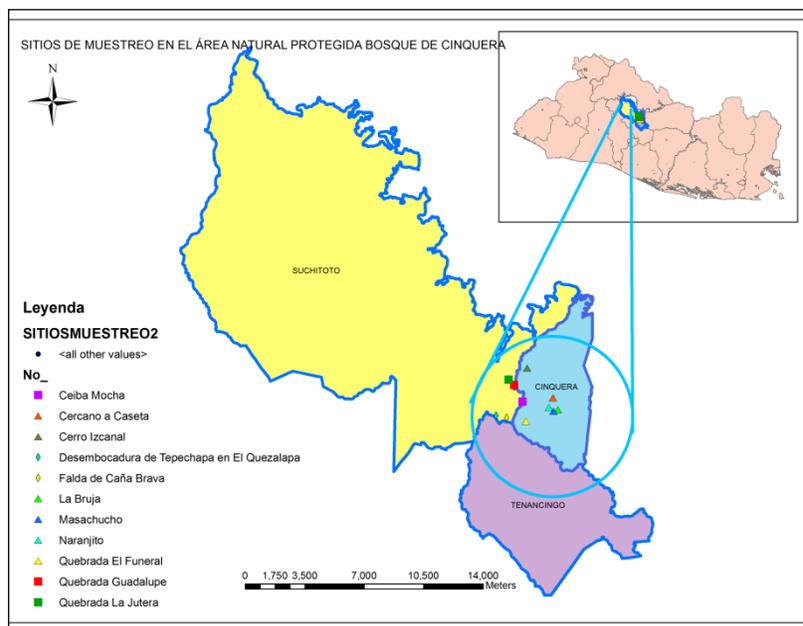


Figura 4. Ubicación de los sitios de muestreo de *C. salvadorensis*

Cuadro 2. Sitios de muestreo, ubicación (punto céntrico), altitud y área de los transectos, donde se muestrearon los individuos de *C. salvadorensis*, en el área Protegida Bosque de Cinquera.

No.	Sitios	Latitud	Longitud	m.s.n.m	Transectos (ha)
1	Ceiba Mocha	13°52'46.3"	88°58'56.7"	444	0.44
2	Cercano a caseta	13°52'53.7"	88°57'56.8"	439	*
3	Cerro Izcanal	13°53'50.9"	88°58'47.5"	470	1.44
4	Desembocadura de Tepechapa en El Quezalapa	13°52'19.1"	88°59'48.1"	298	0.03
5	Falda de Caña Brava	13°52'15.5"	88°59'27.8"	375	0.37
6	La Bruja	13°52'30.7"	88°57'47.2"	444	0.18
7	Masachucho	13°52'27.8"	88°57'55.6"	604	0.26
8	Naranjito	13°52'35.4"	88°58'04.8"	531	0.13
9	Quebrada El Funeral	13°52'08.6"	88°58'50"	480	0.45
10	Quebrada Guadalupe	13°53'18.0"	88°59'13.0"	405	0.29
11	Quebrada La Jutera	13°53'28.1"	88°59'23.6"	427	0.26
				Total	3.85

* Corresponde a un punto donde se registró únicamente un individuo, por lo que no se estableció ningún transecto.

6.2.3 Toma de datos de los individuos de *C. salvadorensis*.

El trabajo de campo se inició en el mes de diciembre de 2011 y se finalizó en septiembre del año 2012. En cada uno de los transectos se marcaron y se registraron con numeración correlativa todos los individuos de *C. salvadorensis* con DAP ≥ 5 cm, midiendo con una cinta métrica la circunferencia a 1.5 metros del suelo (Figura 5a), además se registró la altura, se contabilizó el número de ramas y la cantidad de frutos producidos por cada uno de los individuos, los cuales también fueron georeferenciados (Figura 5b).



Figura 5. a) Medición de DAP con cinta métrica. b) Registro de datos de altura, número de ramas y número de frutos. Para individuos de *C. salvadorensis*.

6.2.4 Colecta y medición de variables para frutos y semillas

La colecta de frutos se realizó, entre los meses de enero y febrero de 2012. Para estimar el número de frutos a coleccionar, se realizó un muestreo preliminar a 10 árboles, donde se obtuvo un promedio de 77.3 frutos por árbol, luego se procedió con la fórmula $n = t^2 \cdot S^2 / e^2$, resultando el tamaño de la muestra en 422 frutos. Sin embargo se cosecharon en total 433 frutos. Para determinar los árboles a considerar en esta actividad se establecieron criterios de selección, entre ellos: que contaran con ocho o más frutos, individuos que no

hubieran completado la dehiscencia de los frutos, asimismo, se descartaron aquellos árboles que estaban ubicados en zonas de difícil acceso. Dichas colectas se efectuaron en los 11 sitios de ocurrencia de la especie, en total se consideraron 33 árboles (Figura 6a). Para determinar el número de frutos a cosechar por árbol, se dividió el total de frutos a colectar entre los árboles seleccionados, seguidamente se dividió este resultado entre el número de ramas de cada árbol para obtener el número de frutos a colectar por rama. Los frutos cosechados se trasladaron en costales y se expusieron al sol durante 10 días promedio (Figura 6b).



Figura 6. a) Momento de la colecta de los frutos. b) Traslado en sacos de los frutos cosechados. Para **C. salvadorensis**

Posteriormente se midieron los caracteres biométricos de longitud y diámetro con un pie de rey con precisión 0.05 mm (Figura 7a). Asimismo, se obtuvo el peso con una balanza analítica con precisión de 0.1 g (Figura 7b).

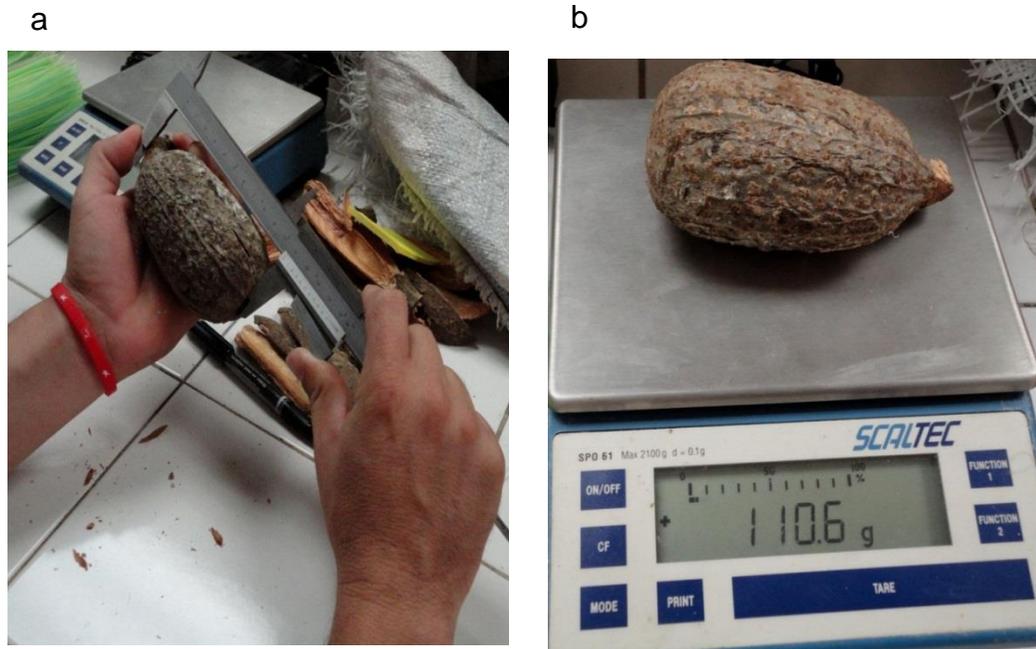


Figura 7. a) Medición de longitud y ancho. b) Medición del peso. Para frutos de ***C. salvadorensis***.

Los frutos colectados se disectaron para obtener las semillas contenidas en éstos (Figura 8), luego se contabilizó el total de semillas, las semillas viables y las inviables; las cuales fueron definidas considerando que presentaran pesos inferiores a 0.03 g, así como ausencia o escaso tejido embrionario, a cada una se les midió el diámetro y largo con un pie de rey con precisión de 0.05 mm, también se pesaron en una balanza analítica con precisión de 0.01 g. Los datos obtenidos de las mediciones de las semillas se correlacionaron con los caracteres biométricos y el peso de los frutos para evaluar algún grado de asociación entre estos.

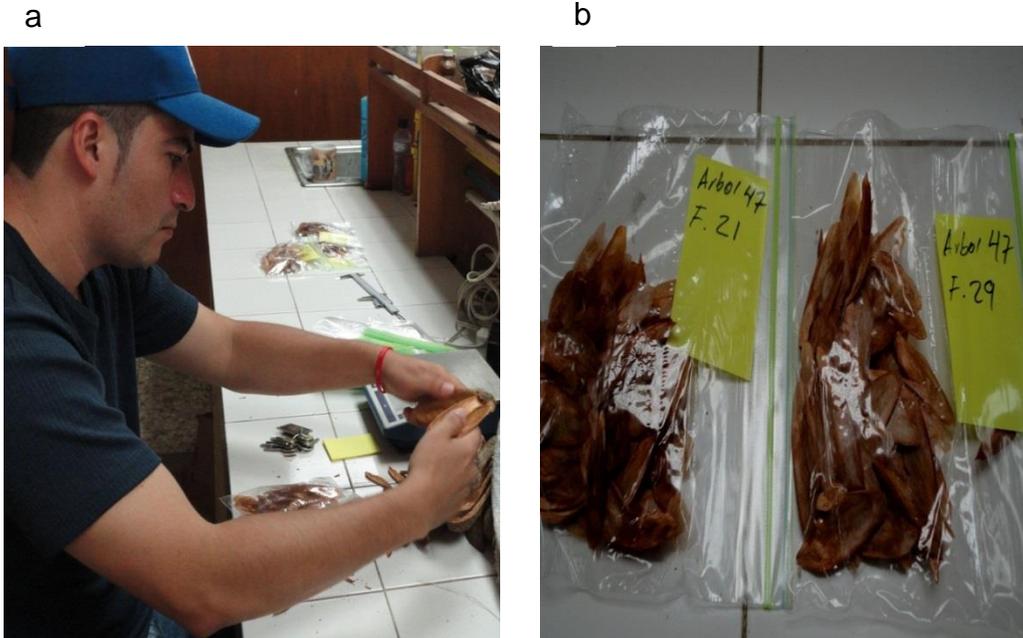


Figura 8. a) Disección de frutos para obtención de semillas. b) Semillas separadas por árbol y fruto. De *C. salvadorensis*.

6.2.5 Toma de muestras y datos de variables edáficas en los sitios donde ocurre *C. salvadorensis*.

6.2.5.1 Colecta de muestras para medir nutrientes del suelo.

La toma de muestras de suelo se tomaron en las donde se registraron individuos de *C. salvadorensis* con un DAP estadísticamente igual, para lo cual se efectuó una prueba de Intervalo de Confianza (IC) al 95% en todos los individuos muestreados, resultando estadísticamente similares los árboles que tenían un DAP en el intervalo de 28 a 34 cm, dentro de dicho intervalo se encontraron 16 individuos (Cuadro 3), tomándose igual cantidad de muestras de suelo según metodología propuesta por el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, establecido en el Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Foliares para la Nutrición de Limón, Aguacate, Cocotero y Marañón (CENTA 2006), los sitios donde se tomaron las muestras fueron georeferenciados y ubicados en un mapa (Figura 9). Las muestras tomadas de suelo se enviaron al laboratorio de suelos de la Facultad de Ciencias Agronómicas de La Universidad de El Salvador, donde se analizaron los parámetros de Contenido de Nitrógeno, Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), porcentaje de materia orgánica y pH. A partir del resultado de materia orgánica se procedió a calcular la relación Carbono/Nitrógeno del suelo, y la cantidad de humus en toneladas métricas.

Cuadro 3. Detalle de los árboles y los sitios donde se tomaron las muestras de suelo, para determinar la cantidad de los nutrientes.

Nº	Árbol	DAP (cm)	Sitios	Coordenadas	
				LN	LW
1	7	32.8	Quebrada La Bruja	13°52'29.2"	88°57'46.2"
2	8	31.8		13°52'28.9"	88°57'46.4"
3	13	29.9	Quebrada Masachucho	13°52'25.2"	88° 57'55.3"
4	18	30.6		13°52'25.1"	88°57'54.6"
5	36	29.3		13°52'28.7"	88°57'55.9"
6	23	31.8	Cercano a caseta	13°52'53.7"	88°57' 56.8"
7	27	31.2	Quebrada El Naranjito	13°52'35.6"	88°58'05.1"
8	68	31.8	Quebrada La Ceiba	13°52'47.4"	88°58'56.9"
9	69	31.8		13°52'47.4"	88°58'77.5"
10	90	32.8		13°52'41.9"	88°58'59.5"
11	97	30.55		13°52'42.1"	88°58'58.1"
12	127	31.2	Quebrada El Funeral	13°52'09.1"	88°58'50.0"
13	129	32.8		13°52'08.4"	88°58'50.0"
14	131	28.6		13°52'14.9"	88°58'00.2"
15	153	30.0	Quebrada La Jutera	13°53'26.2"	88°59'25.2"
16	161	28.6		13°53'32.8"	88°59'21.6"

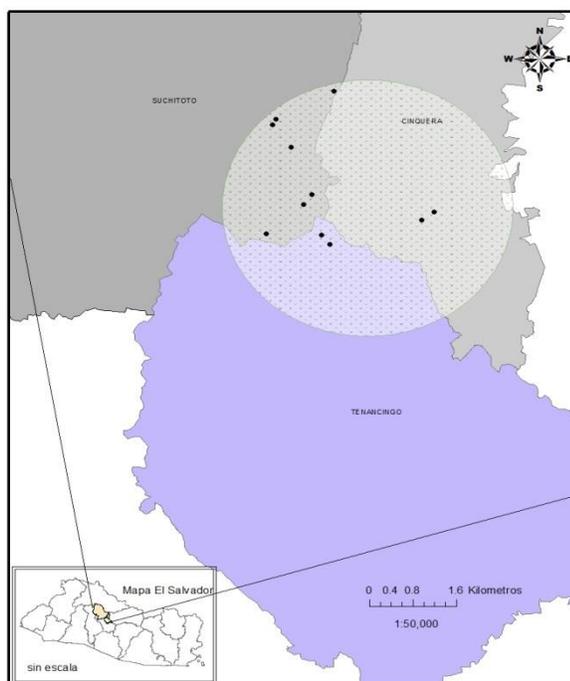


Figura 9. Ubicación de los sitios donde se tomaron las muestras de suelo para determinación de nutrientes.

6.2.5.2 Montaje de calicatas y colecta de muestras para medir variables físicas del suelo.

Para determinar los parámetros físicos del suelo se procedió a realizar 11 calicatas, con dimensiones de 1.5 m de largo, 0.8 m de ancho y la profundidad delimitada por la presencia de roca (Figura 10). Las calicatas se ubicaron en 9 sitios (Figura 11), excavadas dentro del transecto donde existía la mayor concentración de los individuos de **C. salvadorensis**. Luego de excavar las calicatas y medir la profundidad efectiva, se tomaron muestras de suelo de un kilogramo en cada uno de los horizontes presentes y se llevaron al laboratorio de suelos del CENTA. Los parámetros evaluados en el laboratorio fueron el color, textura y estructura.



Figura 10. a) Excavación de calicatas. b) Medición de horizontes en calicatas, en sitios de ocurrencia de **C. salvadorensis**.

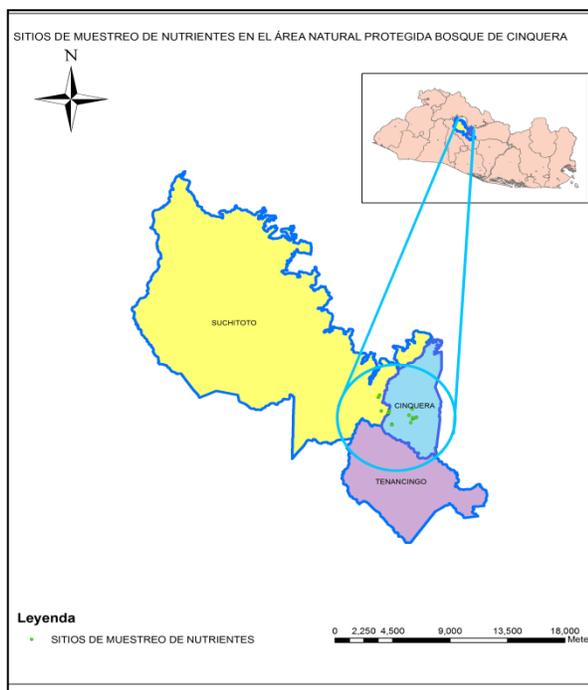


Figura 11. Ubicación de sitios donde se elaboraron calicatas para la determinación de parámetros físicos del suelo.

6.2.5.3 Medición de variables fisiográficas del suelo

En cada sitio donde ocurrió la especie se evaluaron las siguientes variables fisiográficas: pendiente del terreno en porcentaje, la cual se midió con una cinta métrica y un nivel; el grado de erosión y pedregosidad se determinó mediante la observación directa. Los datos de cada variable se recolectaron dentro de la proyección del diámetro de la copa de cada individuo de *C. salvadorensis*. Las categorías para la evaluación de estas variables se tomaron de la metodología de capacidad de uso de las tierras. Disponible en <http://www.inbio.ac.cr/araucaria/metcap.pdf>.

6.3 Etapa experimental de la investigación

6.3.1 Diseño experimental

Para el ensayo germinación de *C. salvadorensis*, se utilizó un diseño factorial de 2x3, con arreglo completamente al azar, teniendo como factor A dos ambientes lumínicos (luz y sombra); y como factor (B), tres pesos de semillas; Psem₁: mayor o igual a 0.11 g, Psem₂: de 10.99 a 0.08 g y Psem₃: de 0.07 a 0.03 g. El experimento constó de 6 repeticiones y tuvo un total de 36 unidades (Cuadro 4).

El modelo estadístico para el diseño empleado en el presente estudio se expresa con la siguiente fórmula: $X_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$; con $i=1, 2, \dots, a$; $j=1, \dots, b$; $k=1, \dots, n$

X_{ijk} es una observación típica, μ es una constante, α representa un efecto debido al factor A, β un efecto debido al factor B, $(\alpha\beta)$ un efecto debido a la interacción del factor A y B y ε_{ijk} error experimental.

Cuadro 4. Esquema del diseño experimental de la germinación de **C. salvadorensis** en dos ambientes lumínicos, con tres tipos de pesos de semilla.

Luz (a_1)			Sombra (a_2)			Repeticiones
Psem ₂	Psem ₁	Psem ₃	Psem ₂	Psem ₁	Psem ₃	R1
Psem ₁	Psem ₂	Psem ₃	Psem ₁	Psem ₃	Psem ₂	R2
Psem ₂	Psem ₁	Psem ₃	Psem ₁	Psem ₂	Psem ₃	R3
Psem ₃	Psem ₁	Psem ₂	Psem ₁	Psem ₂	Psem ₃	R4
Psem ₁	Psem ₃	Psem ₂	Psem ₂	Psem ₃	Psem ₁	R5
Psem ₁	Psem ₂	Psem ₃	Psem ₃	Psem ₁	Psem ₂	R6

6.3.2 Montaje del ensayo de germinación.

El experimento de germinación de semillas se instaló a 200 metros de la caseta de entrada al Área Natural Protegida Bosque de Cinquera, municipio de Cinquera, entre las coordenadas 13°52'47.4" LN y 88°57'47.7" LW, a 390 m.s.n.m. La germinación de las semillas se llevó a cabo en bandejas de madera forradas con polietileno negro. Las dimensiones de las bandejas eran de 54 cm de largo, por 35 cm de ancho y 17 cm de alto. En cada bandeja se sembró 15 semillas de **C. salvadorensis**, a una distancia de 10 por 10 cm y una profundidad promedio de 0.5 cm (Figura 12).



Figura 12. Siembra de semillas de *C. salvadorensis* en bandejas de madera.

Se identificaron tres pesos de semillas (P_{sem_1} , P_{sem_2} y P_{sem_3}), las cuales fueron sembradas en dos ambientes lumínicos: uno con luz y otro en sombra. En el tratamiento con luz las plántulas germinadas estuvieron expuestas a un promedio de 70448.25 grados lux; en el tratamiento de sombra, las plántulas estuvieron bajo un techo construido con palmas de coco, y la intensidad lumínica promedio fue de 3114.97 grados lux. Las dimensiones del techo fueron de 4.0 m de largo por 3.0 m de ancho; 2.3 m de alto en la parte superior y 1.65 m en la parte inferior.

El suelo para la germinación de las semillas se tomó de los sitios donde ocurrió la especie. Se obtuvieron porciones de suelo a una distancia de 1.5 m con respecto al tallo del árbol y una profundidad de 15 cm. Posteriormente se transportaron en sacos hasta el sitio del ensayo, en donde la tierra se mezcló hasta constituir un sustrato homogéneo; esto para simular las condiciones edáficas donde se desarrolla manera natural. Se tomó una muestra del sustrato y se realizó un análisis físico-químico en el laboratorio del CENTA, luego se llenó las bandejas para sembrar las semillas, Posteriormente se cubrieron las bandejas con hojas de zacate para proteger las semillas del golpe del agua de riego y evitar que se destaparan. Catorce días posteriores a la siembra se estimó el porcentaje de semillas germinadas, considerando para ello el número de semillas nacidas, entre el número de semillas sembradas por 100.

6.3.3 Evaluación de los índices de esbeltez y calidad de Dickson

Sesenta días después de la germinación, se tomó una muestra de 48 plántulas por ambiente lumínico seleccionadas aleatoriamente, para realizar un análisis comparativo de las partes de las plántulas. A las plántulas seleccionadas se les midió el diámetro en la base del tallo y su altura, se separó el suelo para dejar la raíz desnuda; asimismo, se separó la raíz, el tallo y las hojas, se colocaron por separado en bolsas de papel, para secarlas durante 72 horas en estufa a 50° C. Una vez secas se determinó el porcentaje de materia seca de tallo, hojas y raíz (Anexo 3). Esta prueba se realizó en el laboratorio de suelo del CENTA.

Con los datos anteriores se estimaron el índice de esbeltez, la relación parte aérea/raíz y el índice de calidad de Dickson. El índice de esbeltez (IE) se calculó mediante el cociente de la altura de la parte aérea en cm entre el diámetro del tallo en mm. La relación parte aérea/raíz se calculó como el cociente entre el peso seco de la parte aérea en gramos y el peso seco de la raíz en gramos. El índice de calidad de Dickson (ICD), es igual al peso seco total (g)/ (altura cm /diámetro mm) + (peso seco aéreo g/ peso seco radical g) (Dickson *et al.* 1960, citado por Mateo-Sánchez, *et al.*, 2011).

6.3.4 Procesamiento y análisis de datos.

6.3.4.1 Análisis descriptivo

Los datos de campo de los individuos de *C. salvadorensis* se procesaron para determinar la distribución por categorías diamétrica y de altura, la densidad en términos de número de individuos por transectos (sitios) y área basal (m^2ha^{-1}). La producción de frutos se definió como la sumatoria de frutos de los individuos en las distintas clases diamétricas, se estimó el número total de semillas promedio por fruto, se calcularon los promedio de las variables morfológicas del fruto (largo y ancho) y el peso promedio de estos así como las semillas viables e inviables promedio por fruto, también se promedió el largo ancho y peso de las semillas, todas estas variables fueron agrupadas en relación a las clases diamétricas de los árboles. Se calcularon las frecuencias y se graficaron los resultados de las variables fisiográficas y físicas del suelo.

6.3.4.2 Análisis Experimental

Utilizando el programa Excel (versión 2010), se realizaron las pruebas de correlación con alfa de 0.05 para las variables tamaño del fruto y el número de semillas (viables e inviables), peso del fruto y número de semillas, parámetros morfológicos del fruto y el número de semillas. Se correlacionaron las variables edáficas químicas del suelo con el número de frutos producidos por árbol. Asimismo, se calculó la prueba estadística T-student ($P \leq 0.01$ y 0.05) para evaluar las diferencias de promedios de altura y diámetro de las plantas, e índice de esbeltez y calidad de Dickson por ambiente lumínico. El análisis de varianza del ensayo de germinación de las semillas de **C. salvadorensis** se efectuó con el programa SPSS versión 17.0, utilizando un alfa de 0.05.

VII. RESULTADOS

7.1 Población de *C. salvadorensis*

Se contabilizaron un total de 163 individuos de *C. salvadorensis* distribuidos en los once sitios de muestreo (Figura 13). En el sitio Ceiba Mocha se registró la mayor cantidad de individuos (39), los sitios Masachucho, Quebrada Funeral y Quebrada La Jutera 26, 24 y 23 individuos respectivamente; los demás sitios presentaron entre 17 y 1 individuos.

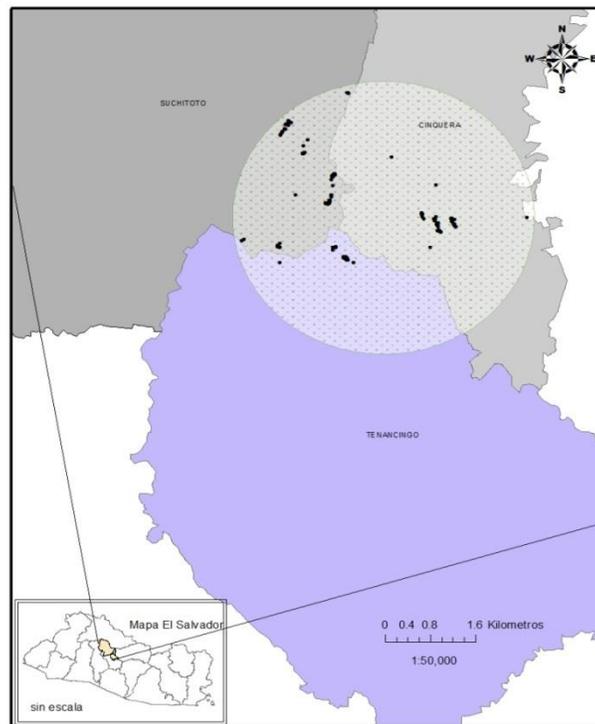


Figura 13. Ubicación de los individuos de *C. salvadorensis* en la zona de estudio

En relación a la densidad expresada en número de individuos por hectárea, los sitios Masachucho, Ceiba Mocha y Quebrada La Jutera cuentan con los valores más altos de 101.6 ind. ha⁻¹, 88.6 ind. ha⁻¹ y 87.8 ind. Ha⁻¹ respectivamente. En el sitio Desembocadura de Tepechapa en El Quezalapa la densidad estimada fue de 100 ind. ha⁻¹, no obstante, este resultado obedece a una relación de 3 individuos encontrados en un transecto de 300 m². Las densidades más bajas se registraron en La Quebrada Guadalupe con 24.6 ind. ha⁻¹. El Cerro Izcanal con 3.5 ind. ha⁻¹ (Figura 14).

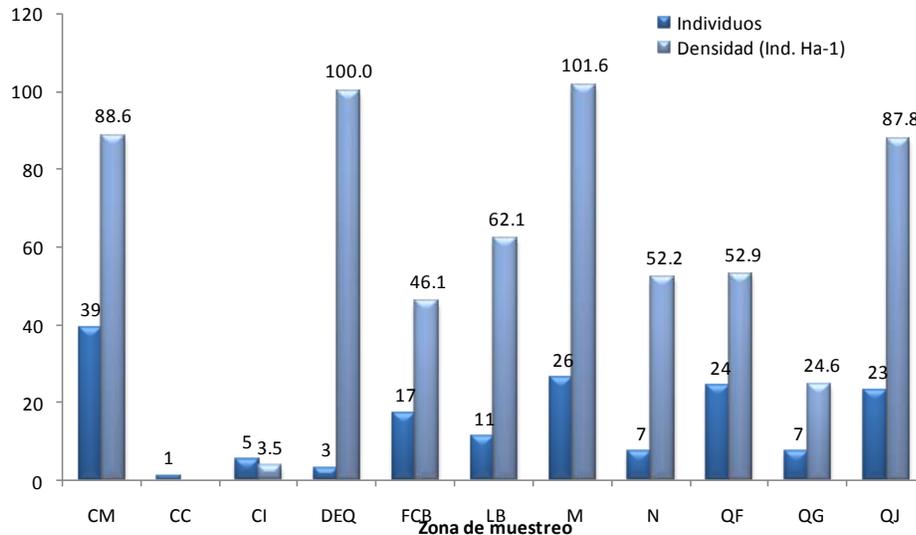


Figura 14. Número de individuos de *C. salvadorensis* por zonas de muestreo, en el Área Protegida Bosque de Cinquera. Leyenda: CM: Ceiba Mocha, CC: Cercano a caseta, CI: Cerro Izcanal, DEQ: Desembocadura de Tepechapa en El Quezalapa, FCB: Falda de Caña Brava, LB: La Bruja, M: Masachucho, N: Naranjito, QF: Quebrada El Funeral, QG: Quebrada Guadalupe, y QJ: Quebrada La Jutera

7.2 Estructura de la población de *C. salvadorensis*

7.2.1 Estructura horizontal

Los individuos de *C. salvadorensis* presentaron un diámetro promedio de 31.4 ± 15.95 cm. La distribución diamétrica (Figura 15) muestra que la mayoría de los individuos se encuentran en las primeras tres clases diamétricas, acumulando 137 individuos. En las clases diamétricas entre 46 a 104 cm existe una marcada reducción de los individuos, registrando valores entre 18 y 1. El comportamiento de las distribuciones diamétricas se asemeja al modelo de “J” invertida.

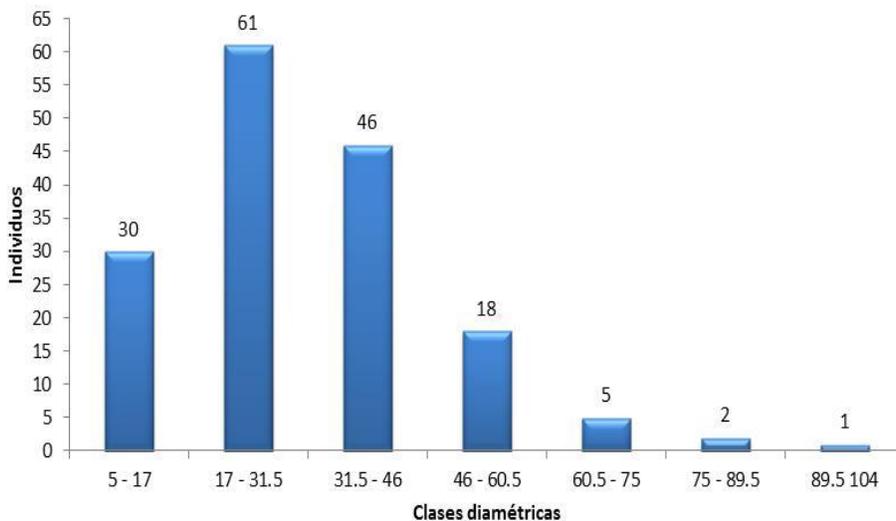


Figura 15. Distribución diamétrica de individuos de *C. salvadorensis* en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

Respecto al área basal de los individuos de *C. salvadorensis* se estimó un valor total de 15.85 m². Los sitios que presentaron mayor área basal fueron Masachucho, Quebrada La Jutera y Ceiba Mocha con 3.14m², 3.07m² y 3.07 m² respectivamente, estos sitios también son los que presentan la mayores abundancias de individuos. Los valores de área basal intermedios fueron estimados para los sitios Quebrada El Funeral con un valor de 2.22 m² y La Bruja 1.15 m². El resto de los sitios registraron los valores más bajos entre 0.91 m² y 0.08 m² (Figura 16).

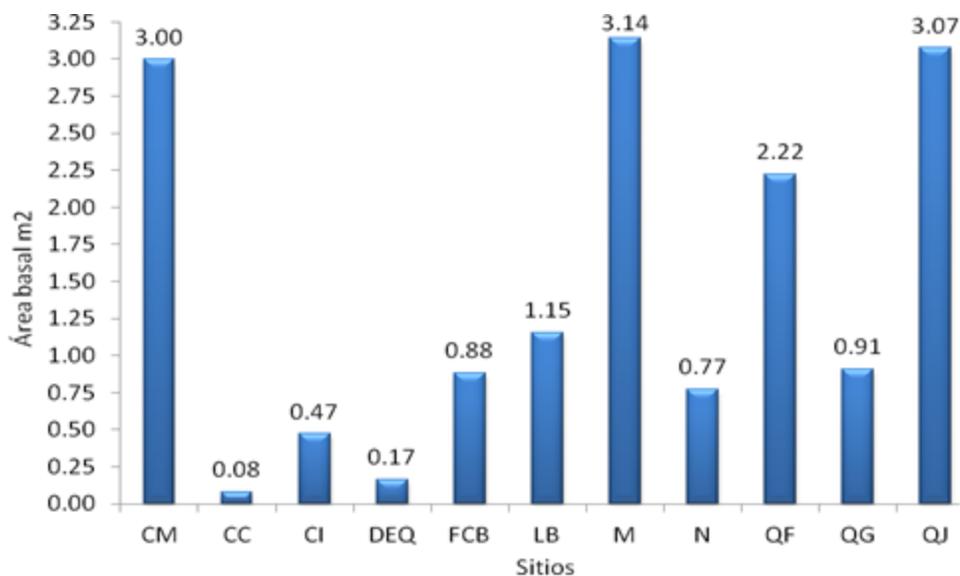


Figura 16. Área basal de los individuos de *C. salvadorensis* por zonas de muestreo, en el Área Protegida Bosque de Cinquera. Leyenda: CM: Ceiba Mocha, CC: Cercano a caseta, CI: Cerro Izcanal, DEQ: Desembocadura de Tepechapa en El Quezalapa, FCB: Falda de Caña Brava, LB: La Bruja, M: Masachucho, N: Naranjito, QF: Quebrada El Funeral, QG: Quebrada Guadalupe, y QJ: Quebrada La Jutera.

Los individuos de ***C. salvadorensis*** presentaron una altura promedio de 10.55 ± 3.0 m, La distribución de altura muestra una abundancia de 9 individuos en las clases de altura entre los 2 a 6 m. En las siguientes tres clases de altura entre los 6 a 12 m muestra un comportamiento creciente registrándose una abundancia entre 13 hasta 44 individuos. En la clase de altura de 12 a 14 m fueron contabilizados 40 individuos, en las últimas dos clases de altura hay una marcada reducción del número con 22y 4 individuos respectivamente (Figura 17).

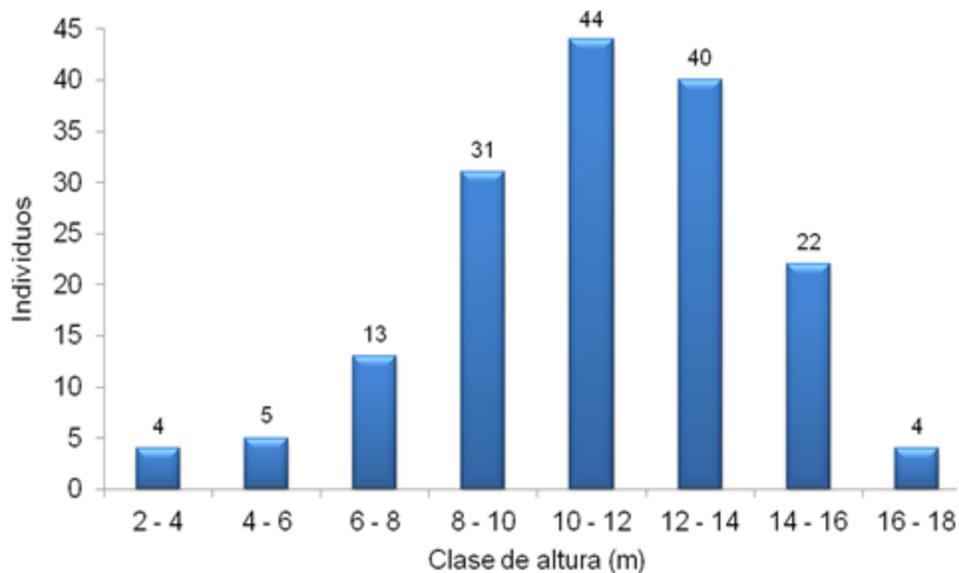


Figura 17. Distribución de altura de individuos de ***C. salvadorensis*** en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

7.3 Producción de frutos

7.3.1 Producción de frutos por clase diamétrica

En los 163 árboles de ***C. Salvadorensis*** se contabilizo una producción total de 6,521 frutos, registrándose en promedio 40 frutos por individuo, en el cuadro 5 se muestra la cantidad de frutos contabilizados por clase diamétrica. La menor cantidad de frutos contabilizados corresponde a los individuos que presentan diámetros de 5 a 17 cm y mayores a 75 cm, registrando 402 frutos. La mayor producción de frutos se acumula en las clases diamétricas entre los 17 a 75 cm sumando en éstas 6,119 frutos (Figura 18)

Cuadro 5. Número de individuos, cantidad y promedio de frutos de *C. salvadorensis* por clase diamétrica, en el Área Protegida Bosque de Cinquera. * Promedio del total de frutos entre individuos

Clases diamétricas (cm)	Individuos	Frutos	Promedio de frutos/individuos
5 - 17	30	107	4
17 - 31.5	61	1631	27
31.5 - 46	46	2343	51
46 - 60.5	18	1284	71
60.5 - 75	5	861	172
75 - 89.5	2	206	103
89.5 - 104	1	89	89
TOTAL	163	6,521	40*

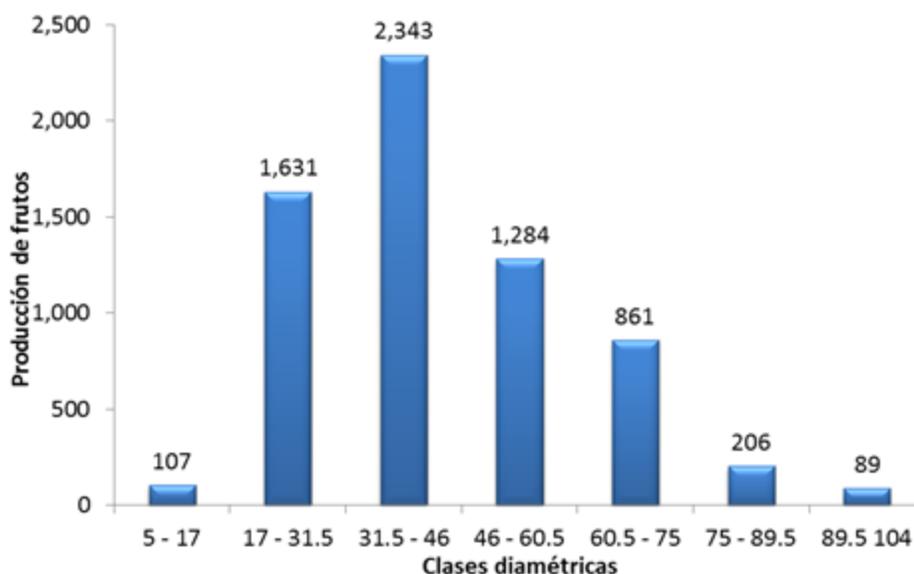


Figura 18. Producción de frutos de *C. salvadorensis* por clase diamétrica, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

Los mayores promedios de frutos por individuos se registraron en las clases diamétricas superiores, la clase diamétrica de 60.5 a 75 cm obtuvo 172 frutos por individuo, le siguen las clases diamétricas de 75 a 89.5 y de 89.5 a 104 cm, con 103 y 89 frutos por individuo respectivamente. Mientras los promedios más bajos se encuentran en las primeras dos clases diamétricas promediando 4 y 27 frutos por individuo respectivamente. Las clases diamétricas intermedias entre 31.5 a 60.5 cm cuentan con promedios de 51 y 71 frutos por individuos (Figura 19).

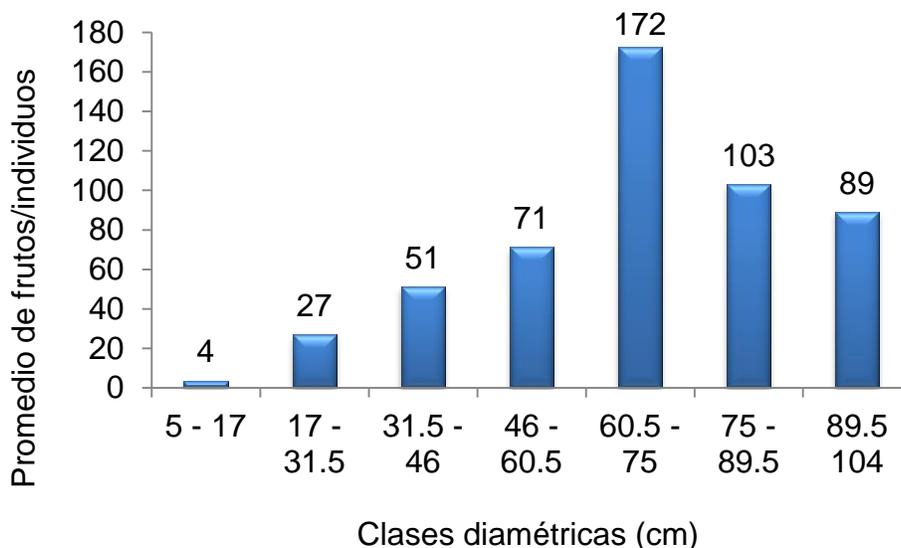


Figura 19. Producción promedio de frutos por individuos de *C. salvadorensis* por clase diamétrica, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

7.3.2 Producción de frutos por clase de altura

La menor cantidad de frutos producidos corresponde a las clases de altura de 2 a 4, de 4 a 6 y de 6 a 8m, registrando 1, 3 y 5 frutos por árbol respectivamente. Las clases de altura de 16 a 18 m y de 8 a 10 obtuvieron una producción de 349 y 608 frutos respectivamente. Mientras que las clases de 10 a 12, de 12 a 14 y de 14 a 16 m, produjeron la mayor cantidad de frutos, representados por de 1,781, 2,201 y 1,494 frutos equitativamente. Siendo la clase de altura de 12 a 14 m la más productiva. (Figura 20).

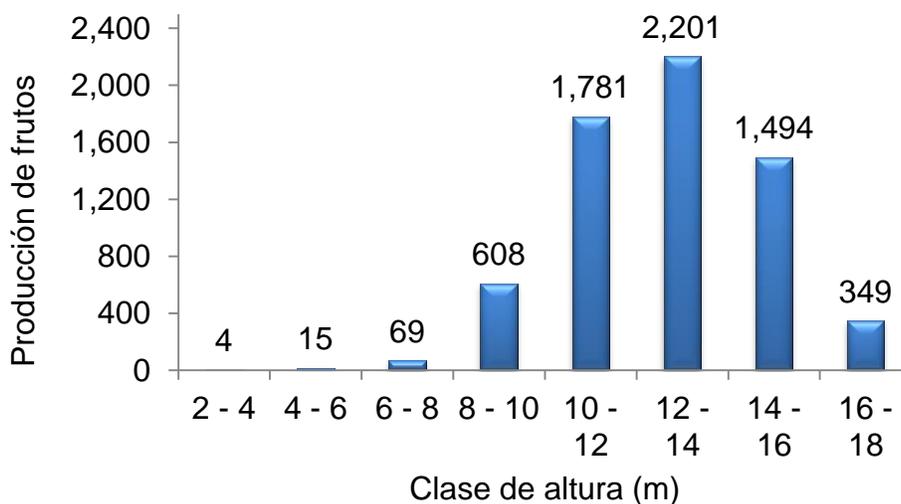


Figura 20. Producción de frutos de *C. salvadorensis* por clase de altura, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

La figura 21 evidencia un comportamiento donde el promedio de frutos por árbol aumenta progresivamente a medida incrementan la altura de los árboles. Las clases de altura de 2 a 4, 4 a 6 y 6 a 8 m presentan los promedio más bajos con 1, 3 y 5 frutos por individuo respectivamente, en las clases de altura intermedia que son de 8 a 10, 10 a 12 y 12 a 14 m se experimenta un incremento con promedios de 20, 40 y 55 frutos por árbol. Las restantes dos clases diamétrica muestran los promedios más altos con valores de 68 y 87 frutos por árbol.

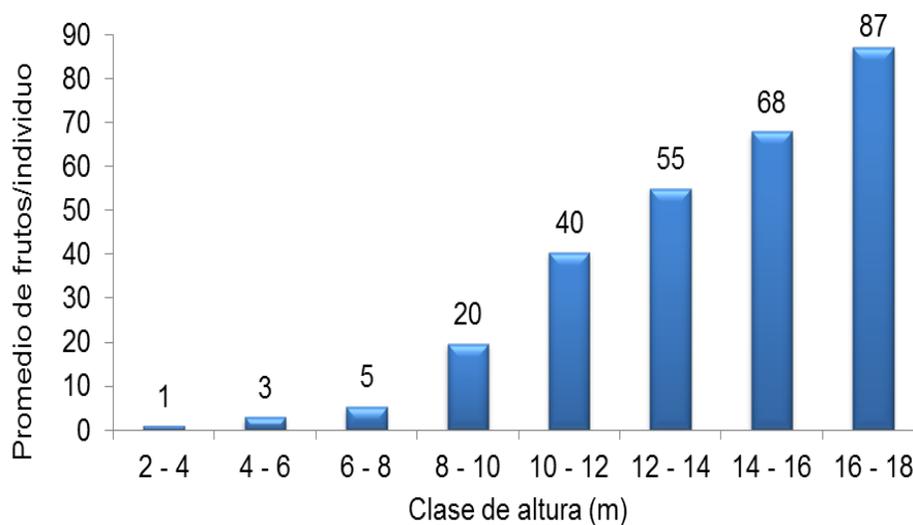


Figura 21. Producción promedio de frutos por individuos de *C. salvadorensis* por clase de altura, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

7.4 Caracteres biométricos y peso de los frutos de *C. salvadorensis*

En el cuadro 6 se muestra los valores de los parámetros biométricos (largo y ancho) y el peso de los frutos. En relación al diámetro de los frutos se presentó un promedio de 4.71 ± 0.34 cm, un máximo de 5.5 y un mínimo de 4.2 cm. El largo promedio de los frutos fue de 11.8 ± 1.42 cm, un máximo de 14.0 y un mínimo de 8.5 cm. El peso de los frutos registró un promedio de 76.5 ± 22.6 g, un máximo de 158.44 g y un mínimo de 45.86 g.

Cuadro 6. Promedios de los caracteres biométricos y peso de los frutos de 34 árboles que tenían las mayores producciones de frutos de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

Árbol	Diámetro	Largo	Peso (gr)	Árbol	Diámetro	Largo	Peso (gr)
	cm				cm		
1	5.12	10.02	71.60	48	5.22	9.67	84.06
4	4.34	11.10	80.30	59	4.46	9.34	52.76
5	4.22	9.99	59.76	74	4.40	11.98	47.50
6	4.79	12.01	88.13	75	4.33	10.75	45.86
7	4.66	10.56	67.53	90	4.34	12.88	62.68
9	4.43	9.99	64.03	92	4.66	10.28	75.40
11	5.33	11.11	86.00	96	5.46	13.05	158.44
13	5.03	12.30	91.92	103	4.25	10.88	69.23
15	4.57	11.00	70.77	105	5.30	11.61	127.40
18	4.77	10.61	72.40	107	4.69	9.80	57.53
21	4.57	9.20	51.58	109	4.63	11.55	79.79
24	4.61	8.47	61.94	121	5.05	9.10	61.07
27	5.03	11.31	100.99	123	4.76	12.73	79.62
28	4.55	12.79	91.88	126	4.55	12.99	89.90
29	4.29	14.02	65.69	128	5.06	12.57	96.00
33	4.53	12.10	78.43	Promedio	4.71	11.18	76.50
36	4.70	11.90	70.60	s	0.34	1.42	22.60
45	4.37	9.21	50.70	Máximo	5.5	14.0	158.44
47	4.93	13.31	89.40	Mínimo	4.2	8.5	45.86

En cuanto al peso promedio por fruto, los valores más altos fueron para las clases diamétricas de 17 a 27 y de 47 a 57 cm con 83.45 y 84.45 g respectivamente. La clase diamétrica de 57 a 67 cm mostro el valor promedio más bajo representado por 62.62 g, en las clases diamétricas de los 27 a 37 y 37 a 47 cm el peso promedio de los frutos oscilo entre 75.13 y 76.15 g correspondientemente, y la clases diamétrica mayor a los 67 cm presento un peso promedio de 70 g (Cuadro 6 y Figura 22).

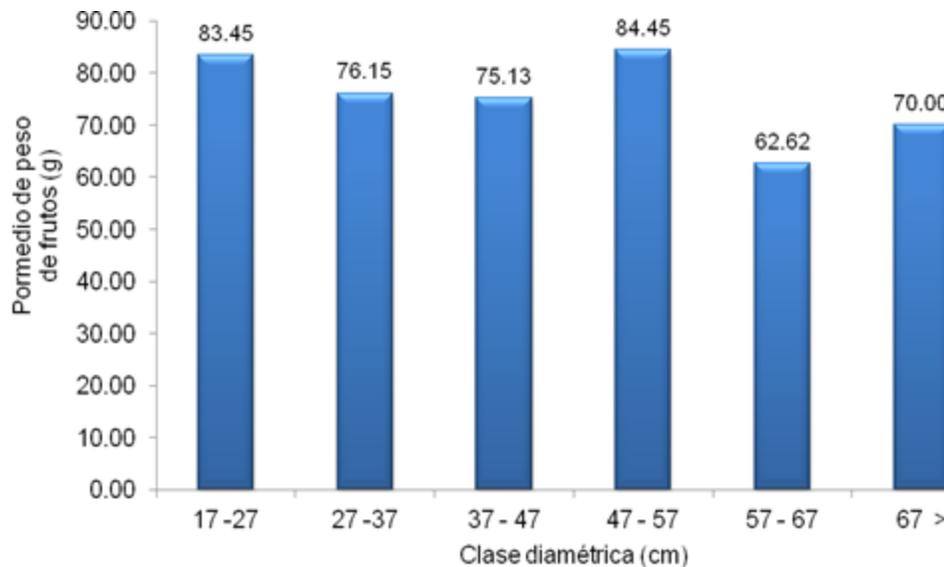


Figura 22. Promedio de peso por clase diamétrica de los frutos colectados de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

7.5 Producción de Semillas

7.5.1 Producción de semillas por clase diamétrica

En relación al total de 163 árboles de *C. salvadorensis* registrados, se estimó una producción total de $355,835.7 \pm 42,906.9$ semillas. Del total de semillas $261,275 \pm 30,136.7$ (73.4%) corresponden a semillas viables, y $94,560.7 \pm 12,897.4$ (26.6%) son semillas inviables. El número de semillas por Kg fue de 11,511, el 72% corresponde a semillas viables y el 28% a semillas inviables. El 12.62% de las semillas viables corresponden al rango de peso de 0.03 y 0.07 g, el 9.85% al rango de peso de 0.07 a 0.1 g, y el 77.53 tiene un peso superior a 0.1 g.

La clase diamétrica de 5 a 17 cm registró una producción total de 5,690.4 de semillas, de éstas 4,210.8 (74%) son viables y 1,479.7 (26%) inviables. En las clases diamétricas de 17 y 75 cm donde se acumulan la mayor cantidad de individuos, presentaron la mayor producción de semillas, registrando la clase diamétrica de 31.5 a 46 cm un total de 126,615.6 semillas, de las cuales el 70.4% son semillas viables y 29.6% inviables. En la clase diamétricas de 75 a 89.5 cm con 2 árboles, la producción total de semillas correspondió a 12,394.3 de estas 83.4% son viables y el 16.6% inviables. Para la clase

diamétrica de 89.5 a 104 cm con un árbol la producción total estimada fue de 5,540.5 semillas, de estas el 84.7% son viables y 15.3% inviables (Cuadro 7 y Figura 23).

Cuadro 7. Número de semillas estimada por clase diamétrica, para la población de los individuos de *C. salvadorensis* en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

Clase diamétrica (cm)	Número de semillas estimadas				
	Semillas viables	% semillas viables	Semillas inviables	% semillas inviables	Total
5 - 17	4,210.8	74.0	1,479.7	26.0	5,690.4
17 - 31.5	63,238.3	71.1	25,734.6	28.9	88,972.9
31.5 - 46	89,077.5	70.4	37,538.1	29.6	126,615.6
46 - 60.5	43,377.2	77.5	12,620.4	22.5	55,997.6
60.5 - 75	46,342.1	76.4	14,282.5	23.6	60,624.5
75 - 89.5	10,334.3	83.4	2,060.0	16.6	12,394.3
89.5 - 104	4,694.8	84.7	845.5	15.3	5,540.3
Total	261,275.0	73.4	94,560.7	26.6	355,835.7
s	30,136.7		12,897.4		42,906.9

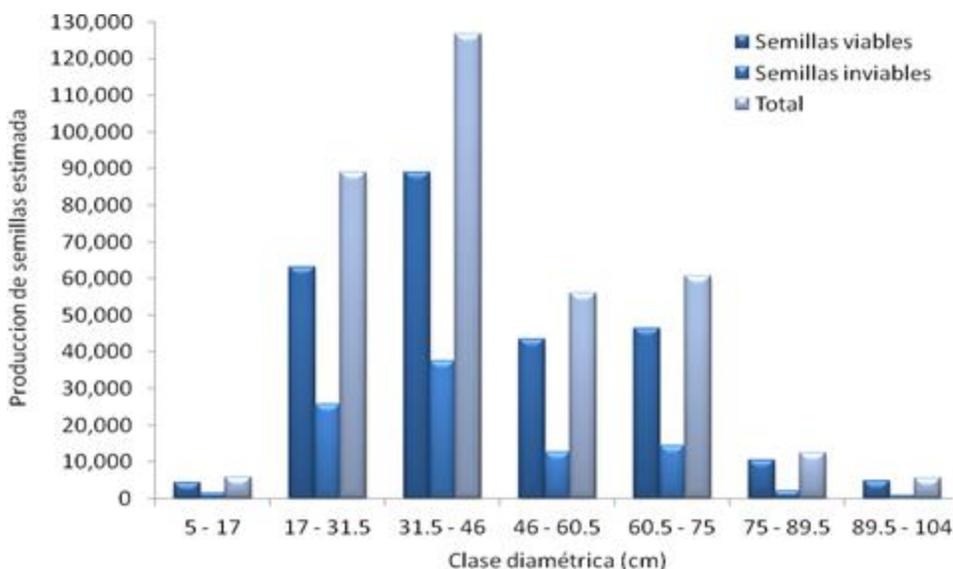


Figura 23. Producción de semillas de *C. salvadorensis* por clase diamétrica, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

7.5.2 Número de semillas por fruto

El promedio de semillas por frutos estimado fue de 56.9 ± 7.8 , de estas 43.8 (76.98%) son semillas viables y 13.1 (23.02%) semillas inviables. Las clases diamétricas que corresponden de 5 a 46 cm presentan promedio que oscilan de los 53.2 hasta 54.6

semillas por fruto, donde las semillas viables tienen valores de 38 a 39.4 semillas por fruto y las semillas inviables con promedio de 13.8 a 16. La clase diamétrica de 46 a 60.5 cm registró una disminución en la producción de semillas, con respecto a las clases diamétricas menores, obteniendo un promedio de 43.6 de la cuales 33.8 son semillas viables y 9.8 corresponde a semillas inviables. Los árboles agrupados en las clases diamétricas mayores a 60.5 cm presentan los valores más altos en la producción total promedio de semillas los cuales varían de 60.2 a 70.4. Los árboles que se encuentran en estas mismas clases diamétricas presentaron los mayores promedio de semillas viables entre 50.2 y 53.8; el número de semillas inviables varió entre 9.5 a 16.6 (Cuadro 8 y Figura 24).

Cuadro 8. Promedio semillas por frutos por clase diamétrica, de los individuos de *C. salvadorensis* en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

Clase diamétrica (cm)	Promedios semillas por fruto		
	Semillas viables	Semillas inviables	Promedio total
5 – 17	39.4	13.8	53.2
17 - 31.5	38.8	15.8	54.6
31.5 – 46	38.0	16.0	54.0
46 - 60.5	33.8	9.8	43.6
60.5 – 75	53.8	16.6	70.4
75 - 89.5	50.2	10.0	60.2
89.5 – 104	52.8	9.5	62.3
Total	43.8	13.1	56.9
s	7.6	3.0	7.8

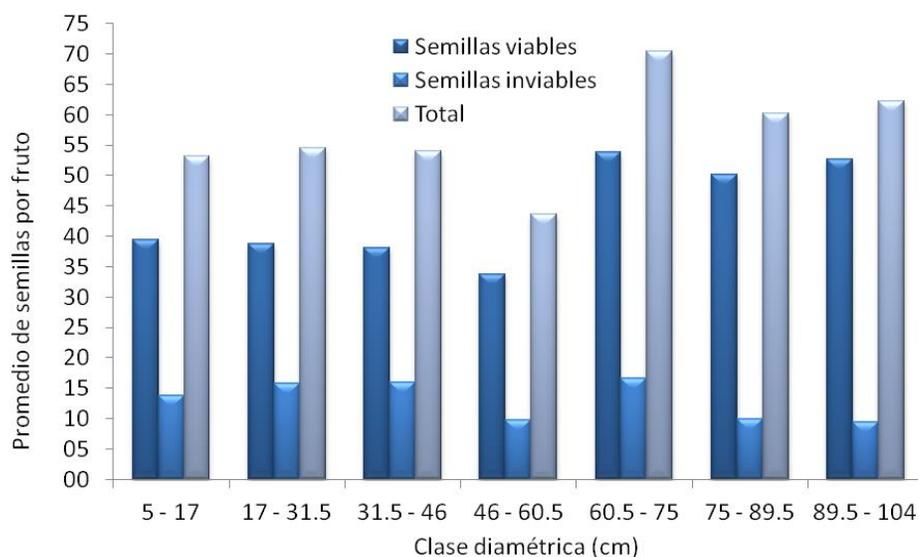


Figura 24. Producción promedio de semillas por fruto de *C. salvadorensis* por clase diamétrica, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

Al correlacionar el DAP de los árboles y el promedio de semillas por fruto se encontró una correlación de 0.5 ($P \leq 0.1$), la cual no es significativa estadísticamente (Figura 25a), sin embargo, los árboles con mayor diámetro producen la mayor cantidad de semillas promedio por fruto. Se obtuvo una correlación de 0.74 ($P \leq 0.02$) entre DAP y producción promedio de semillas viables por fruto. Esto explica que los árboles con mayor diámetro producen mayor cantidad de semillas viables (Figura 25b).

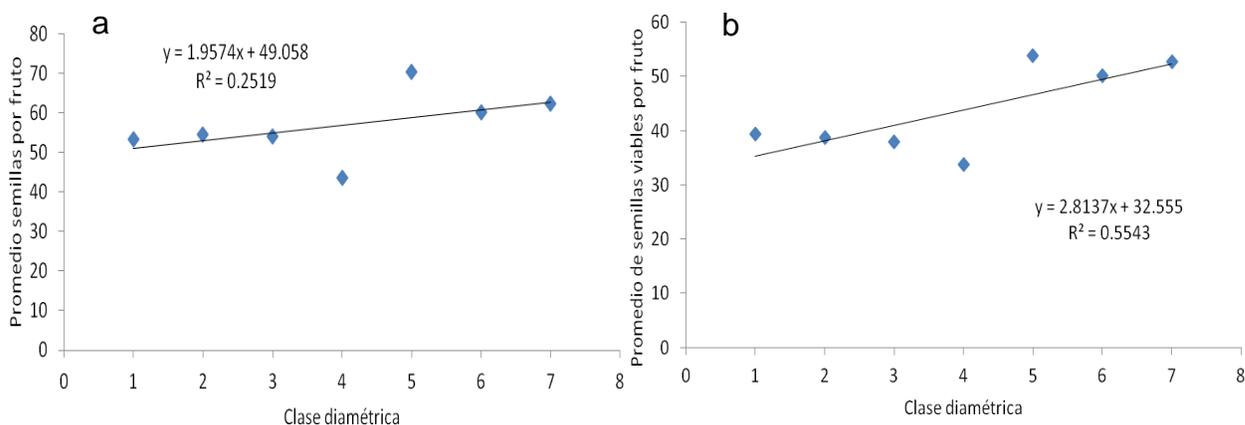


Figura 25. Correlación de a) clases diamétricas de los árboles y la producción promedio de semillas por fruto. b) clases diamétricas de los árboles y la producción promedio de semillas viables por fruto. Para *C. salvadorensis*. Leyenda 1: 5-17 cm; 2: 17 – 31.5 cm; 3: 31.5 a 46 cm; 4: 46 – 60.5; 5: 60.5 a 75 cm; 6: 75 – 89.5 cm; 7: 89.5 – 104 cm.

7.5.3 Producción de semillas en relación al peso

Se estimó una producción total 25.93 ± 3.05 Kg de semillas. Del total de semillas, 22.7 ± 2.62 Kg corresponden a semillas viables, y 3.23 ± 0.44 Kg corresponden a semillas inviables, (Figura 26).

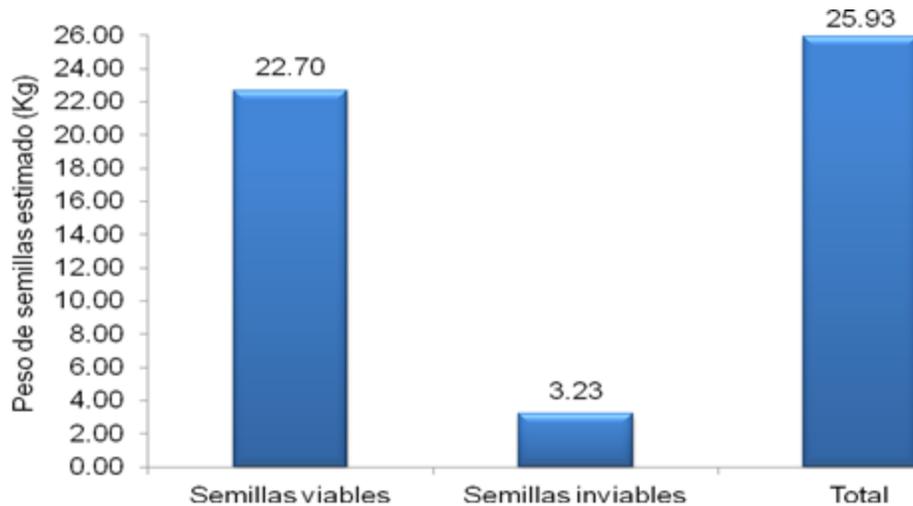


Figura 26. Peso estimado de las semillas (Kg) de la población de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

La clase diamétrica de 5 a 17 cm registró una producción total de 0.42 Kg de semillas, de estas 0.37 Kg son semillas viables y 0.05 Kg semillas inviables. Las clases diamétricas de 17 a 31.5 y de 31.5 a 46 cm registraron un peso total de 6.37 y 9.02 Kg, de las cuales 5.49 Kg y 7.74 son semillas viables, 0.88 Kg y 1.28 Kg son semillas inviables respectivamente. Las clases diamétricas de 46 a 60.5 y de 60.5 a 75 cm presentaron un peso total de 4.20 y 4.51 Kg, de estos 3.77 y 4.03 son semillas viables, 0.43 y 0.49 Kg son semillas inviables respectivamente. Las clases diamétricas de 75 a 89.5 y de 89.5 a 104 cm, presentaron un peso total de 0.97 y 0.44 Kg, de los cuales 0.9 y 0.41 Kg son semillas viables, 0.07 y 0.03 son semillas inviables proporcionalmente (Cuadro 9, Figura 27).

Cuadro 9. Peso de semillas (Kg) con base al total de semillas estimadas por clase diamétrica, de la población de *C. salvadorensis* en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

Clase diamétrica (cm)	Peso en Kg		
	Semillas viables	Semillas inviables	Total
5 – 17	0.37	0.05	0.42
17 - 31.5	5.49	0.88	6.37
31.5 - 46	7.74	1.28	9.02
46 - 60.5	3.77	0.43	4.20
60.5 - 75	4.03	0.49	4.51
75 - 89.5	0.90	0.07	0.97
89.5 - 104	0.41	0.03	0.44
Total	22.70	3.23	25.93
Desviación estándar	2.62	0.44	3.05

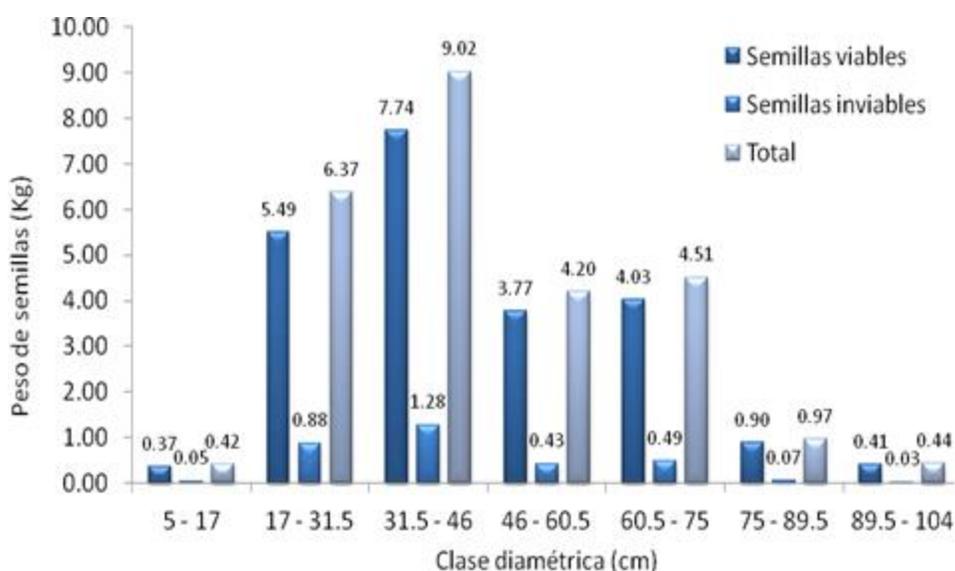


Figura 27. Peso estimado (Kg) de la producción de semillas de *C. salvadorensis* por clase diamétrica, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

7.6 Caracteres biométricos y peso de las semillas de *C. salvadorensis*

El peso promedio por semillas fue de 0.12 ± 0.019 g, dicho peso presentó una reducida variación entre 0.12 g y 0.13 g en las distintas clases diamétricas, siendo la clase diamétrica superior (89.5 – 104 cm) la que contó con el promedio más bajo representado por 0.08 g. El largo promedio de las semillas fue de 4.31 ± 0.299 cm. Los promedios más altos correspondieron a las clases diamétricas entre 31.5 a 75 cm, los

cuales variaron entre 4.63 cm a 4.56 cm, mientras los promedio más bajos correspondieron a la primera y las últimas dos clases diamétricas con valores entre 3.95 cm y 4.19 cm. El ancho promedio de las semillas fue de 1.61 ± 0.071 cm. Los promedios mayores se presentaron en las primeras cuatro clases diamétricas, registrando entre 1.72 cm y 1.60 cm, reduciéndose el promedio en las últimas dos clases diamétricas a 1.58 cm y 1.50 cm respectivamente, (Cuadro 10).

Cuadro 10. Promedio de los parámetros morfológicos y peso de las semillas obtenidas de los frutos colectados de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

Clase diamétrica (cm)	Parámetros biométricos de semillas (promedios)		Peso (g)
	Largo (cm)	Ancho (cm)	
17 - 31.5	3.95	1.60	0.12
31.5 - 46	4.56	1.72	0.13
46 - 60.5	4.52	1.63	0.12
60.5 - 75	4.63	1.60	0.12
75 - 89.5	4.19	1.58	0.12
89.5 - 104	4.00	1.50	0.08
Promedio	4.31	1.61	0.12
s	0.299	0.071	0.019

7.7 Correlaciones entre DAP, altura, caracteres biométricos de frutos y semillas, y fertilidad del suelo

7.7.1 Correlación entre DAP de los individuos de *C. salvadorensis* y producción de frutos

Se encontró una asociación positiva entre el DAP de los individuos registrados de *C. salvadorensis* y la producción de frutos por árbol, proporcionando una correlación positiva de 0.54 ($p \leq 0.000$), y un coeficiente de determinación de 0.29 (Figura 28a), Sin embargo, al relacionar la producción promedio de frutos por individuo por clase diamétrica (Figura 28b), la correlación aumenta a 0.71 ($p \leq 0.022$).

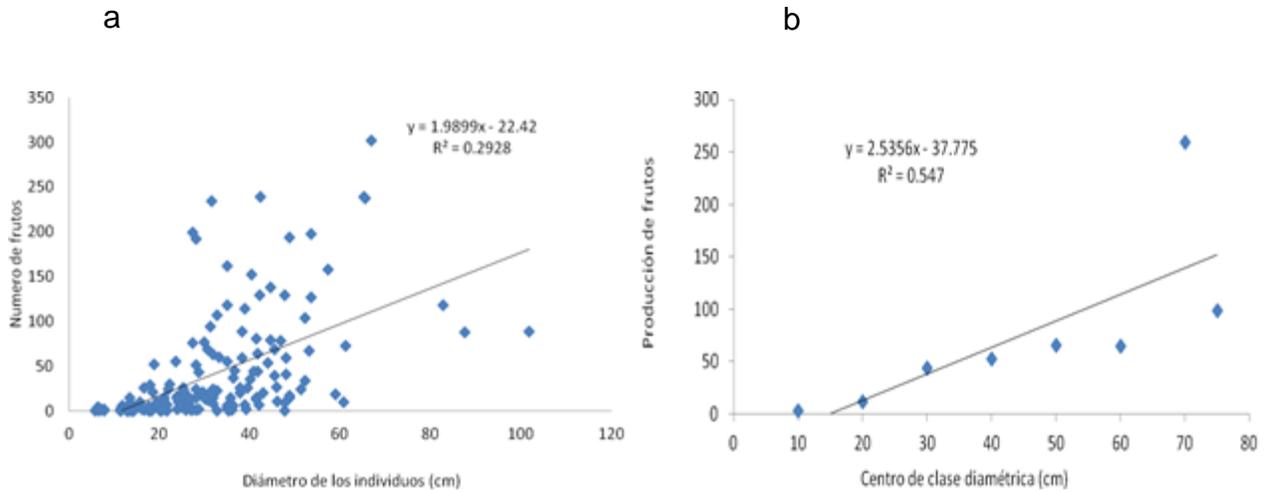


Figura 28. a) Relación DAP (cm) y número de frutos contabilizados b) Relación de las clases diamétricas y el número de frutos contabilizados. Para los individuos registrados de *C. salvadorensis*.

7.7.2 Correlación entre altura de los individuos de *C. salvadorensis* y producción

La producción promedio de frutos por individuo por clase de altura mostró una correlación positiva de 0.97 ($p \leq 0.000$). Lo que evidencia que a medida los árboles crecen la producción de frutos también aumenta (Figura 29).

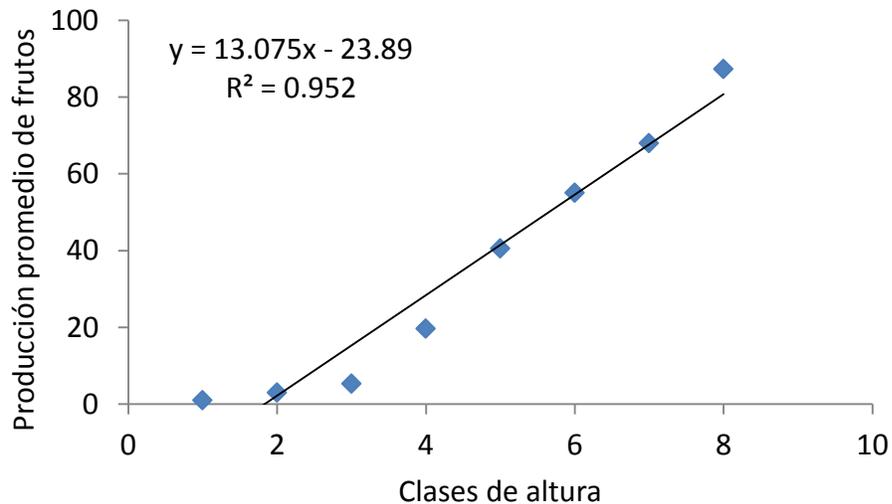


Figura 29. Relación de la altura (m) y el número de frutos contabilizados de la población de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera. Leyenda: 1: 2 – 4; 2: 4 -6; 3: 6 – 8; 4: 8 – 10; 5: 10 – 12; 6: 12 – 14; 7: 14 – 16; 8: 16 - 18

7.7.3 Relación entre peso de frutos y el número de semillas

Se encontró una correlación baja entre el peso de los frutos y el promedio de semillas, de 0.043, ($p \leq 0.397$), en la figura 30a se puede observar que no existe una tendencia en cuanto al peso de los frutos y el promedio de semillas producidos por fruto. En cuanto peso de los frutos y el peso promedio de las semillas la correlación fue baja y negativa -0.21, ($p \leq 0.119$), con un coeficiente de determinación de 0.0465, lo que indica que no existe una asociación entre ambas variables (Figura 30b).

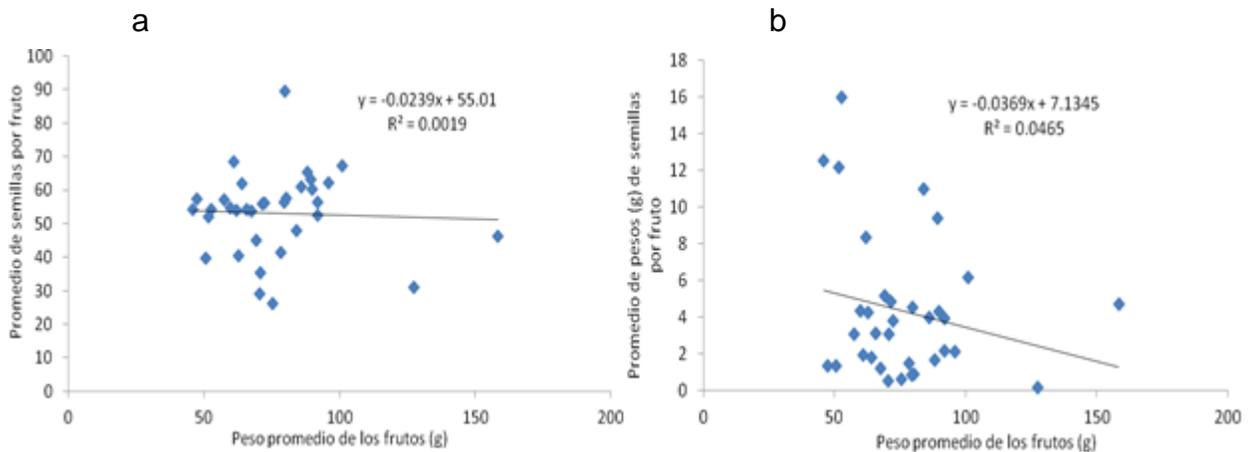


Figura 30. a) Relación del peso de los frutos y la producción promedio de semillas por fruto. b) Relación del peso de los frutos y el peso promedio de semillas por fruto. Para *C. salvadorensis*

7.7.4 Relación entre el largo y ancho promedio de los frutos y la producción promedio de semillas por fruto

La correlación entre el largo promedio de los frutos y la producción promedio de semillas por fruto fue de 0.037 ($p \leq 0.392$), con un coeficiente de determinación de 0.0014 (Figura 31a). Lo que demuestra que no existe relación entre ambas variables. En cuanto a la relación entre el ancho promedio de frutos y la producción de semillas se encontró una correlación de 0.065, ($p \leq 0.363$), con un coeficiente de determinación de 0.0043 (Figura 31b). Lo que demuestra que no existe relación entre ambas variables.

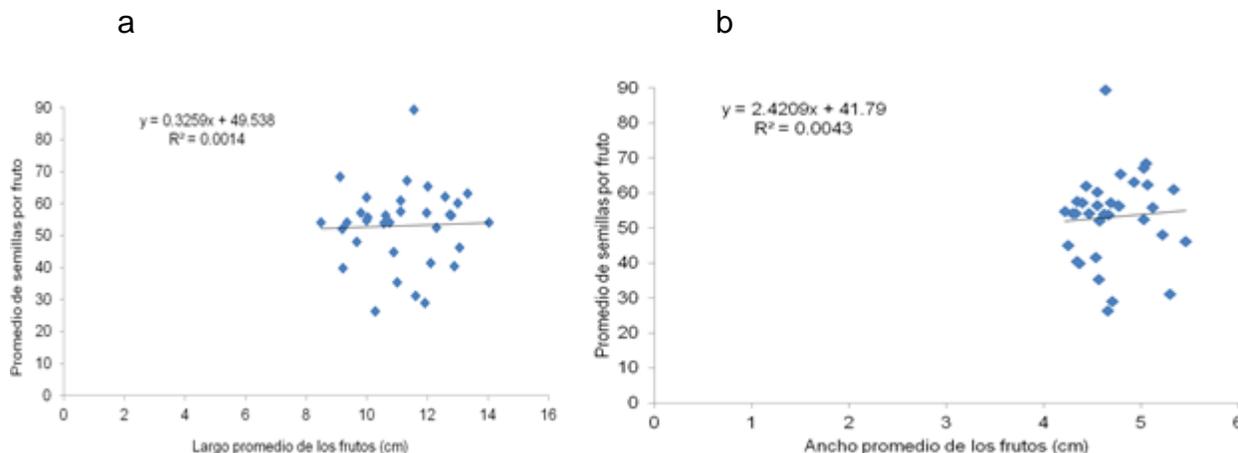


Figura 31. a) Relación del largo promedio de los frutos (cm) y el promedio de semillas por fruto. b) Relación ancho promedio de los frutos (cm) y el promedio de semillas por fruto. Para *C. salvadorensis*

7.7.5 Relación producción de frutos, nutrientes y pH del suelo

En el cuadro 11, se detalla las correlaciones obtenidas entre la producción de frutos, el contenido de nutrientes en el suelo y el pH en sitios donde ocurrió *C. salvadorensis*.

Cuadro 11. Correlaciones entre la producción de frutos, el contenido de nutrientes del suelo y pH en los sitios de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

Variables	Producción de frutos (r)	P-valor
pH	-0.31	0.11
P ₂ O ₅ (kg ha ⁻¹)	0.418¥	0.24
K ₂ O (kg ha ⁻¹)	-0.218	0.20
CaO (kg ha ⁻¹)	-0.204	0.22
MgO (kg ha ⁻¹)	-0.021	0.47
N (kg ha ⁻¹)	-0.095	0.36

¥: Resultado obtenido a partir de cinco datos

Respecto al grado de acidez o alcalinidad (pH) y la producción de frutos, se obtuvo un coeficiente de correlación de -0.31 ($p \leq 0.1119$), indicando una asociación baja entre ambas variables (Figura 33a). El contenido de Fósforo (Kg ha⁻¹) en el suelo y la producción de frutos por árbol registró un coeficiente de correlación de -0.41 ($p \leq 0.242$). Para este caso se evidencia que existe un grado bajo de asociación entre ambas variables (Figura 32b). Sin embargo, es de aclarar que este resultado obedece

únicamente a 5 datos de prueba debido a que en los restantes 11 muestras no pudo ser determinado en laboratorio.

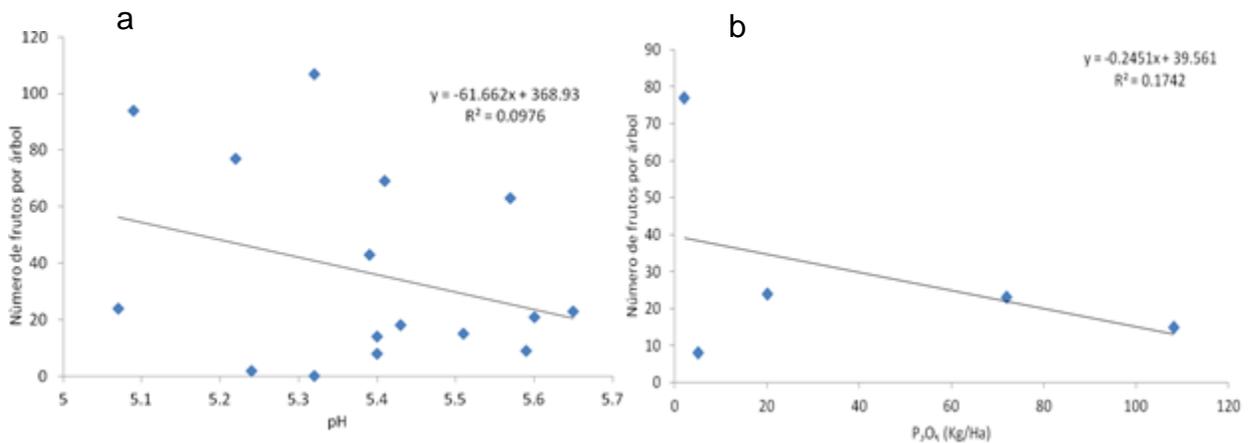


Figura 32. a) Relación del pH y el número de frutos por árbol. b) Relación de P₂O₅ (Kg ha⁻¹) y el número de frutos por árbol. Para ***C. salvadorensis***

El contenido de K₂O (Kg ha⁻¹) en el suelo y la producción de frutos por árbol obtuvo un coeficiente de correlación negativa de -0.218($p \leq 0.208$). Lo que indica que el grado de asociación entre ambas variables es bajo y por consiguiente no es suficiente para realizar estimaciones en cuanto a la producción de frutos y el contenido de este nutriente el suelo, en los sitios donde ocurrió ***C. salvadorensis***.

La cantidad de CaO (Kg ha⁻¹) en el suelo y la producción de frutos por árbol obtuvieron un coeficiente de correlación baja negativa de -0.204($p \leq 0.224$). Por lo que no existe asociación entre ambas variables. El MgO (Kg ha⁻¹) en el suelo y la producción de frutos por árbol obtuvo un coeficiente de correlación negativa de -0.021($p \leq 0.470$). Por tanto, no existe asociación entre ambas variables. El N (Kg ha⁻¹) en el suelo y la producción de frutos por árbol registró un coeficiente de correlación negativa de -0.095($p \leq 0.363$), por lo que no existe asociación entre ambas variables en los sitios donde ocurrió ***C. salvadorensis***.

7.8 Germinación de ***C. salvadorensis*** en dos ambientes lumínicos

El promedio general de germinación de las semillas de ***C. salvadorensis*** fue de 51%. En el ambiente lumínico sombra la germinación fue de 8.6 (57%), mientras el promedio de germinación en luz fue de 6.6 (44%). Por tanto, el porcentaje de germinación en el

ambiente sombra es superior que en el ambiente luz (Cuadro 13). La germinación en relación a los pesos de las semillas en los dos ambientes lumínicos obtuvo los siguientes resultados: En el ambiente luz, el tratamiento Psem₁, obtuvo el mayor promedio de germinación representado por 8.5 (56.7%), en segundo lugar se encuentra el Psem₂, obteniendo un promedio de 8.3 (55.6%). El tratamiento Psem₃, obtuvo un promedio de germinación de 3.0 (20%), constituyendo el tratamiento con menor porcentaje de germinación en los dos ambientes lumínicos (Cuadro 12).

En el ambiente sombra, los porcentajes de germinación siguen la misma tendencia que en el ambiente luz, mostrando mejores resultados en los tratamientos de semillas con mayor peso y menor germinación en el peso de semilla más bajo. El tratamiento 1, registró el mayor promedio de germinación 11.3 (75.6%), seguido muy de cerca por el tratamiento 2 con un 10.3 (68.9%), mientras el tratamiento 3 obtuvo un promedio de 4.2 (27.8%), siendo este el tratamiento que presentó el menor porcentaje de germinación en el ambiente sombra (Cuadro 12).

Cuadro 12. Promedio y porcentaje de germinación de tres pesos de semillas de *C. salvadorensis*, sometidos a dos ambientes lumínicos.

Ambiente lumínico Tratamientos	Luz			Sombra		
	Psem ₁	Psem ₂	Psem ₃	Psem ₁	Psem ₂	Psem ₃
Promedio de Germinación/tratamiento	8.5	8.3	3.0	11.3	10.3	4.2
Promedio de Germinación/ambiente lumínico	6.6			8.6		
Porcentaje de germinación/tratamiento	56.7%	55.6%	20.0%	75.6%	68.9%	27.8%
Porcentaje de Germinación/ambiente lumínico	44%			57%		
Porcentaje de germinación total	51%					

Al comparar los promedios de germinación por tratamiento en los ambientes lumínicos luz y sombra se determinó que el tratamiento 1 en sombra fue superior que en la luz, obteniendo un promedio de 11.3 y 8.5 respectivamente. Los tratamientos 2 y 3 mostraron la misma tendencia.

El tratamiento 2 registró un promedio de 10.3 en sombra y un 8.3 en luz. El tratamiento 3 obtuvo un promedio de 4.2 en sombra y 3.0 en luz (Figura 33).

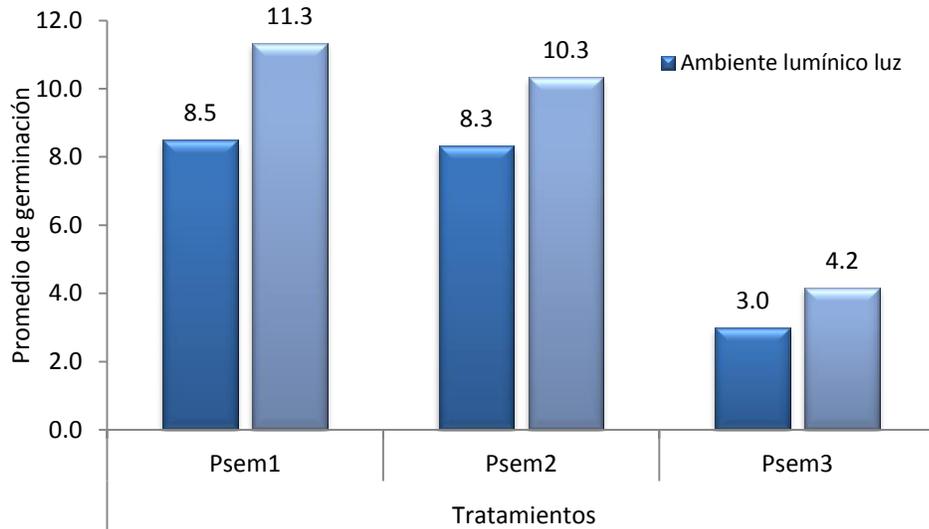


Figura 33. Promedio de germinación de tres pesos de semilla de *C. salvadorensis* sometidos a dos ambientes lumínicos.

Para determinar si la diferencia de germinación es significativa en los promedios de germinación en los tratamientos y en los ambientes lumínicos, se realizó una prueba de análisis de varianza (Cuadro 13) con un alfa de 0.05 para un diseño factorial 2 por 3. Según este resultado existe diferencia significativa ($p \leq 0.016$) de la germinación en los ambientes lumínicos, por tanto, el promedio de germinación en sombra (8.6) es estadísticamente superior que el promedio de germinación en el ambiente luz (6.6).

Cuadro 13. Análisis de varianza de la germinación de tres pesos de semillas de *C. salvadorensis* sometidos a dos ambientes lumínicos.

Pruebas de los efectos inter-sujetos					
Variable dependiente: Germinación					
Origen	Suma de cuadrados tipo III	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	334.222 ^a	5	66.844	12.203	.000
Intersección	2085.444	1	2085.444	380.710	.000
Ambiente lumínico	36.000	1	36.000	6.572	.016
Peso semilla	294.056	2	147.028	26.841	.000
Ambiente lumínico * Peso semilla	4.167	2	2.083	.380	.687
Error	164.333	30	5.478		
Total	2584.000	36			
Total corregida	498.556	35			

a. R cuadrado = .670 (R cuadrado corregida = .615)

Del mismo modo los tratamientos también registraron una diferencia significativa ($p \leq 0.000$). Para analizar cuales tratamientos fueron diferentes se procedió a realizar la prueba estadística de Duncan. Según esta prueba, el tratamiento peso de semilla 3, fueron estadísticamente iguales, tanto en el ambiente lumínico luz como en el ambiente lumínico sombra y diferentes con respecto a los restantes tratamientos. Los tratamientos P_{sem_1} y P_{sem_2} en el ambiente lumínico luz y sombra son estadísticamente iguales. No se encontró significancia ($p \leq 0.687$), en la interacción entre los pesos de las semillas y el ambiente lumínico (Cuadro 14).

Cuadro 14. Resultado de prueba estadística de Duncan, para la germinación de tres pesos de semillas de *C. salvadorensis* sometidos en dos ambientes lumínicos.

Prueba estadística	Tratamiento (Peso de semillas)	N	Subconjunto	
			1	2
Duncan	P_{sem_3}	12	3.5833	
	P_{sem_2}	12		9.3333
	P_{sem_1}	12		9.9167
	Significación		1.000	.546

Se muestran las medias de los grupos de subconjuntos homogéneos. Basadas en las medias observadas.
 El término de error es la media cuadrática(Error) = 5.478
 a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 12.000
 b. Alfa = 0.05

7.9 Calidad de las plántulas de *C. salvadorensis* en dos ambientes lumínicos

7.9.1 Medición de altura, diámetro y peso seco en plántulas de *C. salvadorensis*

Los datos obtenidos de las mediciones efectuadas sobre la altura y diámetro a las plántulas de *C. salvadorensis* en los dos ambientes lumínicos, demuestra que las plántulas bajo condiciones de luz tuvieron la mayor altura con promedio de 15.18 cm, en relación a las plántulas sometidas a la sombra con promedio de 13.73 cm, mostrando diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre los dos tratamiento de luminosidad. El diámetro promedio del tallo fue casi 40% superior en el ambiente de luz, mostrando diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre ambos tratamientos (Cuadro 15).

Cuadro 15. Efecto de dos ambientes lumínicos sobre el crecimiento de plántulas de *C. salvadorensis* (Prueba t-student; **p≤0.01).

Luminosidad (grados lux)	Altura (cm)	Diámetro (cm)
70448.25 (luz)	15.18**	0.81**
3114.97 (sombra)	13.73	0.49

Las plántulas desarrolladas en el ambiente de luz presentaron mayor peso seco aéreo que las sometidas a la sombra, con una diferencia del 61%, y estadísticamente significativa ($P \leq 0.01$). El promedio del peso seco raíz en el ambiente luz resultó superior que en el ambiente sombra, registrando valores promedio de 0.19 y 0.04 g respectivamente, mostrando diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0.01$). El peso seco total mostró un comportamiento similar a los parámetros anteriores siendo los promedios en luz y sombra de 1.26 g y 0.46 g respectivamente ($P \leq 0.01$). La relación entre peso seco aéreo y el radicular obtenido bajo el ambiente sombra fue superior 37% que el valor obtenido en el ambiente luz ($P \leq 0.01$), siendo ambos promedios estadísticamente diferentes (Cuadro 16).

Cuadro 16. Acumulación de masa seca en los diferentes componentes de plantas de *C. salvadorensis*, sometidas a dos intensidades de luz (Separación de medias en columnas según la prueba t-student: **p≤0.01).

Ambiente lumínico	Grados lux	Peso seco aéreo (tallo y hoja)	Peso seco raíz	Peso seco total	Peso seco aéreo/radicular
		(g)			
Luz	70448.25	1.07**	0.19**	1.26**	6.04**
Sombra	3114.97	0.41	0.04	0.46	9.53

7.9.2 Índice de esbeltez e índice de calidad de Dickson

De acuerdo con los resultados mostrados del cuadro 17, el mayor índice de esbeltez correspondió a las plántulas sometidas al ambiente sombra con un valor de 2.87 y el menor a las desarrolladas en el ambiente luz, con un índice 1.91 ($P \leq 0.05$) valores altos del índice de esbeltez indica menor resistencia de las plántulas para soportar condiciones adversas en el ambiente, los valores más bajos indican mayor resistencia a condiciones de campo impuesta por factores del ambiente. El índice de calidad de Dickson de las plántulas sometidas a la luz fue de 8.07; en las plántulas sometidas a

sombra el índice fue de 1.79, existiendo diferencia significativas entre dichos resultados ($P \leq 0.05$), para el caso del índice de Dickson los valores más altos representan plantas de mejor calidad.

Cuadro 17. Efecto del ambiente lumínico sobre el índice de esbeltez (IE) e índice de calidad de Dickson (ICD) en plantas de *C. salvadorensis* (Prueba t-student: $*p \leq 0.05$).

Ambiente lumínico	Grados lux	Índice de esbeltez (IE)	Índice de calidad de Dickson (ICD)
Luz	70448.25	1.91*	8.07*
Sombra	3114.97	2.87	1.79

7.10 Características físicas, químicas y fisiográficas del suelo.

7.10.1 Características físicas: Profundidad efectiva, estructura, textura y color.

7.10.1.1 Profundidad afectiva.

El 54.5% de los sitios muestreados presentó suelos clasificados como poco profundos, variando de 30 a 60 cm. En el 18.2% de los sitios muestreados el suelo es moderadamente profundo (de 60 a 90 cm). Alrededor del 9% de los sitios presentó suelos catalogados como superficiales, cuya profundidad es inferior a 30 cm. En forma similar se encontró un 9.1% de los sitios los suelos se encuentran en un rango de profundidad entre los 90 y los 120 cm. Asimismo, en el 9.1% de los sitios los suelos presentan profundidades superiores a los 120 cm, lo cual corresponde a suelos clasificados como muy profundos (Figura 34).

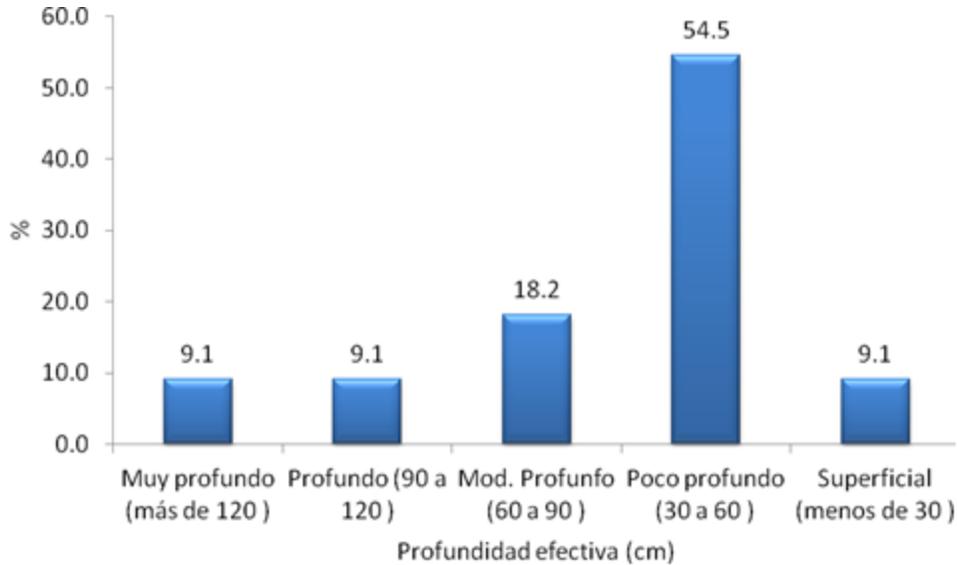


Figura 34. Profundidad efectiva del suelo en las zonas de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

7.10.1.2 Estructura del suelo.

En los sitios donde ocurrió *C. salvadorensis* predominó la estructura del suelo en bloque, alcanzando en sus cuatro categorías un porcentaje superior al 63%. El suelo con estructuras de bloque subangular y subangular fino se encuentran en el 18.18% de los horizontes del suelo y sitios de muestreo proporcionalmente. El suelo con estructura de bloque angular se encontró en un 22.3%. Mientras el suelo con estructura de bloques se encontró en un 4.5%. Un 13.64% de los horizontes y sitios del suelo presentó estructura granular y un 22.73% suelos pulvulentos (Figura 35).

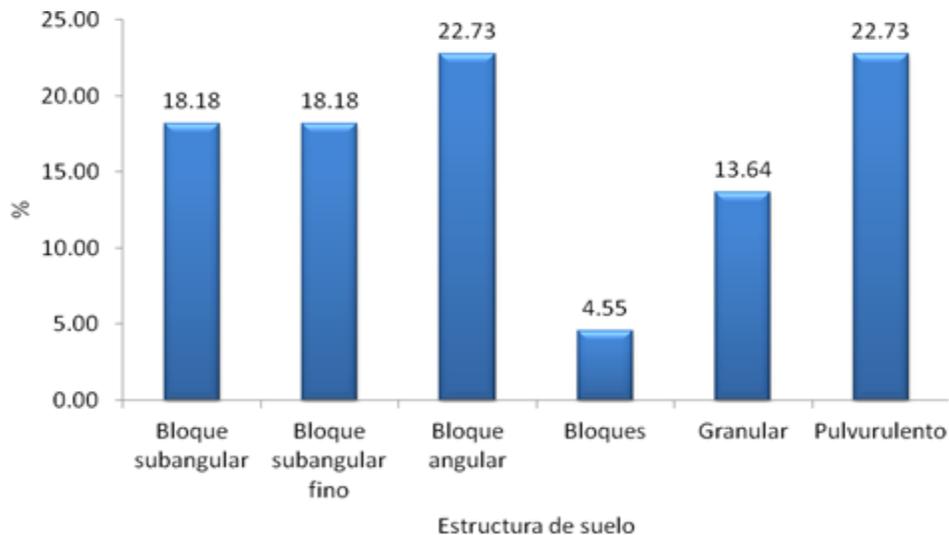


Figura 35. Estructura del suelo en las zonas de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

7.10.1.3 Textura del suelo

Respecto a la textura del suelo en donde se desarrolla *C. salvadorensis*, se encontró que un porcentaje superior al 70% corresponden a suelos con textura franco arcillo arenoso, constituyéndose en la textura dominante. El 13.64% a suelos con textura franco arcillosa. Las texturas de suelo franco arenoso, arcilla y arena franca presentaron un porcentaje de 4.5%, respectivamente (Figura 36).

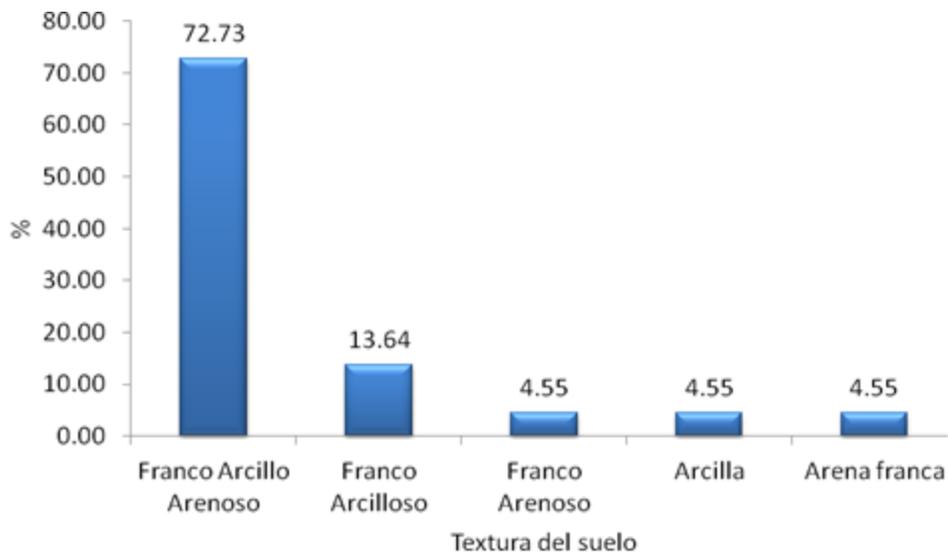


Figura 36. Textura del suelo en las zonas de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

7.10.1.4 Color del suelo

Color predominante en los suelos fue café rojizo oscuro, el cual se encontró en el 50% de los horizontes de los sitios de muestreo. Seguido muy de cerca por el color café rojizo que ocupó 36.4%. Los colores café ligeramente oscuro, grisáceo muy oscuro y rojo se encontraron en un 4.5% de los horizontes y sitios de muestreo respectivamente (Figura 37).

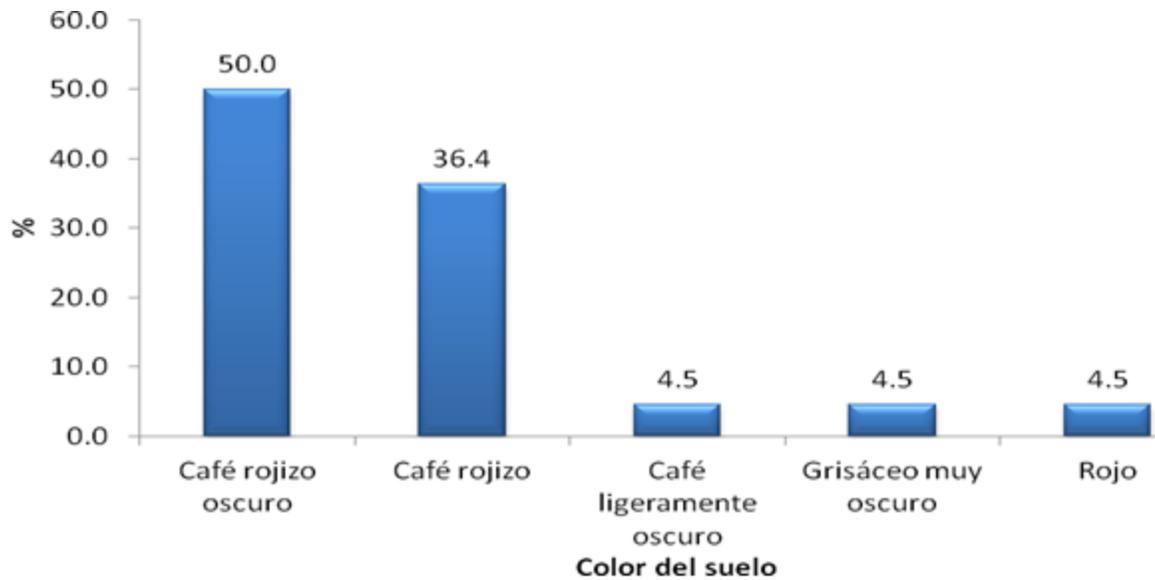


Figura 37. Color del suelo en las zonas de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

7.10.2 Composición química del suelo

De acuerdo con los resultados de las pruebas de laboratorio (Cuadro 18), el contenido promedio de P_2O_5 en los sitios donde se desarrolla *C. salvadorensis*, es de 55.3 ± 52.6 ($Kg\ ha^{-1}$), con un mínimo de 2.1, un máximo de 115.3 ($Kg\ ha^{-1}$) y un CV de 95. El contenido promedio de K_2O fue de 176.9 ± 109 ($Kg\ ha^{-1}$), un mínimo de 50 y un máximo de 564.7 ($Kg\ ha^{-1}$) y un CV de 61.6. Se encontró que en los sitios el contenido promedio de Nitrógeno fue de 82 ± 40.8 ($Kg\ ha^{-1}$), un mínimo de 17, un máximo de 182.7 ($Kg\ ha^{-1}$) y un CV de 49.7. El contenido promedio de CaO fue de $20,616.1 \pm 6,589.7$ ($Kg\ ha^{-1}$), un mínimo de 3,8697.6, un máximo de 12,877 ($Kg\ ha^{-1}$) y un CV de 32. El contenido promedio de MgO fue de $4,758.9 \pm 1,169.7$ ($Kg\ ha^{-1}$), un mínimo de 1,771.4 un máximo de 7,605.1 ($Kg\ ha^{-1}$) y un coeficiente de variación de 24.6.

El promedio de materia orgánica fue de 5.4 ± 0.2 %, un mínimo de 1.1% y un máximo de 12.2% y un CV de 49.7. En los sitios donde ocurrió *C. salvadorensis*, se obtuvo un porcentaje promedio de 3.2 ± 1.6 % de carbono, un mínimo de 0.7%, un máximo de 7% y un CV de 49.7. La relación Carbono/Nitrógeno presentó un promedio de 6.5 ± 3.2 , un mínimo de 1.6 un máximo de 14.4 y un CV de 50.1. El promedio de humus que se

encuentra en el suelo fue de 109.3 ± 54.4 (TM/Ha), un mínimo de 22.6, un máximo de 243.6 (TM/Ha), y un CV de 49.7.

Cuadro 18. Promedio, desviación estándar, coeficiente de variación, máximo y mínimo de las características químicas de las muestras de suelo en las zonas de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	MO%	Carbono %	Relación C/N	TM/Ha
	Kg ha ⁻¹								
Promedio	55.3	176.9	20616.1	4758.9	82.0	5.4	3.2	6.5	109.3
Desvest	52.6	109.0	6589.7	1169.7	40.8	0.2	1.6	3.2	54.4
C.V	95.0	61.6	32.0	24.6	49.7	49.7	49.7	50.1	49.7
Máximo	115.3	564.7	38697.6	7605.1	182.7	12.2	7.1	14.4	243.6
Mínimo	2.1	50.0	12877.0	1771.4	17.0	1.1	0.7	1.6	22.6

7.10.2.1 Composición química del suelo por sitio de muestreo.

El resultado de laboratorio sobre la composición química presente en el suelo de los siete sitios seleccionados, indica que el potasio (K₂O) presentó el valor más alto en el sitio Quebrada El Funeral alcanzando 268.3 Kg ha⁻¹, los sitios Ceiba Mocha y El Naranjito presentan una concentración de 192.4 y 176.6 Kg ha⁻¹ respectivamente, los sitios Cercano a Caseta y Quebrada La Jutera obtuvieron 148.7 y 143.9 Kg ha⁻¹ respectivamente. Los valores más bajos de potasio fueron de 132.7 en La Bruja y 125.8 Kg ha⁻¹ para el sitio Masachucho.

En cuanto a los valores obtenidos de nitrógeno los resultado indican que la mayor concentración se registra en el sitio La Bruja con 145 Kg ha⁻¹, le sigue los sitios Cercano a Caseta y El Naranjito con 96.8 y 95 Kg ha⁻¹ respectivamente; en los sitios Ceiba Mocha y Masachucho los valores obtenidos fueron de 80.2 y 73 Kg ha⁻¹, las concentraciones de nitrógeno más bajas fueron para los sitios Quebrada El Funeral con 96.8 Kg ha⁻¹ y Quebrada La Jutera con 55.2 Kg ha⁻¹ (Figura 38).

Según los resultados de laboratorio el fósforo (P₂O₅) no fue perceptible en los sitios Quebrada El Funeral, El Naranjito y Quebrada La Jutera. En el resto de sitios donde el elemento fue perceptible, el sitio La Bruja presentó la concentración más alta con 90 Kg ha⁻¹, en el sitio Cercano a caseta la concentración fue de 20.1 Kg ha⁻¹, en los sitios

Ceiba Mocha y Masachucho presentó las concentraciones más bajas con 5 y 2.1 Kg ha⁻¹ respectivamente (Figura 38).

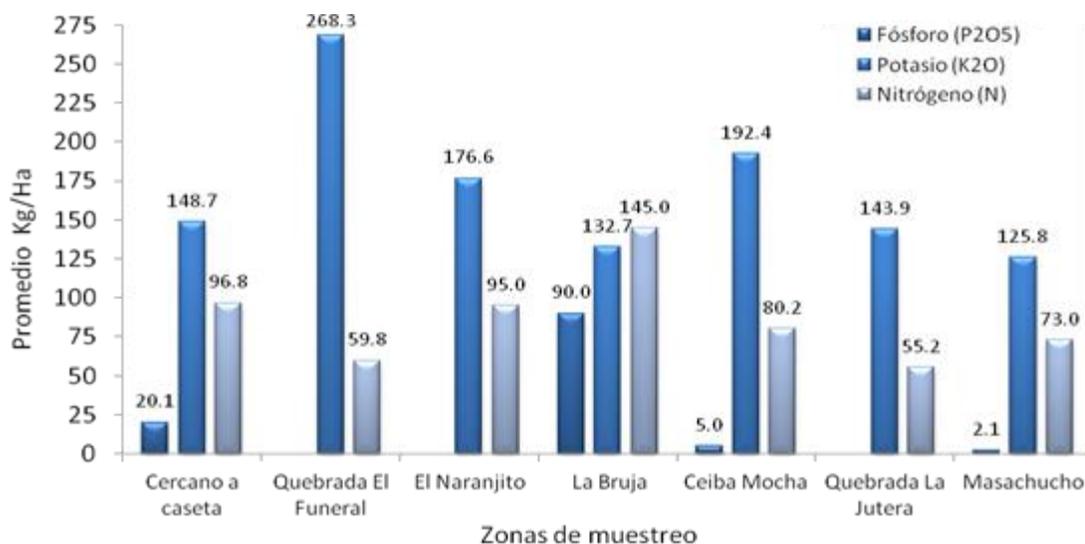


Figura 38. Promedio en kilogramos por hectárea de Fósforo, potasio y Nitrógeno en los sitios de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

También se analizó el contenido de calcio (CaO) y magnesio (MgO). Los sitios Cercano a Caseta y La Bruja obtuvieron los valores más altos de calcio con 32,295.3 y 30,374.3 Kg ha⁻¹ respectivamente. Quebrada El Funeral, Quebrada La Jutera y Masachucho mostraron concentraciones de 20,331.1; 19,533.7; y 18,831.7 Kg ha⁻¹ respectivamente. Los sitios Ceiba Mocha y El Naranjito presentaron cantidades de 16,392.3 y 14,689.5 Kg ha⁻¹ cada uno (Figura 39).

La concentración de magnesio en el suelo en los sitios Cercano a Caseta y La Bruja, fue de 6,397.3 y 6174.9 Kg ha⁻¹, respectivamente, constituyendo las zonas que presentan mayor concentración del elemento. Los sitios Quebrada La Jutera y Masachucho presentaron 5,045.6 y 5,009 Kg ha⁻¹. En los sitios Quebrada El Funeral, El Naranjito y Ceiba Mocha la concentración fue de 4,244.7, 4,001.8 y 3,885.1 Kg ha⁻¹, respectivamente. Siendo estos sitios los que presentaron los niveles más bajos del elemento (Figura 39).

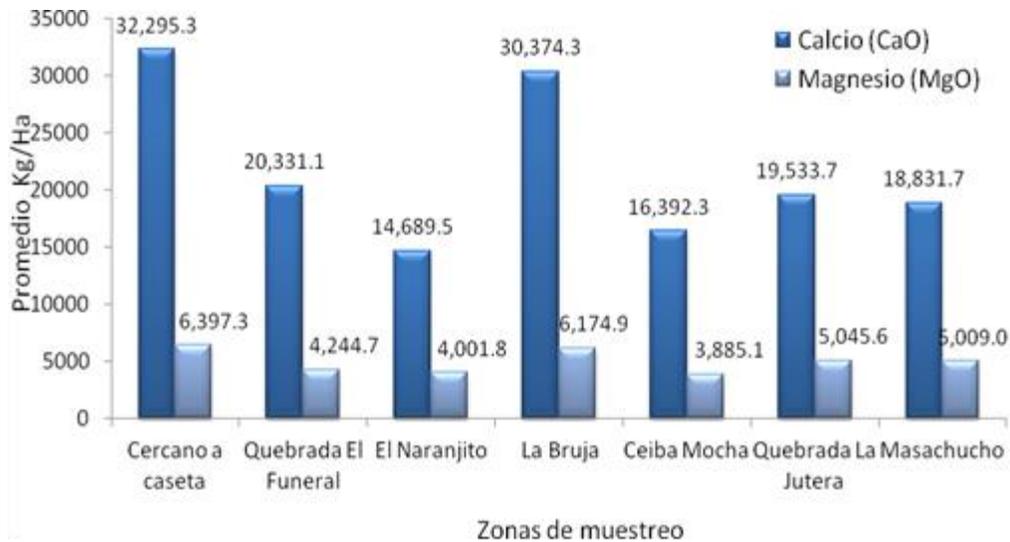


Figura 39. Promedio en kilogramos por hectárea de calcio y Magnesio presente en los sitios de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

El sitio La Bruja registró el mayor dato con 193.4 Tm/Ha. Los sitios Cercano a Caseta y El Naranjito se estimó que el humus contenido en el suelo es de 129 y 126.6 Tm/Ha, respectivamente. Los sitios Ceiba Mocha y Masachucho se encontró una concentración de humus de 107 y 97.3 Tm/Ha. Los sitios Quebrada El Funeral y La Jutera presentaron las concentraciones más bajas de humus representados por 79.7 y 73.7 Tm/Ha cada uno (Figura 40).



Figura 40. Promedio de toneladas métricas por hectárea de humus presente en las zonas de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

La relación C/N en el sitio La Bruja obtuvo el valor más alto (10.9%), seguido por los sitios El Naranjito (7.9%) y Cercano a caseta (7.6%). En Ceiba Mocha, Masachucho y Quebrada El Funeral los porcentajes calculados fueron de 6.66, 5.7, y 5.1 respectivamente, el sitio Quebrada La Jutera presentó el porcentaje más bajo con 3.7% (Figura 41).

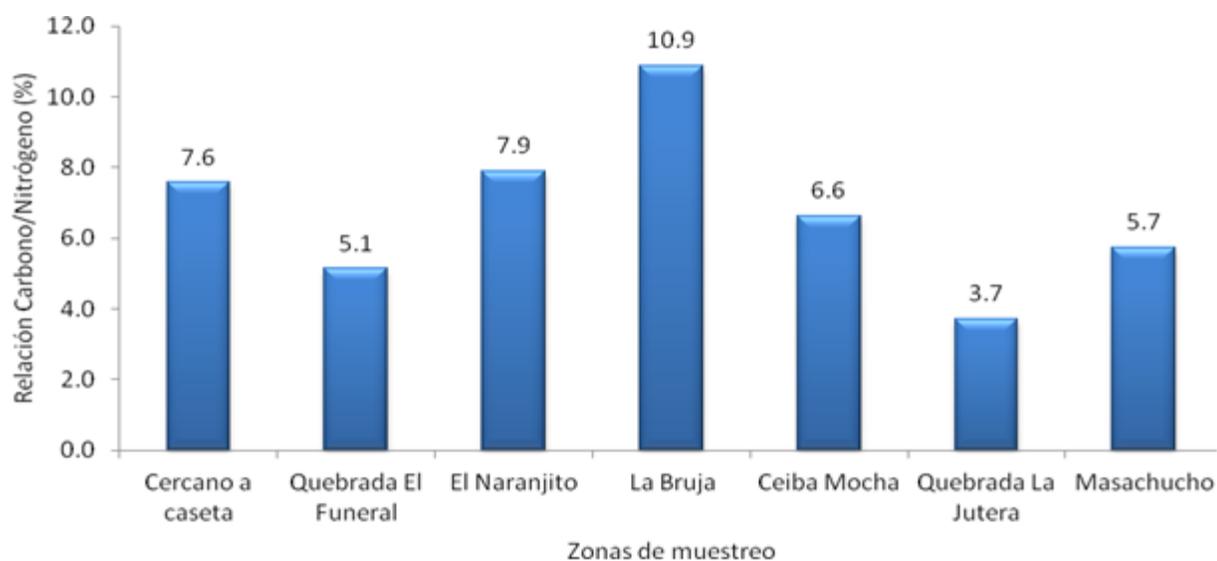


Figura 41. Relación Carbono/Nitrógeno en las zonas de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

El porcentaje promedio de materia orgánica (MO) en el sitio La Bruja fue el más alto (9.7%), seguido en orden decreciente los sitios Cercano a caseta (6.5%), el Naranjito (6.3%) y Ceiba Mocha (5.3%), los porcentajes más bajos calculados fueron para Masachucho (4.9%), Quebrada El Funeral (4.0%) y Quebrada La Jutera (3.7%). (Figura 41), el promedio general se estimó en 5.4% (Cuadro 18).

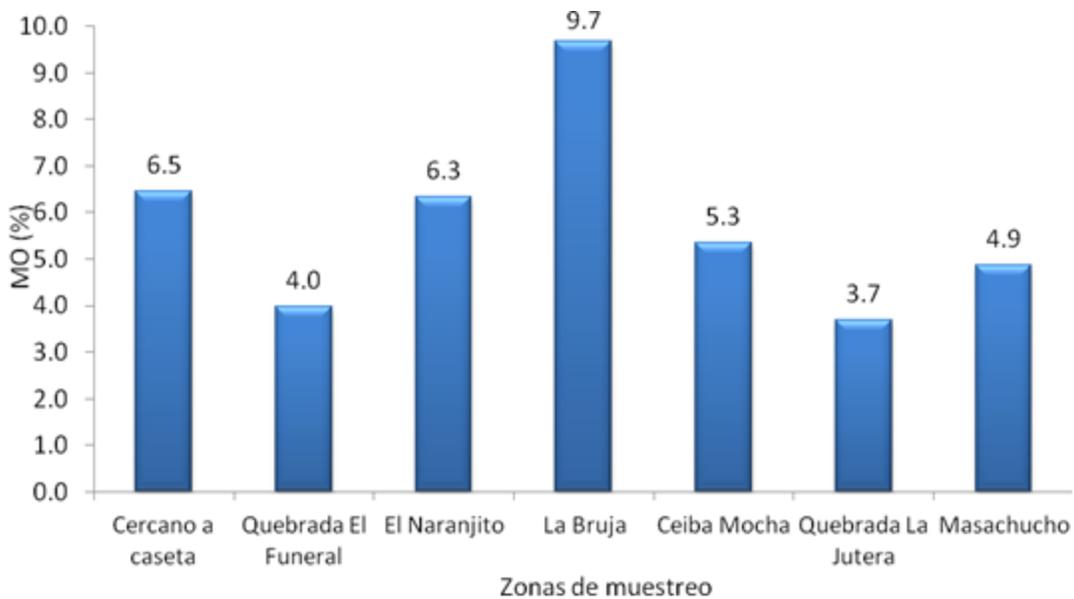


Figura 42. Promedio de materia orgánica (%) presente en las zonas de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

El grado de acidez o alcalinidad (pH) del suelo de los sitios Cercano a caseta y El Naranjito fue de 5.25, y 5.29 respectivamente. Siendo éstos los sitios con mayor acidez. Los sitios Quebrada La Jutera, Quebrada El Funeral y Ceiba Mocha obtuvieron un pH de 5.43; 5.46, y 5.47 respectivamente. Los sitios La Bruja y Masachucho presentaron un pH de 5.49 y 5.50 cada uno (Figura 43). Según estos resultados, el suelo de los sitios de muestreo es fuertemente ácido.

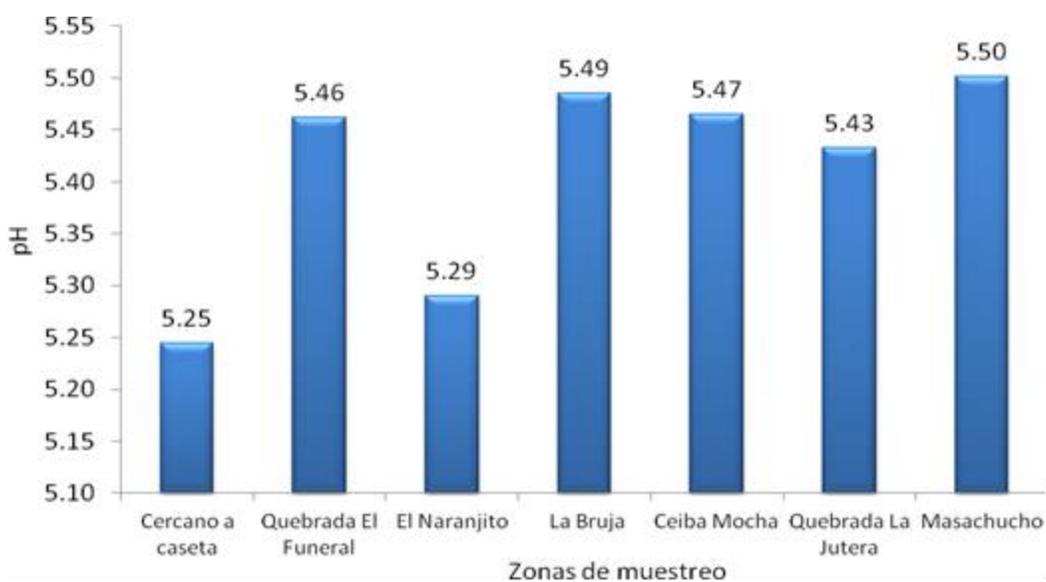


Figura 43. Valores de pH en el suelo de las zonas de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

7.10.3 Características fisiográficas

7.10.3.1 Rocosisidad

Con relación a la rocosidad en los sitios de muestreo se obtuvo que el 71.8% de los individuos muestreados se encontraron en áreas con fuerte rocosidad, un 14.7% en sitios pedregosos; 12.3% en sitios muy rocosos, y solamente un 1.2% en suelos ligeramente o moderadamente rocosos (Figura 44).

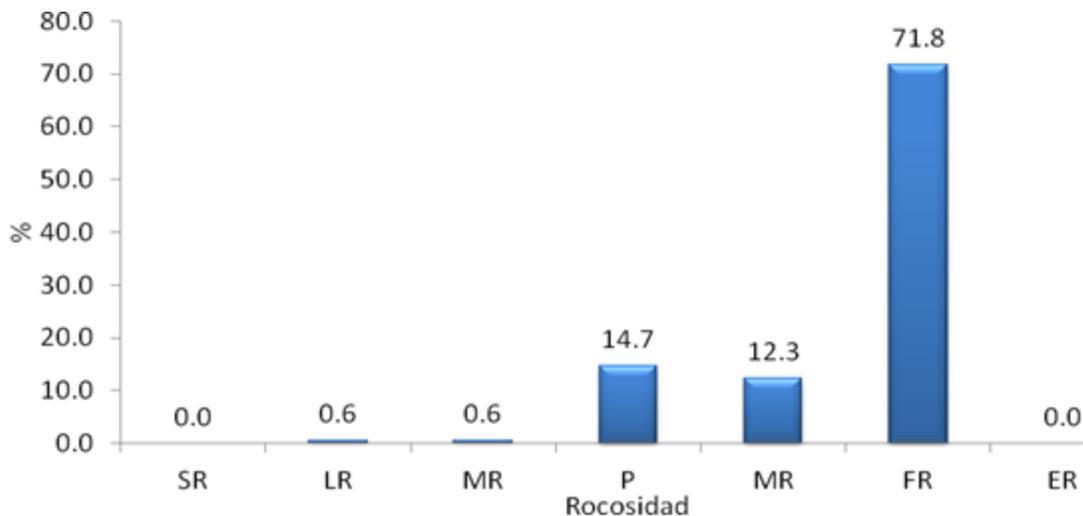


Figura 44. Porcentaje de rocosidad del suelo de las zonas de ocurrencia de **C. salvadorensis**, en el Área Protegida Bosque de Cinquera. Leyenda: SR: Sin Rocosisidad, LR: Ligeramente Rocoso, MR: Moderadamente Rocoso, P: Pedregoso, MR: Muy Rocoso, FR: Fuertemente Rocoso, ER: Extremadamente Rocoso.

7.10.3.2 Erosión

Todos los sitios donde se encontró los individuos de **C. salvadorensis** presentan algún grado de erosión. Efectivamente, el 69.9% corresponde a suelos con un grado de erosión moderada. En el 27.6% de los sitios la erosión es severa. El resto de los individuos se encontró en suelos que presentaron una erosión ligera o leve (Figura 45).

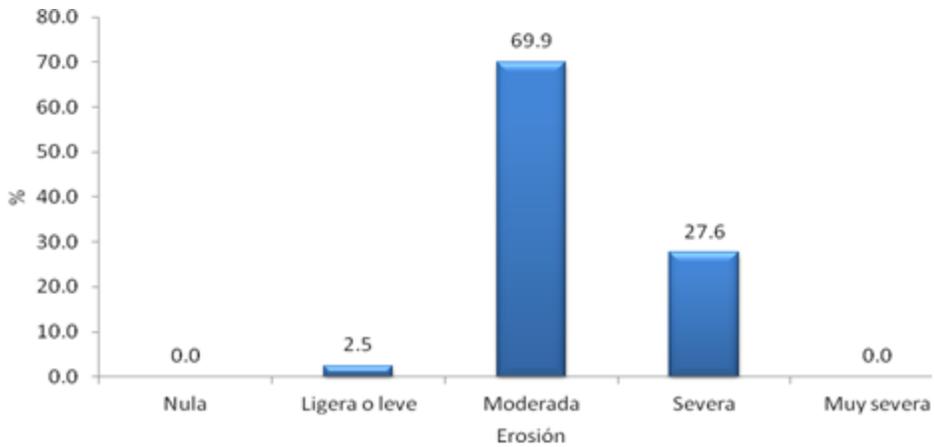


Figura 45. Porcentaje de erosión del suelo de las zonas de ocurrencia de **C. salvadorensis**, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

7.10.3.3 Pendiente

En la figura 46, se muestran en términos de porcentaje, los valores de la pendiente de los sitios donde se registraron los individuos de **C. salvadorensis**; siendo el valor más alto de 65.6%, los cuales se consideran fuertemente escarpados, de tal manera que el 28.2% de los individuos se registraron en sitios escarpados, el 5.5% en fuertemente ondulados y solamente un 0.6% en áreas onduladas.

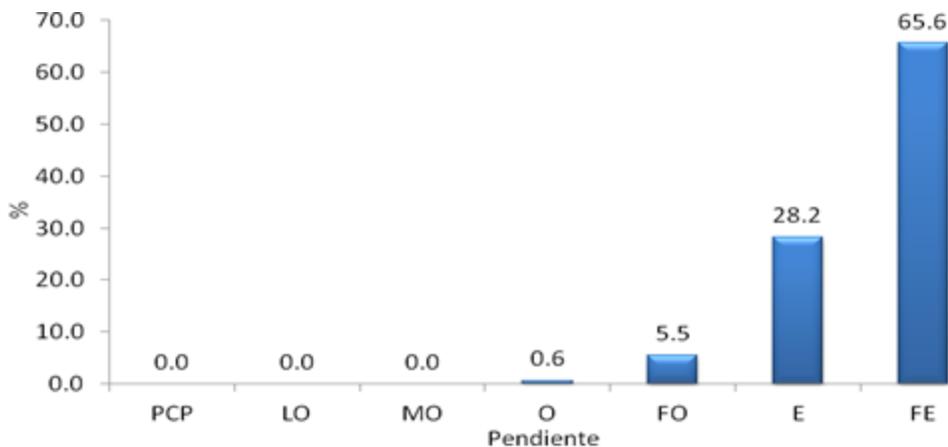


Figura 46. Porcentaje de pendiente del suelo de las zonas de ocurrencia de **C. salvadorensis**, en el Área Protegida Bosque de Cinquera. Leyenda: PCP: Plano o casi plano, LO: Ligeramente Ondulado, MO: Moderadamente Ondulado, O: Ondulado FO: Fuertemente Ondulado, E: Escarpado, FE: Fuertemente Escarpado.

VIII. DISCUSIÓN

8.1 Población de *C. salvadorensis*

La densidad promedio de *C. salvadorensis* estimada en 61.9 ind. ha⁻¹, es similar a dos especies reportadas en el Bosque de Cinquera (*Lysiloma acapulcense* con una densidad de 63.3 ind. ha⁻¹ y *Diphysa americana* con 60 ind. ha⁻¹), que presentan densidades intermedias con relación a otras especies en el mismo estudio (Medina 2003). Pitman *et al.*, (1999), citado por Harms y Paine (2003) mencionan que la densidad media de la mayoría de especies arbóreas es baja en el paisaje, registrándose con frecuencia un individuo adulto por hectárea. En este mismo sentido Cintrón, (2000) citado por Márquez *et al.*, (2005) plantea que *C. odorata*, a pesar de presentar una distribución amplia, su abundancia natural no es alta en los bosques, y su presencia se ve reducida por su explotación y una regeneración poco exitosa; no obstante los resultado de la densidad indican una abundancia superior a las explicaciones de los autores antes citados.

Otro aspecto a destacar de *C. salvadorensis* son los sitios donde fue ubicada, el 65.6% eran zonas fuertemente escarpadas (Figura 45) concordando con la distribución y hábitat de la especie descritos por (Salazar *et al.*, 2001), la cual se encuentra en pequeñas áreas remanentes de bosque o en la ribera de ríos o quebradas, aunque por lo general crece en lomas o áreas bien drenadas.

8.2 Estructura horizontal

Al analizar la estructura horizontal de *C. salvadorensis*, está presenta una distribución de “J” invertida típica de los bosques tropicales, donde el número de individuos es menor conforme aumenta las clases diamétricas (Cayola *et al.*, 2005 y Araujo-Murakami., *et al* 2005), la figura 14 muestra este comportamiento, donde se acumula aproximadamente el 82% de los individuos en las primeras cuatro clases diamétricas y el restante 37% de los individuos corresponde a los diámetro mayores. Similares resultados presentan (Toledo *et al.*, 2008) para especies del género *Cedrela* en un bosque Chiquitano y en la región amazónica en Bolivia. Mismo comportamiento presenta un estudio donde los individuos agrupados en las

clases diamétricas inferiores acumulan entre el 75% y más del 80% de los individuos registrados (Caldato y Pezzutti 2010, Cayola., *et al*/2005 y Araujo-Murakami *et al.*, 2005).

La distribución diamétrica de los individuos de ***C. salvadorensis*** también es muy similar a los reportes de Medina (2003) para el bosque de cinquera donde las especies con diámetros entre 5 cm a 20 cm acumulan más del 80% de los individuos. Según Guzmán *et al.*, (2008) este comportamiento de la distribución diamétrica que se ajusta a la “J” invertida indica tasas altas de establecimiento de individuos pequeños, de los cuales un número reducido alcanza tallas diamétricas mayores. El comportamiento de la “J” invertida explican Webb *et al.*, (1972) y Condit (1995), se debe a poblaciones estables y regenerativas o crecientes que componen una comunidad.

8.3 Estructura vertical

Con relación a la estructura vertical el comportamiento que muestran los individuos de ***C. salvadorensis*** es una distribución en forma de campana donde la mayor cantidad de individuos se encuentran en las clases de altura intermedias de 8 a 14 m, acumulándose el 64.4% de los individuos (Figura 16) Similar comportamiento se aprecia en los resultados presentados por Medina (2003) donde la mayoría de los individuos muestreados se encontraron en la clase de altura intermedia de 5 m a 10 m. Es importante destacar que el 40.4% de los árboles de ***C. salvadorensis*** se encuentran en las clases de altura entre 12 a 18 m, las cuales son superiores a los datos de alturas reportados para el Bosque de Cinquera, donde la mayoría de los árboles no sobrepasan los 10 m de altura (Medina 2003). Esto indica que un número considerable de individuos de ***C. salvadorensis*** está ocupando los estratos superiores en el bosque.

Toledo *et al.*, (2008), reporta que más de la mitad de los árboles de ***Cedrela fissillis*** registrados en parcelas permanentes por su posición de copa son emergentes o con plena luz superior, según el mismo autor estos resultados los atribuye a los requerimientos ecológicos de la especie del género *Cedrela*, las cuales son demandantes de luz, por lo que la mayoría de estas especies se encuentran en posición dominante. Bach (2000), define al género *Cedrela* como especies oportunistas con un patrón de comportamiento que aprovechan condiciones de insolación,

alcanzando posiciones dominantes mucho más rápido que al compararlas con las especies esciófitas.

8.4 Producción de frutos y semillas

Al observar la producción promedio de frutos por individuo de *C. salvadorensis* mostró con relación a clases diamétricas una tendencia a aumentar, donde los individuos de mayor diámetro produjeron mayor cantidad de frutos que los individuos de las clases diamétricas inferiores (Figura 18); Así mismo, Camara-Cabrales y Snook (2005), encontraron en *Swietenia macrophylla*, especie de la misma familia botánica que los individuos con mayor DAP produjeron más frutos que los árboles con menor DAP; en este sentido la correlación entre el DAP y producción de frutos por árbol demuestra la asociación proporcional entre las variables, como se observa en la figura 27; el mismo comportamiento se observa con relación a la altura, donde los individuos más altos producen mayor cantidad de frutos (Figura 19); también es evidente el comportamiento en el análisis de correlación, la cual demuestra que la producción de frutos es proporcional con la altura (Figura 28). Los resultados de las correlaciones entre la producción de frutos y el contenido de nutrientes del suelo y pH evidencian que no existe asociación entre las variables en mención.

Respecto a la producción de semillas por frutos, los promedios más bajos fueron para las clases diamétricas inferiores, y los promedio más altos fueron en las clases diamétricas superiores a 60.5 cm (Cuadro 8). Al correlacionar DAP con la producción de semillas por fruto se determinó una asociación positiva, es decir los árboles con mayor diámetro producen más semillas por fruto; en este sentido Arteaga (2004), Snook *et al.*, (2005), Wright *et al.*, (2005) y Camara-Cabrales y Snook (2005) encontraron una relación positiva entre el número de semillas y el DAP de los árboles, asimismo, Toledo y Snook (2005) mencionan que es posible que los árboles con diámetros mayores sean los que producen más semillas. Además se obtuvo una correlación positiva entre el DAP y el número de semillas viables por fruto.

8.5 Caracteres biométricos de frutos y producción de semillas

Los resultados de la biometría de los frutos de *C. salvadorensis* respecto al largo muestran una variación entre 8.5 a y 14 cm, siendo estos muy similares a los rangos para la misma especie descritos por Salazar 2001, quien reporta una variación 8 a 15 cm de largo. En cuanto al diámetro de los frutos Niembro (2007) manifiesta que esta característica varía de manera significativa entre los árboles para la especie *S. macrophylla*, en cuanto a *C. salvadorensis* la variación en el diámetro del frutos fue de 0.7 cm, con valores entre 4.2 cm a 5.5 cm.

En el análisis de correlación de la biometría de los frutos y la producción de semillas por fruto, los resultados evidencian que no existe relación en ninguna de estas variables (Figuras 29 y 30); Razón por la cual, el número de semillas por fruto no está determinada por la biometría de los mismos. Similares resultados reportan Rodríguez *et al.*, (2001) y Chávez y Ramírez (2004) para *C. odorata* en donde los valores de peso, largo y ancho de fruto no se relacionan con el potencial y la eficiencia para producir semillas. Aunque un estudio realizado por Niembro (2007), encontró una correlación positiva entre los diámetros de los frutos de *S. macrophylla* y su contenido de semillas desarrolladas.

8.6 Germinación de semillas de *C. salvadorensis*

Al observar el porcentaje de germinación de semillas, está fue superior bajo sombra, con un 57%, y en el ambiente con luz fue de 44% (Cuadro 12), existiendo una diferencia significativa ($P \leq 0.016$); por tanto, el promedio de germinación es estadísticamente mayor bajo sombra. Estos resultados coinciden con los encontrados por Soihet y Saravia (1995), en donde las semillas de especies forestales obtuvieron mayor germinación cuando se les redujo el número de horas luz. Montes *et al.*, (2012) encontraron en su estudio que la especie forestal *Oreopanax floribundum* registró mayor porcentaje de germinación en los tratamientos con sombra y menos en el tratamiento de luz.

Según la prueba de Duncan, existe diferencia significativa en la germinación de las semillas para los tratamientos de peso de las semillas en los ambientes lumínicos luz y

sombra ($P \leq 0.000$). El porcentaje de germinación para el tratamiento de peso de semilla 3, fue el más bajo, tanto en el ambiente lumínico luz como en el ambiente sombra, siendo estadísticamente iguales y diferentes con respecto a los demás tratamientos. Los porcentajes de germinación de la semilla en los tratamientos peso de semillas 1 y 2 en el ambiente lumínico luz y 2 en el ambiente lumínico sombra, son estadísticamente iguales. De la misma forma, los porcentajes de germinación de los tratamientos peso de semilla 1 y 2 en luz y en sombra son estadísticamente iguales. En el trabajo realizado por Gil (1989), en germinación de semillas de *Heliocarpus popayanensis*, encontró que las semillas más grandes, presentaron mayor porcentaje de germinación que las semillas pequeñas. Asimismo, Ayala-Cordero et al., (2004), manifiestan en su estudio que el menor porcentaje de germinación fue para las semillas más pequeñas y el mayor para las de tamaño intermedio.

Según Banovetz y Scheiver, 1994, Citado por Ayala-Cordero 2004, las semillas grandes tienden a incrementar su viabilidad, germinación y velocidad de emergencia y sobreviven mejor que las semillas pequeñas en condiciones adversas. De acuerdo con Aguiar (1995), citado por Aráoz et al., (2004), el tamaño de las semillas se considera como un indicador de calidad fisiológica, ya que aquellas más grandes y de mayor peso muestran mejor germinación y vigor. A la luz de estos resultados la germinación de la semilla es influenciada por el tamaño de la semilla y por el factor de luminosidad, obteniéndose mayor porcentaje de germinación en las semillas de mayor peso y sembradas en un ambiente lumínico de sombra.

8.7 Calidad plántulas de *C. salvadorensis*

Las plantas que crecieron en el ambiente lumínico luz alcanzaron mayor altura que las plantas que crecieron en sombra. Los promedios de altura mostraron diferencia estadística ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos de luminosidad (Cuadro 15).

El diámetro del tallo fue casi 40% superior en el ambiente luz, mostrando diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre ambos tratamientos. Lo que en conjunto con la altura produjo plantas más robustas. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Hayashida-Oliver et al., 2001, en donde las plantas de las especies *S. macrophylla*, *C. odorata* y *Vertolletia excelsa* sometidas a una intensidad de luz del 25% tuvieron un

mejor crecimiento relativo en diámetro en comparación a las plantas que se desarrollaron a 3% de luz. Asimismo, encontró un efecto significativo de la intensidad de luz en el crecimiento relativo en altura de la especie **C. odorata**. Según Almeida *et al.*, (2005) y Ortega *et al.*, (2006) y citados por Piña y Arboleda (2010), un mayor diámetro en los tallos es una característica deseable porque garantiza mayor sustentación de la planta y puede considerarse una modificación funcional frente a una disminución de la luminosidad. Para Hayashida-Oliver *et al.*, (2001) los resultados sugieren que dichas especies tienen mayor probabilidad de crecimiento en claros que en el sotobosque.

Se encontró una diferencia significativa ($P \leq 0.01$) en el peso seco total, peso seco aéreo, peso seco radicular y en la relación peso seco aéreo/radicular, en los dos ambientes lumínicos. Las plantas sometidas al ambiente lumínico luz obtuvieron mayor peso seco total, aéreo, y radicular. Asimismo, registró una mejor relación del peso seco aéreo y radicular (Cuadro 16). En otras investigaciones también se ha obtenido mayor biomasa radical en diversas especies leñosas expuestas a plena radiación solar (Almeida *et al.*, 2005 y Ortega *et al.*, 2006 citado por Piña y Arboleda, 2010). Una mayor biomasa radical propicia un mejor desempeño de la plantas cuando se llevan a campo, principalmente en áreas degradadas, ya que la posibilidad de sobrevivencia sería superior en relación a la posibilidad de sustentación y absorción de agua y nutrientes (Almeida *et al.*, 2005). Por otra parte, una menor relación de la masa seca aérea y la radicular sugiere mayor capacidad para la absorción de agua y nutrientes, lo que propicia la posibilidad de soportar las mayores tasas fotosintéticas y de transpiración que comúnmente sucede en ambientes más iluminados (Carvalho *et al.*, 2006 citado por Piña y Arboleda, 2010).

El ambiente lumínico afectó significativamente la calidad de las plantas ($P \leq 0.05$). El mayor índice de esbeltez se registró en las plantas del tratamiento sombra, y el menor fue para las plantas que se desarrollaron en el ambiente luz (Cuadro 17). Un índice de esbeltez más elevado implica plantas con menos resistencia a condiciones de campo impuesta por los factores del ambiente (Fonseca *et al.*, 2002 y Da Silva *et al.*, 2007). Asimismo, refleja la capacidad de la planta para resistir daños físicos (Vargas, 1996 citado por Cano y Cetina, 2004). En ese sentido, las plantas de **C. salvadorensis** que se

desarrollaron en el ambiente luz tienen mayor posibilidad de resistir condiciones adversas del ambiente en donde se establezcan.

El índice de calidad de Dickson de las plantas expuestas al ambiente lumínico luz fue superior al registrado en sombra ($P \leq 0.05$). Valores altos se relacionan con una mejor calidad de la planta. Según Reyes *et al.*, 2005, esto se debe a que el desarrollo de la planta es alto y a la vez, las fracciones aérea y radical están equilibradas. Las plantas con índice más alto indican que tienen mayor probabilidad de adaptarse a las condiciones ambientales que se pueden encontrar en los sitios de plantación.

8.8 Características físicas, fisiográficas y químicas del suelo donde se encontró *C. salvadorensis*.

En los sitios donde se encontró *C. salvadorensis* predominaron los suelos poco profundos (Figura 33), con estructura en bloque (Figura 34), textura franco arcillo arenosa y franco arcillosa (Figura 35), de color rojizo (Figura 39) y fuertemente rocosos (Figura 43). Estos resultados concuerdan con las descripciones para los suelos de la zona (Rico 1974 y Pabón 2001). La mayoría de los árboles se encontraron en sitios con pendientes superiores al 65%, cercano a riberas de quebradas, dichos resultados coinciden con los reportados por Salazar *et al.*, (2001), quienes describen que la especie se encuentra en riberas de ríos o quebradas y por lo general crece en lomas o áreas bien drenadas.

Con base a los resultados de las características químicas de las muestras de suelo (Cuadro 18), los elementos: potasio, calcio y magnesio muestran valores altos, no obstante, el nivel de fósforo registrado en los sitios de estudio es bajo o crítico de acuerdo a la escala de Bertsch (1998), citado por Soundre (2004) y a la tabla de niveles críticos para interpretación de análisis de suelo del CENTA (2006). Rodríguez *et al.*, (2009), también reporta para el fósforo un valor bajo (0.08 Kg ha^{-1}) para un bosque en la zona Andina de Colombia. El pH del suelo se clasifica como fuertemente ácido (USDA 1971 citado por Porta *et al.*, 1999).

El promedio de humus (Cuadro 18) fue superior a la escala de Bertsch (1998), citado por Soundre (2004) para un bosque secundario, sin embargo es inferior a los datos reportados por Ibrahim et al., (2007) para dos bosques secundarios en Costa Rica y Nicaragua. Es de destacar que en el sitio La bruja se registró el promedio más alto de humus (Figura 39) el cual es superior al reportado por Ibrahim et al., (2007), para un bosque secundario en Nicaragua. El promedio de materia orgánica (Cuadro 18) en los sitios donde ocurre **C. salvadorensis** fue alto al compáralo con la escala de Bertsch (1998) citado por Soundre (2004), y tabla de niveles críticos para interpretación de análisis de suelo (CENTA 2006). Bornemisza (1987) menciona que en un suelo con contenido de materia orgánica mayor a 4% puede clasificarse como suelo altamente húmico. Porta et al., (1999) menciona que la materia orgánica es fundamental en el funcionamiento del ecosistema ya que interviene en la formación activa de los suelos, además influye en el intercambio catiónico y constituye una fuente de nutrientes.

La relación carbono nitrógeno calculada fue de 6.5 (Cuadro 18). Según Harman *et al.*, (1990), Portón *et al.*, (1994), Kenneth *et al.*, (1998) y Schroth (2003) citados por García (2009) manifiestan que una relación carbono nitrógeno inferior a 20 es apropiado para un adecuado ciclaje de nutrientes. En estas condiciones se favorece la mineralización (Bertsch, 1998 y Bellos, 2001, citados por García, 2009).

IX. CONCLUSIONES

- ✓ La densidad (61.9 ind. ha⁻¹) de ***C. salvadorensis*** es similar a otras especies forestales presentes en el bosque de Cinquera, que presentan densidades intermedias; a la luz de estos resultados aparentemente la especie no se ubicaría en la categoría de amenazada en la zona de estudio, aunque, los individuos muestreados se encuentran restringidos en áreas con pendiente pronunciada y aledaños a quebradas.
- ✓ La distribución diamétrica de los individuos de ***C. salvadorensis*** se ajustan a la “J” invertida, donde la mayoría de los individuos, corresponden a las tallas diamétricas inferiores, lo que indica que la población es estable y creciente en el bosque. La distribución de altura de los individuos de ***C. salvadorensis***, es en forma de campana, encontrándose la mayoría de los individuos en las clases de altura intermedia.
- ✓ Los resultados evidencian una asociación positiva entre el DAP y la altura con la producción de frutos y el total de semillas y semillas viables por fruto en los individuos de ***C. salvadorensis***. Por tanto, individuos con diámetros y alturas mayores producen más frutos y mayor número de semillas totales y viables que los individuos con diámetros y alturas inferiores.
- ✓ Los frutos de ***C. salvadorensis*** en promedio producen 77% de semillas viables y el restante corresponde a semillas inviables. En relación a la cantidad de semillas por kilogramo el 72% corresponden a semillas viables y el 28% a semillas inviables.
- ✓ Las correlaciones de producción de frutos y contenido de nutrientes (P, K, Ca, Mg y N) y pH del suelos en la zonas de ocurrencia de los individuos de ***C. salvadorensis*** mostraron una asociación baja, lo que sugiere que un mayor contenido de nutrientes en los suelos donde se encontraron los árboles no es un factor determinante en la producción de frutos.

- ✓ Con base a las correlaciones de las variables biométricas y peso de los frutos con la producción de semillas, evidencia que no existe relación entre dichas variables, por lo que el número de semillas contenidas en los frutos no están determinadas por dichos caracteres.
- ✓ Según los resultados obtenidos la germinación de las semillas de ***C. salvadorensis*** fue influenciada por el peso de las semillas y a los dos ambientes lumínicos sometidas, obteniendo mayor germinación las semillas con mayor peso en el ambiente lumínico sombra.
- ✓ Las plántulas de ***C. salvadorensis*** sometidas al ambiente lumínico luz obtuvieron mayor peso seco aéreo, radicular y total, así mismo una mejor relación peso seco aéreo y radicular, lo que sugiere que el ambiente lumínico luz incidió en un mejor desarrollo en las plántulas.
- ✓ Los índices de Dickson y esbeltez muestran que las plántulas de ***C. salvadorensis*** sometidas al ambiente lumínico luz son las que presentaron mejores resultados, lo que indica que dicho factor lumínico incidió en producir plántulas de mejor calidad.

X. RECOMENDACIONES

- ✓ Es necesario realizar estudios de la distribución y abundancia de *C. salvadorensis* en otras áreas naturales donde se encuentra la especie, para reevaluar su estado de conservación a nivel nacional.
- ✓ Considerando que los resultados demuestran una asociación entre el DAP y la altura con la producción de frutos y la producción de semillas viables, es conveniente realizar la cosecha de frutos de aquellos individuos que se encuentren en las clases diamétricas y alturas superiores.
- ✓ Para la propagación de la especie en vivero, sería adecuado utilizar semillas de mayor tamaño o tamaño intermedio, ya que son las que presentan mejores resultados en los porcentajes de germinación.
- ✓ Se sugiere que durante el período de germinación las semillas se establezcan en sombra; para obtener mayores porcentajes de germinación y posterior a ésta, exponerlas a luz directa para obtener plántulas con mejores caracteres para su supervivencia.
- ✓ Con base a la abundancia de la especie y a la producción de frutos y semillas, estos constituyen una fuente de germoplasma disponible que podrían emplearse en programas de conservación y propagación de la especie.
- ✓ Para actividades de cosechas de semillas con el propósito de propagar la especie, se pueden cosechar frutos sin considerar sus caracteres biométricos y peso, ya que la producción de semillas no está asociada a dichas variables.
- ✓ Considerando que la especie se encuentra establecida de forma natural principalmente en laderas con suelos poco profundos y pedregosos, se sugiere utilizar actividades de reforestación en áreas con similares características topográficas y edáficas.

XI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán, R. 2008. Plan de manejo del área natural montaña de Cinquera. 185 p
- Almeida, LS de; Maia, N da; Robles O, A y Camargo A, A. 2005. Crescimento de mudas de **Jacaranda puberula** Cham. em viveiro submetidas a diferentes níveis de luminosidade. (en línea). *Ciência Florestal*. 15(3):323-329. Consultado 22 feb. 2012. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=53415312>
- Álvarez, M. 2000. Caracterización de frutos y semillas de **Cedrela odorata** L., **Tabebuia rosea**, **Alnus ocuminata** y **Cupresus lusitánica** in II Simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina. Memoria. Costa Rica. p. 145-50.
- Aráoz, S; Longo O del.; Karlin O. 2004. Germinación de semillas de **Zizyphus mistral grisebach** III. Correlaciones paramétricas del tamaño y peso de drupas, endocarpos y semillas con la germinación y el vigor. (en línea). *Multequina*, no. 13:51-56. Consultado 15 mayo 2012. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42801306>
- Araujo-Murakami, A; Jørgensen P.M; Maldonado, C y Paniagua-Zambrana, N. 2005. Composición florística y estructura del bosque de caja de monte en Yungas, sector de Tambo Quemado-Pelechuco, Bolivia. (en línea). *Ecología en Bolivia*, 40(3):325-338. Consultado 15 mayo 2012. Disponible en: <http://ibcperu.org/doc/isis/mas/9835.pdf>
- Armas, HE; Meneses, EA. 2007. Composición, diversidad, estructura e importancia de las especies arbóreas y palmas del bosque seco de la finca "Rosita", Reserva Natural Estero Padre Ramos, Chinandega, Nicaragua (en línea). Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria. 102 p. Consultado 10 abr. 2012. Disponible en <http://www.una.edu.ni/Tesis/tnk10a727.pdf>
- Ayala-Cordero, G, Terraza, T, López-Mata, L, y Trejo, C. 2004. Variación en el tamaño y peso de la semilla y su relación con la germinación en una población de **Stenocereus beneckeii** (en línea). *Interciencia*, 29(12):692-697. Consultado 22 abr. 2012. Disponible en http://www.interciencia.org/v29_12/terrazas.pdf

- Bach, E. P. 2000. Introducción a la ecología y dinámica del bosque tropical. (en línea). Consultado 5 Nov. 2010. Disponible en <http://www.puce.edu.ec/zoologia/vertebrados/personal/sburneo/cursos/ecologiaII/Bibliografia/2-4%20Ecologia%20y%20dinamica%20BHT.pdf>
- Benavidez, M.J. 2008. Evaluación del análisis de fragmentación con base en imágenes TM y fotografías aéreas en Sarapiquí, Vertiente Atlántico Norte. (en línea). Tesis Mag. Sc. Costa Rica, CATIE. 105 p. Consultado 24 jun. 2012. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2384e/A2384e.pdf>
- BOLFOR; Mostacedo, B. y T. S. Fredericksen. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. (en línea). Santa Cruz, Bolivia. 87 p. Consultado 15 jun. 2012. Disponible en: <http://www.bionica.info/Biblioteca/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf>
- Brendom M, H.L. y Spencer C, H.B. 2000. A comparative analysis of pollen limitation in flowering plants. (en línea). Biological Journal of the Linnean Society 69:503-520. Consultado 13 jun. 2012. Disponible en: <http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/03-8024>
- Cámara-Cabrales, L y L. K. Snook. 2005. Producción de semillas de caoba en México: patrones de variación e implicaciones para la sostenibilidad. (en línea). Recursos Naturales y Ambiente. 44:60-67. Consultado 29 mar. 2012. Disponible en: <http://web.catie.ac.cr/informacion/RFCa/rev44/Pages%2060-67.pdf>
- Cano P, A y Cetina A, VM. 2004. Calidad de plantas en vivero y prácticas que influyen en su producción. (en línea). INIFAP-CIRNE. Campo Experimental Saltillo. Folleto técnico Núm. 12. Coahuila, México 24 p. Consultado 13 ene. 2012. Disponible en <http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/jspui/bitstream/handle/123456789/976/184.pdf?sequence=1>
- Caldato S.L y Pezzutti R. V. 2010. Estructura poblacional de *Myrocarpus frondosus* Allemão en un bosque en galería de la selva paranaense en misiones, Argentina.

(en línea). *Ciências Florestal*, 20(3):411-418. Consultado 25 jul. 2012. Disponible en:
<http://cascavel.cpd.ufsm.br/revistas/ojs2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/2056>

Cayola, L; Fuentes, A y Jørgensen PM. 2005. Estructura y composición florística de un bosque seco subandino yungueño en el valle de Tuichi, Área Natural de Manejo Integrado Madidi, La Paz (Bolivia). (en línea). *Ecología en Bolivia* 40(3):396-417. Consultado 22 ene. 2012. Disponible en:
<http://www.ibcperu.org/doc/isis/mas/9839.pdf>

Cayuela, L. 2006. Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los altos de Chiapas, México. Efectos sobre la diversidad de árboles. (en línea). *ecosistemas* 15(3):192-198. Consultado 20 jun. 2012. Disponible en:
http://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/7779/1/ECO_15%283%29_19.pdf

CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, ES). 2006. Manual de Interpretación de Análisis de Suelos y Foliare para la Nutrición de Limón, Aguacate, Cocotero y Marañón. Santa Tecla, El Salvador. 71 p.

Chávez, AA y Ramírez, JM. 2004. Variación en frutos de ***Cedrela odorata*** L. y determinación de su potencial y eficiencia de producción de semillas en el Estado Campeche México. (en línea). *Foresta veracruzana*. 6(1):5-8. Consultado 20 mar. 2012. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49760102>

Clark, DB. 2002 Los factores edáficos y la distribución de las plantas. In Guariguata, M. R y G. Kattan (Eds) *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 193-221p.

Condit, R. 1995. Research in large, long-term tropical forest plots. *Trends in Ecology & Evolution*, 10(1):18-22. En: Caldato SL y Pezzutti RV. 2010. Estructura poblacional de ***Myrocarpus frondosus*** Allemão en un bosque en galería de la selva paranaense en misiones, Argentina. (en línea). *Ciências Florestal*,

20(3):411-418. Consultado 07 abr. 2012. Disponible en:
<http://cascavel.cpd.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/view/2056>

Da Silva, R., G. de Freiras., S. Siedeneichler., J. de Mata y J. Chagas. 2007. Desemvolvimiento inicial de plántulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. ex Spreng) schum. Sob influencia de sombreamento. (en línea). Acta amazónica 37(3):365-370. Consultado 03 feb. 2012. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0044-59672007000300007&script=sci_arttext

Echeverría, EE; Menjívar Cruz, JE; Cerén López, JG; Hernández, MA. 2008. Estudio e inventario de la diversidad de especies de flora de la montaña de Cinquera. San Salvador, El Salvador. 66 p.

Erazo, S. M. L & A. J. Monterrosa U. 2000. Propuesta de Lineamientos de Gestión para la Conservación y Manejo del Bosque Secundario de Cinquera. Universidad “José Simeón Cañas” UCA (Tesis de Maestría en Gestión del Medio Ambiente). 161 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1999. Situación de los Bosques del Mundo (en línea). Roma Italia. Consultado 13 mayo 2011. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/W9950S/W9950S00.htm>

_____. 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales (en línea). Roma Italia. Consultado 08 oct. 2011. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/013/i1757s/i1757s.pdf>

Finegan, B. 1992. Bases Ecológicas de la Silvicultura y la Agroforestería. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 153 pp.

Flores, J. S. 1980. Tipos de Vegetación de El Salvador y su Esta Actual. Editorial Universitaria, San Salvador, El Salvador. 273 p.

Fonseca, E., S. Valeri., E. Miglioranza., N. Foseca y L.Couto. 2002. Padrao de Kualidade de mudas de *Trema micrantha* (L) Blume, producidas sobre diferentes períodos de sombreamento. (en línea). Arbore 26(4):515-523.

Consultado 16 mayo 2012. Disponible en http://www.scielo.br/scielo.php?pid=s0100-67622002000400015&script=sci_arttext

Forget, PM. 1992. Regeneration ecology of *Epeura grandifolia* (Caesalpinaceae), a large-seeded tree in French Guiana (en línea). *Biotropical* 4(2):146-156. Consultado 18 sep. 2012. Disponible en: http://www.carapa.org/data/File/References/1992Forget_Biotropica_Egrandiflora.pdf

García Vargas, AN. 2009. Determinación y comparación de la descomposición de hojarasca en bosque de coníferas con diferentes grados de intervención en el noreste de Costa Rica. (en línea). Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba Costa Rica 65 p. Consultado 18 dic. 2011. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A3073e/A3073e.pdf>

Gil, R. H. 1989. Efeito de luz e de diferentes temperaturas na germinacao de sementes de *Heliocarpus popayanensis* L. (en línea). *Revista Forestal Venezolana*, 23(33):21-42. Consultado 19 sep. 2012. Disponible en <http://www.scielo.br/pdf/rarv/v32n2/a05v32n2.pdf>

Groenendael, JM van; Bullock, SH y Pérez Jiménez, LA. Aspects of the population biology of the gregarious tree *Cordia elaeagnoides* in Mexican tropical deciduous forest. *Journal of tropical ecology* 12(1):11-24.

Guariguata, M. R y R. Ostertag. 2002. Sucesión Secundaria. In Guariguata, M. R y G. Kattan (Eds) *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Editorial Tecnológica de Costa Rica, Cartago, Costa Rica. 691 p.

González, E., y E. Chaves. 1994. Estructura y composición de un bosque húmedo tropical explotado. *Ciencias ambientales*. 5:36-57.

Grau, H.R. 2000. Regeneration patterns of *Cedrela lilloi* (meliaceae) in northwestern Argentina subtropical montane forest. *Journal of Tropical Ecology* 16:227-242.

Harms, K.E y Paine, C.E. 2003. Regeneración de árboles tropicales e implicaciones para el manejo de bosques naturales (en línea). *UU.EE*. Consultado 15 nov. 2010.

Disponible en <http://www.um.es/gtiweb/adrico/medioambiente/regeneraciontropicales.htm>

Hayashida-Oliver, Y; Boot, RG y Poorter L. 2001. Influencia de la disponibilidad de agua y luz en el crecimiento y la morfología de plantines de ***Swietenia macrophylla***, ***Cedrela Odorata*** y ***Bertholletia excelsa*** (en línea). *Ecología en Bolivia* 35:51-60. Consultado 30 mayo 2012. Disponible en: <http://www.cedsip.org/PDFs/24/MARKESTEIJN.pdf>

Hellum, AK. 1976. Grading seed by weight in white spruce. *Tree Planters Notes* 27(1):16-17. Consultado 15 ene. 2012. Disponible en http://admin.mngr.net/publications/tpn/27-1/27_1_16_17.pdf

Ibrahim, M; Chacón, M; Cuartas, C; Naranjo, J; Ponce, G; Vega P; Casasola, F y Rojas, J. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua. (en línea). *Agroforestería en las Américas*, 45:27-36. Consultado 30 mayo 2012. Disponible en <http://www.cipav.org.co/pdf/red%20de%20agroforesteria/Articulos/almacenamiento%20de%20carbono%20en%20el%20suelo%20y%20la%20biomasa%20arborea.pdf>

IGN (Instituto Geográfico Nacional), 1971. *Diccionario Geográfico de El Salvador* tomo I. pag.122 – 124.

Kobe, RK. 1999. Light gradient partitioning among tropical tree species through differential seedling mortality and growth (en línea). *Ecology* 80:187-201. Consultado 15 jul. 2012. Disponible en: <http://www.esajournals.org/doi/abs/10.1890/0012-9658%281999%29080%5B0187:LGPATT%5D2.0.CO%3B2>

Larson, BM y Barrett, S.C. 2000. A comparative analysis of pollen limitation in flowering plants (en línea). *Biological Journal of Linnean Society*, 69:503–520. Consultado 15 may. 2012. Disponible en <http://www.idealibrary.com>

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, ES) & SEMA (Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente, ES). 1994. Sistema Salvadoreño de Áreas Naturales Protegidas. San Salvador, El Salvador. 110 p.
- Malleux, J. 1974. Análisis de dispersión de 10 especies forestales de un bosque húmedo tropical (en línea). Revista forestal del Perú 5(1-2):1-12. Consultado 12 mayo 2012. Disponible en: http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol05_no1-2_Ene71-Dic74_%2808%29/vol5_art6.pdf
- MARN. 2009. Listado Oficial de Especies de Flora Silvestre Amenazada o en Peligro de Extinción en El Salvador. Tomo No. 363. Número 78. San Salvador, EL Salvador. 22 P.
- Mateo-Sánchez, JJ., Bonifacio-Vásquez, R., Pérez-Ríos, SR., Mohedano-Caballero, L y Capulín-Grande, J. 2011. Producción de (***Cedrela Odorata L.***), en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpán de Galeana, Guerrero, México. (en línea). Ra Ximhai, 7(1):123-32. Consultado 20 jun. 2012. Disponible en [http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-19articulosPDF/12-PRODUCCION%20DE%20\(CEDRELA%20ODORATA%20L\)%20EN%20SUSTRATO%20A%20BASE_Jose%20Justo.pdf](http://www.uaim.edu.mx/webraximhai/Ej-19articulosPDF/12-PRODUCCION%20DE%20(CEDRELA%20ODORATA%20L)%20EN%20SUSTRATO%20A%20BASE_Jose%20Justo.pdf)
- Márquez R, J; Xotla V, U y González T, JE. 2005. Estudio de germinación y crecimiento inicial de plántulas de ***Cedrela odorata*** L (en línea). Foresta Veracruzana, vol. 7 Consultado 19 mayo 2011. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=49770208>.
- Medina, M. 2003. Análisis del estado de sucesión secundaria de la zona boscosa comprendida en el municipio de Cinquera, Departamento de Cabañas, El Salvador. Tesis. San Salvador, El Salvador. 95 pp.
- Menéndez, M. E; Bourne, W. C. 1965. Levantamiento general de suelos de El Salvador, Esc. 1:50,000. Color.

- Metodología de capacidad de uso de las tierras. sa. Consultado 20 dic. 2011.
Disponible en <http://www.inbio.ac.cr/araucaria/metcap.pdf>
- Mirmanto, E; Proctor, J; Green J; Nagy, L; Suriantata. 1999. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization in a lowland evergreen rainforest. Philosophical Transaction of the Royal Society of London Series B-Biological Sciences 534:1825-1929.
- Montes P, C R; Silva, J A y Rondón, J. 2012. Efecto de cuatro niveles de sombra en la germinación de **Oreopanax oribundum** en condiciones de vivero. (en línea). *RIAA*, 3(1):7-52. Consultado 18 jun. 2012. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4227036>
- Namkoong, G; T. Boyle; H.R. Gregorius; H. Joly, O Savolainen; W. Ratman; A. Young. 1996. Testing criterial and indicators for assessing the sustainability of forest managment: genetic criterial and indicators. (en línea). Bogor: Center Forestry Research. 13 p. Consultado 18 jun. 2012. Disponible en http://www.cifor.org/publications/pdf_files/WPapers/WP-10.pdf
- Nicotra, AB; Chazdon, RL y Iriarte SVB. 1999. Spatial heterogeneity of light and woody seedling regeneration in tropical wet forest. *Ecology* 80:1908-926.
- Niembro, A. 1995. Producción de semillas de caoba **Swietenia macrophylla King** bajo condiciones naturales en Campeche, México. In: Memorias del Simposio Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina. Rodolfo Salazar (editor técnico). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). pp. 249-263. Consultado 19 jun. 2012. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0018S/A0018S43.pdf>
- _____ ; Ramírez-García, EO; Aparicio-Rentería, A. 2007. Correlación entre características de frutos de **Swietenia macrophylla King** con su contenido de semillas desarrolladas. (en línea). *Foresta veracruzana*. 9(1):49-53. Consultado 19 jun. 2012. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49790108>

- Pabón, F. A. 2001. Clasificación de Suelos. Documento de Cátedra Edafología II Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente.
- Pennington, T. D y Muellner, A. N. 2010. A monograph of cedrela (Meliaceae) (en línea). Consultado 09 oct. 2010. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0009S/a0009s156.pdf>
- Pinto Ledezma, JN; Ruiz de Centurión, Teresa. 2010. Patrones de deforestación y fragmentación (en línea). 1976-2006 en el municipio San Julián (SANTA Cruz, Bolivia). Ecología en Bolivia. Sep. 2010, 45(2):101-115. Consultado 19 mayo 2011. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?scrip=sci_arttext&pid=s1605-2528201000020000&lng=es&nrm=iso.
- Piña, M y Arboleda, ME. 2010. Efecto del dos ambientes lumínicos en el crecimiento inicial y calidad de plantas de **Crescencia kujete**. Bioagro, 22(1):61-66.
- Porta, CJ; López-Acevedo, RM y De Laburu, CR. 1999. Edafología: para la agricultura y el medio ambiente. 2ª ed. México. 849 p.
- Reyes, J., A. Aldrete., V. Cetina y J. López. 2005. Producción de plántulas de **Pinus Pseudostrobus** var. Apulsencis en sustratos a base de aserrín. Revista Chapingo. Ciencias Forestales y del ambiente 11(2):105-10. Consultado 22 jun. 2012. Disponible en <http://portal.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/66264a66a29adc8ac7811b5ab6ad37>
- Rico, N. M. A. 1974. Las Nuevas Clasificaciones y Los Suelos de El Salvador. Universidad de El Salvador. San Salvador, El Salvador, C. A. 98 p.
- Rodríguez, JA; Sepulveda, IC; Camargo, JC y Galvis, JH. 2009. Pérdida de suelo y nutrientes bajo diferentes coberturas vegetales en la zona Andina de Colombia. Acta Agronómica, 58(3):160-66. Consultado 23 jun. 2012. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28122009000300007&script=sci_arttext

- Rodríguez, GR; Márquez, JR y Rebolledo, VC. 2001. Determinación del potencial y eficiencia de producción de semillas en ***Cedrela odorata*** L. y su relación con caracteres morfométricos de frutos. (en línea). Foresta veracruzana. 3(1):23-26. Consultado 22 jun. 2012. Disponible en <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49730104>
- Salazar, R; Soinet, C y CATIE. 2001. Programa de investigación. Proyecto de semillas forestales. Danida Forest seed Centre, Humlebaeck (Dinamarca). ***Cedrela salvadorensis*** Stand Manejo de Semillas de 75 Especies Forestales de América Latina (en línea). Serie técnica. Manual técnico no. 48:111-112. Consultado 15 dic. 2010. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/a0009s/a0009s156.pdf>
- Salisbury, FB y Ross CW. 2000. Fisiología de las plantas 3. Desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. Editorial Paraninfo, Madrid, España p. 697-699
- Sánchez, C. J. H. 1994. Propuesta de Desarrollo con Fundamentos Ecológicos Para La Zona de Radiola (Parte de los Municipios: Suchitoto, Tenancingo y Cinquera). Escuela de Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador (Tesis de Licenciatura), 104 p.
- Sánchez, MD; Harvey, CA; Grijalva, A; Medina, A y Vílchez S. 2005. Densidad, composición y estructura de la vegetación en un agropaisaje ganadero en Matiguás, Nicaragua. Rev. Biol. Trop. 53(3-4):387–414. Consultado 03 ago. 2012. Disponible en http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S0034-77442005000200009&script=sci_arttext
- Segura, O.; Kaimowitz, D.; Rodríguez, J.; (eds.). 1997. Políticas forestales en centro América: análisis de las restricciones para el desarrollo del sector forestal. IICA-Holanda/Laderas San Salvador, El Salvador. 335 p.
- Silva-Matos, DM; Fonseca GDFM; Silva-Lima, L. 2005. Differences on post-fire regeneration of the pioneer trees ***Cecropia glazioui*** and ***Trema micrantha*** in a lowland Brazilian Atlantic Forest (en línea). Rev. Biol. Trop. 53(1-2):1-4. Consultado 02 ago. 2012. Disponible en <http://www.latindex.ucr.ac.cr/rbt003-01.php>

- Smith, CE. 1960. A revision of *Cedrela* (Meliaceae). (en línea). Fieldiana: Botany. 29(5):295-341. Consultado 03 sep. 2012. Disponible en <http://ia700307.us.archive.org/18/items/revisionofcedrel295smit/revisionofcedrel295smit.pdf>
- SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, ES); CIAGRO (Servicio Meteorológico Nacional, ES). 2011. Informe climatológico de Cerrón Grande y alrededores. San Salvador, El Salvador. s.p.
- Soihet, C., Saravia, A. S., & CATIE, Turrialba (Costa Rica). Proyecto de Semillas Forestales. (1995). Efecto de la reducción de horas luz en la germinación de cinco especies forestales. Memorias. In Simposio sobre Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina. Managua (Nicaragua). 16-20 Oct 1995.
- Soundre, M. 2004. Factores que influyen sobre las características del suelo y la vegetación secundaria regenerada en pasturas abandonadas del cantón de Hojancha, Guanacaste, (en línea). Costa Rica. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba Costa Rica, 111 p. Consultado 07 jul. 2012. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0304e/A0304e.pdf>
- Sorensen, FC; Campbell RK. 1992. Seed weight size correlation in coastal Douglas-fir: genetic and environmental components. (en línea). Canadian Journal of Forest Research. 23(2):275-285. Consultado 09 sep. 2012. Disponible en http://www.fs.fed.us/pnw/pubs/journals/pnw_1992_sorensen001.pdf
- Toledo, M; Chevalier B, Villaroel, D y Mostacedo, B. 2008. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas cedro, ***Cedrela spp.*** (en línea). Proyecto BOLFOR II/ Instituto Boliviano de Investigación Forestal. Santa Cruz, Bolivia. 30 p. Consultado 08 jun. 2012. Disponible en <http://www.ibifbolivia.org.bo/uploads/Publicacionesdt/2009%20Toledo%20Cedro.pdf>
- Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. Consultado 03 Mar. 2011. Disponible en <http://www.tropicos.org/Specimen/2804843>

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 18 febrero 2013
<<http://www.tropicos.org/Name/42000264>>

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 18 febrero 2013
<<http://www.tropicos.org/Name/40003294>>

Ventura Centeno, N.E y R. Villacorta. 2000. Mapa de los ecosistemas terrestres y acuáticos de El Salvador. Banco Mundial – MARN. 86 p.

Webb, L. J; Tracey, J. G & Williams, W. T. 1972. Regeneration and pattern in the subtropical rain forest. (en línea). *The Journal of Ecology*, 60(3):675-695. Consultado 07 ago. 2012. Disponible en <http://www.jstor.org/discover/10.2307/2258559?uid=3739080&uid=2134&uid=373129581&uid=2&uid=70&uid=3&uid=373129561&uid=60&sid=21102489393641>

XII. ANEXOS

Anexo 1. Resultados de los análisis de suelo efectuados en algunos sitios donde se encontró *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera.

Zonas de muestreo	Árbol No.	Producción de frutos	pH	Kg ha ⁻¹					TM/Ha Û	% CarbonoÛ	Relación C/N‡
				P ₂ O ₅ £	K ₂ O£	CaO¤	MgO¤	N©			
Caseta entrada al Bosque	23	24	5.07	20.1	182.6	29,912.8	7,202.5	123.0	164.0	4.8	9.3
Quebrada El Funeral	127	21	5.6	и	564.7	17,002.5	5,479.4	49.4	65.8	1.9	3.7
	129	0	5.32	и	363.0	19,632.4	5,354.6	69.0	92.0	2.7	5.4
	131	43	5.39	и	217.4	28,167.0	4,911.7	109.8	146.4	4.2	9.0
Quebrada El Naranjito	27	94	5.09	и	50.0	15,223.3	3,897.2	100.8	134.4	3.9	8.1
Quebrada La Bruja	7	23	5.65	28.4	277.2	26,321.0	5,886.0	153.8	205.0	5.9	9.7
	8	15	5.51	102.2	76.9	33,076.4	5,696.8	121.8	162.4	4.7	8.9
Quebrada La Ceiba	68	8	5.4	и	224.8	14,761.8	4,553.4	66.5	88.6	2.6	7.8
	69	63	5.57	и	270.6	16,218.5	2,391.4	88.1	117.4	3.4	7.2
	90	107	5.32	и	175.7	16,857.9	3,889.1	44.6	59.4	1.7	3.7
	98	9	5.59	и	152.7	18,920.7	3,744.2	59.0	78.6	2.3	3.0
Quebrada La Jutera	153	14	5.4	и	109.9	20,522.0	4,790.9	63.9	85.2	2.5	3.1
	161	2	5.24	и	245.5	19,843.6	4,839.3	80.7	107.6	3.1	5.9
Quebrada Masachucho	13	77	5.22	и	182.7	18,314.6	5,113.0	110.4	147.2	4.3	10.4
	18	69	5.41	и	86.8	17,714.2	6,091.3	58.5	78.0	2.3	4.1
	36	18	5.43	и	187.6	24,436.2	5,189.5	132.8	177.0	5.1	8.1
Promedio		36.7	5.4	50.2	210.5	21,057.8	4,939.4	89.5	119.3	3.5	6.7
Desviación estándar ±		34.3	0.2	45.2	124.9	5,602.2	1,118.5	33.0	44.0	1.3	2.6

и: Datos no determinados, £: Transformados de ppm a kilogramos por hectárea, ¤: Transformados de meq/100ml a kilogramos por hectárea, ©: Transformados de porcentaje a kilogramos por hectárea, Û: calculado a partir del porcentaje de materia orgánica, ‡: relación %N entre %C.

Anexo 2. Características físicas de los suelos en las zonas de ocurrencia de *C. salvadorensis*, en el Área Protegida Bosque de Cinquera. Datos obtenidos de calicatas.

Zonas de muestreo	de Calicata	Horizonte	Profundidad (m)	Color	Estructura	Textura
Masachucho	C1	H1	0.50	Café rojizo oscuro	Bloques subangulares	Franco Arcillo Arenoso
		H2	0.42	Café rojizo	Pulverulento	Franco Arcillo Arenoso
		H3	0.300	Café rojizo oscuro	Bloques	Franco Arcillo
Ceiba Mocha	C2	H1	0.40	Café rojizo oscuro	Bloques subangulares	Franco Arcillo Arenoso
		H2	0.24	Café rojizo oscuro	Bloques subangulares	Franco Arcillo Arenoso
		H3	0.20	Café rojizo	Pulverulento	Franco Arcillo Arenoso
El Naranjito	C3	H1	0.20	Café rojizo oscuro	Bloques subangulares finos	Franco Arcillo Arenoso
Falda de Caña Brava	C4	H1	0.30	Café rojizo oscuro	Granular	Franco Arcillo Arenoso
		H2	0.25	Café ligeramente rojizo	Pulverulento	Arena Franca
La Bruja	C5	H1	0.20	Café rojizo oscuro	Granular	Franco Arenoso
		H2	0.30	Café rojizo oscuro	Bloques subangulares	Franco Arcillo Arenoso
		H3	0.50	Café rojizo	Pulverulento	Franco Arcillo Arenoso

Continuación anexo 2.

Quebrada Funeral	EI	C6	H1	0.32	Café rojizo	Granular	Franco Arcillo Arenoso
			H2	0.23	Café rojizo	Bloque subangular fino	Franco Arcillo Arenoso
		C7	H1	0.36	Café rojizo	Bloque subangular fino	Franco Arcilloso
Quebrada Jutera	La	C8	H1	0.26	Café rojizo oscuro	Bloques Angulares	Franco Arcilloso
			H2	0.20	Café rojizo	Bloque subangular fino	Arcilla
		C9	H1	0.22	Café rojizo oscuro	Bloques Angulares	Franco Arcillo Arenoso
			H2	0.30	Café rojizo	Pulverulento	Franco Arcillo Arenoso
Quebrada Guadalupe		C10	H1	0.30	Grisáceo muy oscuro	Bloques Angulares	Franco Arcillo Arenoso
Cerro Izcanal		C11	H1	0.45	Café rojizo oscuro	Bloques Angulares	Franco Arcillo Arenoso
			H2	0.20	Rojo	Bloques Angulares	Franco Arcillo Arenoso

Anexo 3. Resultados de los porcentaje de humedad, porcentaje de materia seca y peso fresco (gr) de las plántulas de **C. salvadorensis** sometidas al ensayo de germinación en dos ambientes lumínicos



Laboratorio de Química Agrícola
 Km 33 ½ Carretera a Santa Ana, El Salvador C.A. Tel: 2302-0200 Ext. 269
 Correo electrónico: lquimicaagricola.centa@gmail.com

San Andrés, 20 de junio de 2012

Sres: Manuel Medina y Samuel Orellana
 Universidad Nacional de El Salvador

Tipo de Muestra: RAIZ, TALLO Y HOJA DE CEDRO REAL EDAD: 60 DIAS

LUGAR DE RECOLECCION: BOSQUES DE CINQUERA
 FECHA DE RECOLECCION: 13 DE JUNIO 2012
 FECHA DE INGRESO: 13 DE JUNIO 2012

# Lab	IDENTIFICACION	PARTE DE LA PLANTA	(%) HUMEDAD	% MATERIA SECA	PESO FRESCO g	METODOLOGIA
285	P2 LUZ	HOJA	79.46	20.54	91.67	MÉTODO DE LA ESTUFA A 50°C Métodos oficiales de la A.O.A.C 15ª edición 1990
		TALLO	87.68	12.32	76.49	
		RAIZ	83.54	16.46	24.97	
286	P1 SOMBRA	HOJA	86.12	13.88	128.76	
		TALLO	90.22	9.78	91.44	
		RAIZ	86.41	13.59	21.94	
287	P2 SOMBRA	HOJA	84.90	15.10	100.42	
		TALLO	90.63	9.37	67.39	
		RAIZ	87.51	12.49	18.50	
288	P3 SOMBRA	HOJA	86.84	13.16	54.22	
		TALLO	87.41	12.59	25.67	
		RAIZ	83.91	16.09	6.34	
289	P1 LUZ	HOJA	78.94	21.06	144.33	
		TALLO	87.51	12.49	246.76	
		RAIZ	84.17	15.83	85.30	
290	P3 LUZ	HOJA	79.76	20.24	72.49	
		TALLO	87.59	12.41	57.41	
		RAIZ	82.56	17.44	18.58	

NOTA: Este informe de análisis se basa en una muestra de producto recibido por el laboratorio, el proceso del muestreo ha sido responsabilidad del interesado.

Lic. Miriam Álvarez de Amaya
 Jefe del Laboratorio de Química Agrícola

Anexo 4. Características físicas del suelo en el sitio Masachucho, para los parámetros de color, textura y estructura, calicata número 1.



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL**
ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA
LABORATORIO DE SUELOS
e-mail: centalabsuelos2010@hotmail.com
Tel. 23020200 Ext.248

San Andrés, 21 de junio de 2012

CARTA No. 20142

NOMBRE DEL AGRICULTOR: SAMUEL ORELLANA Y MANUEL MEDINA
ZONA MASACHUCHO
MUNICIPIO: ILOBASCO
DEPARTAMENTO: CABAÑAS
CALICATA No. 1

No. Laboratorio	Muestra 20281	Muestra 20282	Muestra 20283
Horizonte	H1	H2	H3
Profundidad	0.50 m.	0.42 m.	0.30 m.

ZONA MASACHUCHO - CALICATA No. 1				
HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	ESTRUCTURA	TEXTURA
H1	0.50 m.	5YR3/2 CAFÉ ROJIZO OSCURO	Bloques subangulares	Franco Arcillo Arenoso
H2	0.42 m.	5YR5/4 CAFÉ ROJIZO	Pulverulento	Franco Arcillo Arenoso
H3	0.30 m.	5YR3/4 CAFÉ ROJIZO OSCURO	Bloques	Franco Arcilloso

ING. QUIRINO ARGUETA
ESPECIALISTA EN FERTILIDAD DE SUELOS



Anexo 5. Características físicas del suelo en el sitio Ceiba Mocha, para los parámetros de color, textura y estructura, calicata número 2.



CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
 AGROPECUARIA Y FORESTAL
 ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA
 LABORATORIO DE SUELOS
 e-mail: centalabsuelos2010@hotmail.com
 Tel. 23020200 Ext.248

San Andrés, 21 de junio de 2012

CARTA No. 20143

NOMBRE DEL AGRICULTOR: SAMUEL ORELLANA Y MANUEL MEDINA
 ZONA CEIBA MOCHA
 CALICATA No. 2

No. Laboratorio	Muestra 20284	Muestra 20285	Muestra 20286
Horizontes	H1	H2	H3
Profundidad	0.40 m.	0.24 m.	0.20 m.

ZONA CEIBA MOCHA - CALICATA No. 2				
HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	ESTRUCTURA	TEXTURA
H1	0.40 m.	5YR3/3 CAFÉ ROJIZO OSCURO	Bloques subangulares	Franco Arcillo Arenoso
H2	0.24 m.	5YR3/3 CAFÉ ROJIZO OSCURO	Bloques subangulares	Franco Arcillo Arenoso
H3	0.20 m.	5YR5/3 CAFÉ ROJIZO	Pulverulento	Franco Arcillo Arenoso


 ING. QUIRINO ARGUETA
 ESPECIALISTA EN FERTILIDAD DE SUELOS



Anexo 6. Características físicas del suelo en el sitio El Naranjito, para los parámetros de color, textura y estructura, calicata número 3.



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA
LABORATORIO DE SUELOS
e-mail: centalabsuelos2010@hotmail.com
Tel. 23020200 Ext.248**

San Andrés, 21 de junio de 2012

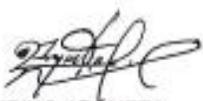
CARTA No. 20144

NOMBRE DEL AGRICULTOR: SAMUEL ORELLANA Y MANUEL MEDINA ZONA EL NARANJITO CALICATA No. 3

No. Laboratorio	Muestra No. 20287
Horizonte	H1
Profundidad	0.20 m.

RESULTADO DEL ANALISIS

ZONA EL NARANJITO - CALICATA No.3				
HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	ESTRUCTURA	TEXTURA
H1	0.20 m.	5YR3/2 CAFÉ ROJIZO OSCURO	Bloques Angulares finos	Franco Arcillo Arenoso


ING. QUIRINO ARGUETA
ESPECIALISTA EN FERTILIDAD DE SUELOS



Anexo 7. Características físicas del suelo en el sitio Falda de Caña Brava, para los parámetros de color, textura y estructura, calicata número 4.



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA
LABORATORIO DE SUELOS
e-mail: centalabsuelos2010@hotmail.com
Tel. 23020200 Ext.248**

San Andrés, 21 de junio de 2012

CARTA No. 20145

NOMBRE DEL AGRICULTOR: SAMUEL ORELLANA Y MANUEL MEDINA
ZONA RIO QUEZALAPA
CALICATA No. 4

No. Laboratorio	Muestra No. 20288	Muestra No.20289
Horizontes	H1	H2
Profundidad	0.30 m.	0.25 m

RESULTADO DEL ANALISIS

ZONA RIO QUEZALAPA - CALICATA No. 4				
HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	ESTRUCTURA	TEXTURA
H1	0.30 m.	5YR3/2 CAFÉ ROJIZO OSCURO	Granular	Franco Arcillo Arenoso
H2	0.25 m.	5YR6/3 CAFÉ LIGERAMENTE ROJIZO	Pulverulento	Arena Franca

ING. QUIRINO ARGUETA
ESPECIALISTA EN FERTILIDAD DE SUELOS



Anexo 8. Características físicas del suelo en el sitio La Bruja, para los parámetros de color, textura y estructura, calicata número 5.



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL**
ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA
LABORATORIO DE SUELOS
e-mail: centalabsuelos2010@hotmail.com
Tel. 23020200 Ext.248

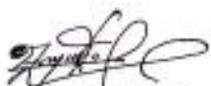
San Andrés, 21 de junio de 2012

CARTA No. 20146

NOMBRE DEL AGRICULTOR: SAMUEL ORELLANA Y MANUEL MEDINA ZONA QUEBRADA LA BRUJA CALICATA No. 5
--

No. Laboratorio	Muestra 20290	Muestra 20291	Muestra 20292
Horizontes	H1	H2	H3
Profundidad	0.20 m.	0.30 m.	0.50 m.

ZONA QUEBRADA LA BRUJA - CALICATA No. 5				
HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	ESTRUCTURA	TEXTURA
H1	0.20 m.	5YR3/2 CAFÉ ROJIZO OSCURO	Granular	Franco Arenoso
H2	0.30 m.	5YR3/3 CAFÉ ROJIZO OSCURO	Bloques subangulares	Franco Arcillo Arenoso
H3	0.50 m.	5YR4/4 CAFÉ ROJIZO	Pulverulento	Franco Arcillo Arenoso


ING. QUIRINO ARGUETA
ESPECIALISTA EN FERTILIDAD DE SUELOS



Anexo 9. Características físicas del suelo en el sitio Quebrada El Funeral, para los parámetros de color, textura y estructura, calicata número 6.



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA
LABORATORIO DE SUELOS
e-mail: centalabsuelos2010@hotmail.com
Tel. 23020200 Ext.248**

San Andrés, 21 de junio de 2012

CARTA No. 20147

NOMBRE DEL AGRICULTOR: SAMUEL ORELLANA Y MANUEL MEDINA ZONA QUEBRADA EL FUNERAL CALICATA No. 6
--

No. Laboratorio	Muestra No. 20293	Muestra No. 20294
Horizontes	H1	H2
Profundidad	0.32 m.	0.23 m

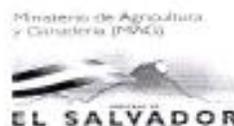
RESULTADO DEL ANALISIS

ZONA QUEBRADA EL FUNERAL - CALICATA No. 6				
HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	ESTRUCTURA	TEXTURA
H1	0.32 m.	5YR4/4 CAFÉ ROJIZO	Granular	Franco Arcillo Arenoso
H2	0.23 m.	5YR4/3 CAFÉ ROJIZO	Bloque Subangular fino	Franco Arcillo Arenoso

ING. QUIRINO ARGUETA
ESPECIALISTA EN FERTILIDAD DE SUELOS



Anexo 10. Características físicas del suelo en el sitio Quebrada El Funeral, para los parámetros de color, textura y estructura, calicata número 7.



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA
LABORATORIO DE SUELOS
e-mail: centalabsuelos2010@hotmail.com
Tel. 23020200 Ext.248**

San Andrés, 21 de junio de 2012

CARTA No. 20148

NOMBRE DEL AGRICULTOR: SAMUEL ORELLANA Y MANUEL MEDINA ZONA QUEBRADA EL FUNERAL CALICATA No. 7	
No. Laboratorio	Muestra No. 20255
Horizonte	H1
Profundidad	0.36 m

RESULTADO DEL ANALISIS

ZONA QUEBRADA EL FUNERAL - CALICATA No.7				
HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	ESTRUCTURA	TEXTURA
H1	0.36 m.	5YR4/4 CAFÉ ROJIZO	Bloques Subangulares finos	Franco Arcilloso

ING. QUIRINO ARGUETA
ESPECIALISTA EN FERTILIDAD DE SUELOS



Anexo 11. Características físicas del suelo en el sitio Quebrada La Jutera, para los parámetros de color, textura y estructura, calicata número 8.



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL**
ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA
LABORATORIO DE SUELOS
e-mail: centalabsuelos2010@hotmail.com
Tel. 23020200 Ext.248

San Andrés, 21 de junio de 2012

CARTA No. 20149

NOMBRE DEL AGRICULTOR: SAMUEL ORELLANA Y MANUEL MEDINA ZONA QUEBRADA JUTERA CALICATA No. 8
--

No. Laboratorio	Muestra No. 20296	Muestra No.20297
Horizontes	H1	H2
Profundidad	0.26 m.	0.20 m

RESULTADO DEL ANALISIS

ZONA QUEBRADA JUTERA - CALICATA No. 8				
HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	ESTRUCTURA	TEXTURA
H1	0.26 m.	5YR3/3 CAFÉ ROJIZO OSCURO	Bloque Angulares	Franco Arcilloso
H2	0.20 m.	2.5YR4/4 CAFÉ ROJIZO	Bloque Subangulares fino	Arcilla

ING. QUIRINO ARGUETA
ESPECIALISTA EN FERTILIDAD DE SUELOS



Anexo 12. Características físicas del suelo en el sitio Quebrada La Jutera, para los parámetros de color, textura y estructura, calicata número 9.



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA
LABORATORIO DE SUELOS
e-mail: centalabsuelos2010@hotmail.com
Tel. 23020200 Ext.248**

San Andrés, 21 de junio de 2012

CARTA No. 20150

NOMBRE DEL AGRICULTOR: SAMUEL ORELLANA Y MANUEL MEDINA ZONA QUEBRADA JUTERA CALICATA No. 9
--

No. Laboratorio	Muestra No. 20298	Muestra No. 20299
Horizontes	H1	H2
Profundidad	0.22 m.	0.30 m

RESULTADO DEL ANALISIS

ZONA QUEBRADA JUTERA CALICATA No. 9				
HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	ESTRUCTURA	TEXTURA
H1	0.22 m.	5YR3/2 CAFÉ ROJIZO OSCURO	Bloques Angulares	Franco Arcillo Arenoso
H2	0.30 m.	5YR4/4 CAFÉ ROJIZO	Pulverulento	Franco Arcillo Arenoso


ING. QUIRINO ARGUETA
ESPECIALISTA EN FERTILIDAD DE SUELOS



Anexo 13. Características físicas del suelo en el sitio Quebrada Guadalupe, para los parámetros de color, textura y estructura, calicata número 10.



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA
LABORATORIO DE SUELOS
e-mail: centalabsuelos2010@hotmail.com
Tel. 23020200 Ext.248**

San Andrés, 21 de junio de 2012

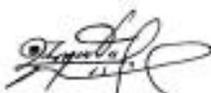
CARTA No. 20151

NOMBRE DEL AGRICULTOR: SAMUEL ORELLANA Y MANUEL MEDINA ZONA QUEBRADA GUADALUPE CALICATA No. 10
--

No. Laboratorio	Muestra No. 20300
Horizonte	H1
Profundidad	0.30 m

RESULTADO DEL ANALISIS

ZONA QUEBRADA GUADALUPE - CALICATA No.10				
HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	ESTRUCTURA	TEXTURA
H1	0.30 m.	5YR3/1 GRISACEO MUY OSCURO	Bloques Angulares	Franco Arcillo Arenoso


 ING. QUIRINO ARGUETA
 ESPECIALISTA EN FERTILIDAD DE SUELOS



Anexo 14. Características físicas del suelo en el sitio Cerro Izcanal, para los parámetros de color, textura y estructura, calicata número 11.



**CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
AGROPECUARIA Y FORESTAL
ING. ENRIQUE ALVAREZ CORDOVA
LABORATORIO DE SUELOS
e-mail: centalabsuelos2010@hotmail.com
Tel. 23020200 Ext.248**

San Andrés, 21 de junio de 2012

CARTA No. 20152

NOMBRE DEL AGRICULTOR: SAMUEL ORELLANA Y MANUEL MEDINA ZONA QUEBRADA, 12 CANAL CALICATA No. 11
--

No. Laboratorio	Muestra No. 20301	Muestra No.20302
Horizontes	H1	H2
Profundidad	0.45 m.	0.20 m

RESULTADO DEL ANALISIS

ZONA QUEBRADA 12 CANAL - CALICATA No.11				
HORIZONTE	PROFUNDIDAD	COLOR	ESTRUCTURA	TEXTURA
H1	0.45 m.	5YR3/2 CAFÉ ROJIZO OSCURO	Bloques Angulares	Franco Arcillo Arenoso
H2	0.20 m.	2.5YR4/6 ROJO	Bloques Angulares	Franco Arcillo Arenoso

ING. QUIRINO ARGUETA
ESPECIALISTA EN FERTILIDAD DE SUELOS



Anexo 15. Resultado de los análisis de nutrientes en sitios seleccionados en las áreas de ocurrencia de **C. salvadorensis**, Bosque de Cinquera



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA



Ciudad Universitaria, 16 de agosto de 2012.

Resultado de Análisis

Usuario: Lic. Manuel Medina Amaya
 Fecha de Ingreso: 11 de junio de 2012
 Tipo de Muestra: Suelo
 Análisis solicitados: pH, Materia Orgánica, N, P, K, Na, Mg.
 Procedencia de la muestra: Cinquera

Mx	Arbol No.	Zona	Prof. (cm)	Determinaciones						
				pH	Mo (%)	N (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca*	Ma*
118	161	Quebrada	20	5.24	5.38	0.53	-	101.43	35.69	12.02
119	161	La jutera	40	5.59	2.05	0.52	-	53.59	34.54	12.32
120	8	Quebrada	20	5.65	10.25	0.61	6.21	114.53	47.34	14.62
121	8	La Bruja	40	5.39	8.12	0.45	25.18	50.45	69.60	13.62
122	68	Quebrada	20	4.40	4.43	0.33	-	92.89	26.55	11.31
123	68	La Ceiba	40	5.52	10.25	0.43	1.10	78.97	23.16	9.83
124	127	Quebrada	20	5.60	3.29	0.52	-	233.35	30.58	13.61
125	127	El Funeral	40	5.36	4.30	0.46	-	121.39	26.35	10.04
126	131	Quebrada	20	5.39	7.32	0.47	-	89.85	50.66	12.20
127	131	El Funeral	40	5.67	3.26	0.34	-	28.02	51.94	9.71
128	69	Quebrada	20	5.57	5.87	0.47	-	111.80	29.17	9.54
129	69	La Ceiba	40	5.44	4.51	0.42	-	117.61	31.54	9.72
130	13	Quebrada	20	5.22	7.36	0.41	-	75.51	32.94	12.70
131	13	Masachucho	40	5.69	2.98	0.40	0.46	46.94	27.63	10.95
132	129	Quebrada	20	5.32	4.60	0.49	-	150.02	35.31	13.13
133	129	El Funeral	40	5.43	1.13	0.40	-	42.52	24.56	4.40
134	153	Quebrada	20	5.40	4.26	0.80	-	45.42	36.91	11.90
135	153	La Jutera	40	5.50	3.04	0.50	-	37.45	33.39	13.89
136	98	Quebrada	20	5.59	3.93	0.76	-	63.09	34.03	9.30
137	98	La Ceiba	40	5.51	2.70	0.57	-	41.21	31.60	10.03
138	36	Quebrada	20	5.43	8.85	0.63	-	77.53	43.95	12.89
139	36	Masachucho	40	5.57	2.53	0.50	-	40.97	36.84	12.57
140	23	Caseta	20	5.07	8.20	0.51	4.39	75.47	53.80	17.89
141	23	ARDM	40	5.42	4.70	0.47	-	47.37	62.37	13.89
142	18	Quebrada	20	5.41	3.90	0.55	-	35.86	31.86	15.13
143	18	Masachucho	40	5.69	3.58	0.47	-	35.06	30.00	10.41
144	90	Quebrada	20	5.32	2.97	0.47	-	72.61	30.32	9.66
145	90	La Ceiba	40	5.37	8.12	0.55	-	57.99	29.49	11.41
145	8	Quebrada	20	5.51	8.12	0.53	22.31	31.78	59.49	14.15
147	8	La Bruja	40	5.39	12.18	0.49	24.92	22.66	42.09	18.89
148	27	El	20	5.09	6.72	0.48	-	20.67	27.38	9.68
149	27	Narcinjito	40	5.49	5.94	0.45	-	125.29	25.46	10.20

*Los resultados de Ca y Mg están reportados en Meq/100 ml. son obtenidos de la materia seca

Analista: Lic. Norbis Salvador Solano Melara

Atentamente,

"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"

Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios
 Jefe del Departamento de Química Agrícola

