



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS DE GRADO

PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

***DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE 10 ESPECIES
FORESTALES POR EL MÉTODO DE REGRESIÓN Y
APORTE DE BIOMASA DE HOJAS AL SUELO, Finca
Experimental "La Represa"***

RESPONSABLE

LUIS VLADIMIR MORA ANDRADE

DIRECTOR DE TESIS

ING. FOR. FIDEL TROYA ZAMBRANO

QUEVEDO - LOS RÍOS - ECUADOR

2004



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO

CUADRO 3 FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS DE GRADO

INGENIERO FORESTAL

***DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE 10 ESPECIES FORESTALES
POR EL MÉTODO DE REGRESIÓN Y APOORTE DE BIOMASA DE
HOJAS AL SUELO, Finca Experimental "La Represa"***

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

PRESENTADO AL HONORABLE CONSEJO DIRECTIVO COMO
REQUISITO PREVIO LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
FORESTAL

APROBADO:

ING. M. C. GARY RAMIREZ H.

PRESIDENTE

ING. CARLOS BUSTAMANTE B.

MIEMBRO

MIEMBRO

2004

CUADRO 3

CUADRO 3

CUADRO 3 CERTIFICACIÓN

El suscrito catedrático de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, **CERTIFICA:** que el Egresado Luis Vladimir Mora Andrade, realizó el **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN** titulado: **“DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE 10 ESPECIES FORESTALES POR EL MÉTODO DE REGRESIÓN Y APOORTE DE BIOMASA DE HOJAS AL SUELO, Finca Experimental La Represa”**; Habiendo cumplido con todas las disposiciones legales pertinentes.

CUADRO 3

ING. FOR. FIDEL TROYA ZAMBRANO
DIRECTOR DE TESIS

La presente investigación, resultados
y conclusiones, es responsabilidad
exclusiva del autor.

LUIS VLADIMIR MORA ANDRADE

CUADRO 3 DEDICATORIA

Hoy que he logrado alcanzar uno de mis propósitos, dedico este trabajo en especial a mis queridos padres Luis Mora Segura y Martha Andrade Endara que supieron guiarme por el buen camino y me enseñaron a vencer los obstáculos más difíciles.

A mis hermanos Paúl Hernando, Wilson Rojas, Jennifer Martha y Stephanie Elisabeth, por su confianza, comprensión

y apoyo incondicional en los momentos oportunos.

De la misma manera a todas las personas que me han brindado Su colaboración y respaldo para cumplir con mi meta propuesta.

CUADRO 3 AGRADECIMIENTO

El Autor deja constancia de su sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones, pues sin su incondicional colaboración y ayuda para el desarrollo de la presente investigación, no hubiese sido posible llegar al punto culminante de la misma.

- UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO.
- FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
- ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL.
- UNIDAD DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA, por su colaboración en la ejecución y culminación de esta investigación.
- Ing. Mg. Sc. Antonio Véliz Mendoza, DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES.

- Ing. Mg. Sc. Elías Cuasquer Fuel, SUB DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES.
- Ing. M. C. Gary Ramírez, DIRECTOR DE LA ESCUELA DE INGENIERIA FORESTAL. PROFESOR Y PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE TESIS
- Ing. For. Fidel Troya Zambrano, DIRECTOR DE TESIS.
- Ing. Mg. Sc. Ignacio Sotomayor Herrera, DIRECTOR DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE DEL INIAP Y PROFESOR RESPONSABLE DE LA REVISIÓN DE LA REDACCIÓN TÉCNICA.
- Ing. For. Carlos Bustamante Bustamante, PROFESOR DE DISEÑO EXPERIMENTAL Y MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TESIS.
- Ing. For. Cesar Cevallos Cueva. CATEDRÁTICO
- Ing. Mg. Sc. Jorge Neira. DOCENTE DE ESTADÍSTICA
- Personal administrativo de la Facultad de Ciencias Ambientales y biblioteca, UTEQ
- Personal técnico de Laboratorio de Química de la UTEQ.
- Egdo. Cesar Humberto Oña Pallo
- Y a cada una de las personas que de una u otra forma contribuyeron a que esta investigación se realizara con éxito.

INDICE

CONTENIDO	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	1
A Objetivos	2
1. OBJETIVO GENERAL	2
2. OBJETIVO ESPECÍFICOS	2
B Hipótesis	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3

A. Crecimiento de las Plantas	3
B. Crecimiento Forestal	3
1. MORTALIDAD	4
2. DENSIDAD	4
3. ABUNDANCIA	4
C. Fonología de las especies forestales nativas	4
1. BIOMASA	5
a. Definición	5
b. Crecimiento y biomasa en plantaciones (mixtas y puras)	5
c. Incremento anual de la biomasa	5
d. Productividad	6
e. Producción de materia seca	6
D. Parcelas Forestales	6
1. PARCELAS PERMANENTES	7
E. Medición de árboles y masas forestales	7
1. MEDICIÓN DE ALTURA	7
2. MEDICIÓN DEL DIAMETRO	8
a. Forcípula	8
b. Cinta diamétrica	9
3. ÀREA BASAL	8
4. VOLUMEN	9
5. CUBICACIÓN DE ÁRBOLES EN PIE	9
6. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE MASAS FORESTALES	10
7. INCREMENTOS FUTUROS	10
F. Inventarios Forestales	11
1. DEFINICIÓN	11
2. INVENTARIO CUANTITATIVO DE LA MADERA	11
3. POBLACIÓN	12
4. MUESTREO	12
5. MUESTRA	12
6. MUESTRA AL AZAR	12

7. UNIDAD	12
8. TAMAÑO Y FORMA DE LA UNIDAD DE MUESTREO	13
9. INTENSIDAD DE MUESTREO	13
10. ERROR DE ESTIMACIÓN O EXACTITUD	14
G. Variación del bosque	14
1. RANGO	14
2. LA VARIANZA Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR	14
3. COEFICIENTE DE VARIACIÓN CV	15
H. Error Estándar	16
I. Error de Muestreo o Precisión	16
J. error de Muestreo Relativo	16
K. Límites de Confianza	17
L. Estimación por Regresión	17
1. ANÁLISIS DE REGRESIÓN	18
2. EL MÉTODOS DE LOS CUADRADOS MÍNIMOS	19
3. CORRELACIÓN	19
4. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	20
M. Cuando el promedio de la variable, x es conocido	20
1. ECUACIÓN DE REGRESIÓN	21
2. ERROR DE MUESTREO	22
3. ERROR DE PORCENTAJE	22
4. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN	22
5. COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN	22
N. Descripción botánica de las especies forestales	23
1. Balsa	23
2. Zapote	24
3. Fruta de pan	25
4. Fernansánchez	26
5. Laurel prieto	27
6. Guayacán blanco	28
7. Jaboncillo	29

8.	Guaba machete	29
9.	Amarillo lagarto	30
10.	Tutumbe	31
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	32
A.	Localización	32
B.	Características del Campo Experimental	32
C.	Materiales	33
1.	EXPERIMENTAL	33
2.	UNIDADES DE OBSERVACIÓN	33
3.	DE CAMPO	34
a.	Producción de hojas caídas	34
b.	Para estimar la ecuación de regresión	34
4.	De oficina	34
D.	Métodos	34
1.	APORTE DE BIOMASA DE HOJAS CAÍDAS	34
a.	Método estadístico	35
2.	ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN	35
a.	Registro de datos	35
b.	Trabajo de campo	36
c.	Trabajo de gabinete	36
d.	Análisis de información	36
e.	Ecuación de regresión	37
f.	Error de muestreo $S_r.t$	37
g.	Error de muestreo relativo	38
h.	Resultado e interpretación	38
IV.	RESULTADOS	39
V.	DISCUSIÓN	58
VI.	CONCLUSIONES	60
VII.	RECOMENDACIONES	62
VIII.	RESUMEN	64
IX.	SUMMARY	65

X.	BIBLIOGRAFÍA	66
XI	ANEXOS	72

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Características Ecológicas y Meteorológicas del Campo Experimental, Finca Experimental “La Represa”	32
Cuadro 2	Nombres Comunes, Científicos y Familias de las diferentes especies forestales en estudio.	33
Cuadro 3	Aporte de biomasa de hojas caídas (g/m ² /mes) de 10 especies forestales, Finca Experimental “La Represa”	41
Cuadro 4	Aporte de biomasa de hojas (g/m ² /año) de diez especies forestales, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	42
Cuadro 5	Análisis foliar de las 10 especies forestales, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	43
Cuadro 6	Diagrama de la población de Tutumbe (Cordia eriostigma), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	44
Cuadro 7	Diagrama de la población de Fruta de pan (Artocarpus altilis), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	45
Cuadro 8	Diagrama de la población de Amarillo (Centrolobium paraeense Tul), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	45
Cuadro 9	Diagrama de la población de Zapote (Matisia Cordata Humb) Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	46
Cuadro 10	Diagrama de la población de Balsa (Ochroma pyramidale var.) Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	46
Cuadro 11	Diagrama de la población de Jaboncillo (Sapindus saponaria L.) Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	47
Cuadro 12	Diagrama de la población de Guayacán blanco (Cybistax donnell Smithii), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	48
Cuadro 13	Diagrama de la población de Fernansánchez (Triplaris	48

guayaquilensis), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004

Cuadro	14	Diagrama de la población de Laurel prieto (Cordia macrantha chadat), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	49
Cuadro	15	Diagrama de la población de Guaba machete (Inga spectabilis Hild), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	49
Cuadro	16	Ecuaciones de regresión lineal entre el Área basal y Volumen y Coeficiente de Correlación de las 10 especies forestales, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	55
Cuadro	17	Análisis de varianza para determinar el nivel de significancia de la ecuación de regresión, entre el Área basal y Volumen de 10 especies forestales, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	56
Cuadro	18	Estimación de los volúmenes por árbol y hectárea de la población de 10 especies forestales por el método de regresión Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Aporte de biomasa de hojas (g/m ² /mes) de 10 especies forestales Finca Experimental "La Represa" UTEQ-2004	39
Figura 2	Concentraciones de N, P, K, Ca y Mg en las hojas de cada una de las especies en estudio, Finca Experimental "La Represa", UTEQ-2004	43
Figura 3	Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Tutumbe, Finca Experimental "La Represa" UTEQ-2004	50
Figura 4	Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Ruta de pan, Finca Experimental "La Represa" UTEQ-2004	50
Figura 5	Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Amarillo lagarto, Finca Experimental "La Represa" UTEQ-2004	51
Figura 6	Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Zapote, Finca Experimental "La Represa" UTEQ-2004	51
Figura 7	Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Balsa, Finca Experimental "La Represa" UTEQ-2004	52
Figura 8	Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Jaboncillo, Finca Experimental "La Represa" UTEQ-2004	52
Figura 9	Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Guayacán blanco, Finca Experimental "La Represa" UTEQ-2004	53
Figura 10	Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Fernansánchez, Finca Experimental "La Represa" UTEQ-2004	53
Figura 11	Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Laurel prieto, Finca Experimental "La Represa" UTEQ-2004	54
Figura 12	Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Guaba machete, Finca Experimental "La Represa" UTEQ-2004	55

I. INTRODUCCION

El bienestar físico de las plantaciones depende siempre de la forma en que se aprovechan los recursos naturales a su disposición. Husch (1971) menciona que la necesidad de desarrollar actividades forestales, se basa en la creciente demanda de materia prima proveniente del bosque. Este recurso actualmente se encuentra en un alto grado de deforestación elevado por la tala irracional, incremento de la frontera agrícola, colonización y como consecuencia de ello, la erosión de los suelos y alteración del medio ambiente (Orozco y Berlijn, 1983)

En los suelos forestales la acumulación de materia orgánica por incorporación de restos forestales (especialmente hojas), puede ser considerable y la formación de humus que se origina es un factor importante en la formación del suelo y en el ciclo de los nutrientes (Fassbender, 1996). El retorno anual de materia orgánica y bioelementos al suelo, bajo la forma de hojarasca, constituye el proceso principal de reciclaje de los nutrientes de los ecosistemas forestales.

El recurso forestal en el Ecuador se está agotando y los suelos degradándose, por lo que se hace necesario impulsar programas de investigación, además de incrementar otros como los agroforestales y silviculturales, utilizando especies nativas y exóticas (Montero y Quelal, 1994). La Universidad Técnica Estatal de Quevedo (U.T.E.Q), por medio de la Unidad de Investigación Agropecuaria (U.I.A), ha establecido parcelas con diferentes especies forestales que en el futuro servirán de modelo y permitirán obtener información en cuanto a densidades, sitios, manejo forestal, entre otros.

El inventario forestal permite evaluar cuantitativa y cualitativamente, a cada una de las especies forestales que forman parte de esta investigación. El método de estimación por regresión permite buscar los parámetros deseados con un error menor. Este método se aplica a poblaciones bivariadas (o compuestas de dos variables) en una unidad de muestreo. La regresión es un método estadístico que permite conocer el valor aproximado de una variable en función de otra, de esta manera se obtiene valores confiables.

Las plantaciones forestales pueden brindar múltiples beneficios tales como producción de madera, protección del suelo, captura de carbono atmosférico, protección de Cuencas Hidrográficas. Además el uso de plantaciones con especies nativas o mixtas puede desempeñar un papel importante en la recuperación de suelos, en la estructura y diversidad florística de ecosistemas tropicales degradados (Lugo, 1992; Momtagnini y Sancho, 1990; Guariguata, 1995)

A. Objetivos

1. GENERAL

Determinar el volumen de 10 especies forestales por el método de regresión y aporte de biomasa de hojas al suelo.

2. ESPECÍFICO

- Cuantificar la biomasa de hojas caídas a través del peso seco por especie
- Determinar la ecuación de regresión y el coeficiente de correlación cuando el promedio de la variable independiente es conocido.
- Determinar la producción volumétrica de madera para cada una de las especies en estudio.

B. Hipótesis

- Existe diferencias entre las 10 especies forestales tanto en la producción de biomasa de hojas caídas y en el volumen de madera.

II. REVISION DE LITERATURA

A. Crecimiento de las Plantas

El crecimiento es un proceso cuantitativo relacionado con el aumento en masa del organismo. El desarrollo cualitativo se refiere a los cambios experimentados por la planta durante el crecimiento. El crecimiento es la fase fenológica más importante para los trabajos de silvicultura, ordenamiento forestal y predicción de rendimientos. Se entiende por crecimiento del árbol, al aumento gradual del valor de las variables que miden de él. Este aumento se produce por la actividad fisiológica de la planta y el ritmo de crecimiento está influenciado por factores internos (genéticos) y externos (ecológicos) y por el tiempo. Este último siempre está unido al crecimiento y es la razón por la cual se busca la edad del árbol o del crecimiento del mismo en períodos sucesivos de tiempo (Sancán, 2001), incremento medio anual hasta que el árbol alcance la madurez requerida para el producto (madera), se expresa en metros cúbicos por hectárea (m^3/ha), en algunas instancias, en toneladas por hectárea (t/ha). Los datos no indican si las medidas que se dan incluyen la corteza o no, debido a que esta información a menudo no se da en la fuente original. Generalmente se excluye la madera de ramas y corteza.

B. Crecimiento Forestal

Los bosques sostienen una gran abundancia de plantas las cuales son muy diversas tanto en términos de número de especies arbóreas como en su biología. Mabberley (1992) menciona que también presentan muchas diferencias tanto en forma de crecimiento como en requerimientos de radiación solar y patrones de reproducción.

En Silvicultura y Ecología Forestal el comportamiento de los árboles ha sido considerado siempre como de importancia extrema. Una noción tradicional en la Silvicultura Europea es el “temperamento” de las especies arbóreas, definido como el conjunto de reacciones de crecimiento y desarrollo, mostrados por un individuo hacia su ambiente durante su ciclo de vida (Oldeman y Van Dijk 1993).

1. MORTALIDAD

Está determinada por el número de individuos que mueren y por las causas de esa muerte, es decir, longevidad fisiológica y longevidad ecológica. La una como vida promedio de individuos que viven en condiciones optimas y la otra, como vida promedio de individuos que viven bajo condiciones determinadas (Krebs, 1986).

2. DENSIDAD

Es el parámetro que implica el número de elementos por la unidad de superficie o de un volumen en un momento dado (Krebs, 1986)

3. ABUNDANCIA

El número de individuos, incluye la abundancia que es el número relativo de cada especie y cuando se determina el número exacto de individuos permite la expresión de la densidad.

C. Fenología de Especies Forestales Nativas

La Fenología es una rama de la Ecología que estudia los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones ambientales tales como temperatura, luz, precipitación, etc. El registro de la actividad biológica visible de los organismos sirve para interpretar la reacción complejo climático del lugar. Ellos reaccionan a los elementos del clima de acuerdo a sus exigencias bioclimáticas, las que quedan determinadas por su secuencia fenológica. De esta manera, el comportamiento de una especie está exteriorizado por la ocurrencia de las fases fenológicas como consecuencia de los estímulos de los elementos del clima, principalmente la temperatura y la precipitación. A pesar que la gran mayoría de las especies en los bosques puede jugar un papel no esencial en la función del ecosistema. Los actuales niveles de conocimiento y comprensión resultan insuficientes para determinar con certeza todos los componentes claves del ecosistema (FAO, 1985).

En los suelos forestales la acumulación de materia orgánica por incorporación de restos vegetales (especialmente hojas) puede ser considerable y la formación de humus que se origina es un factor importante en la formación del suelo y en ciclo de los nutrientes (Fassbender, 1996).

1. BIOMASA VEGETAL

a. Definición

La biomasa del árbol se define como la cantidad total de materia orgánica viva en los árboles y se expresa como la biomasa horno-seca por el área de la unidad (normalmente en ton/ha). Brown (1997), menciona que la biomasa forestal se define como el peso (o estimación equivalente) de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal por encima y por debajo del suelo. Normalmente es cuantificada en toneladas por hectárea de peso verde o seco. Es frecuente separarla en componentes, donde los más típicos corresponden a la masa del fuste, ramas, hojas, corteza, raíces, y madera muerta (Schlegel y Ganoso, 2002).

b. Crecimiento y biomasa en plantaciones (mixtas y puras)

Las plantaciones mixtas bien planificadas proveen productos más diversos que las plantaciones puras, contribuyendo a disminuir los riesgos ante la inseguridad de los mercados, además de disminuir la incidencia y severidad de ataque de ciertas plagas, complementar el uso de recursos del ecosistema y otros beneficios (Wormald, 1992).

c. Incremento anual de biomasa

El factor de incremento anual de biomasa se refiere al promedio de crecimiento en un período de un año, para la especie forestal que en el caso de plantaciones o grupo de especies en el caso de bosques, tienen en una hectárea y en un sitio determinado. Este crecimiento es expresado en productividad o biomasa (Ton/ha/año).

d. Productividad.

Strasburger (1990) establece que la producción de materia orgánica de un ecosistema por unidad de tiempo y de superficie es su productividad. La productividad se expresa, por lo común en gramos de peso seco por ($\text{g/m}^2/\text{año}$). El valor de la productividad primaria de la cubierta de plantas verdes depende de la energía recibida por radiación de la superficie asimiladora absorbente (o de la cantidad de clorofila), de la tasa de asimilación neta CO_2 , O_2 , agua y sustancias minerales. La tasa de asimilación neta se halla influenciada además por la duración del tiempo de vegetación, la temperatura y otros factores.

e. Producción de materia seca

Harold y Hocker (1984) mencionan que las mediciones requeridas para realizar predicciones precisas del aumento de materia seca son bastante minuciosas y difíciles de obtener. Pero esto no significa que será remplazado por el volumen del tronco y el crecimiento en altura para determinar el crecimiento y el potencial de las localidades forestales. El análisis del incremento de biomasa tiene un valor considerable cuando se combina con el análisis del ciclo mineral y la comparación del crecimiento de las diferentes especies.

Strasburger (1990) indica que la sustancia seca del cuerpo vegetal puede obtenerse por desecación a algo más de 100°C (generalmente a 105°C) hasta alcanzar un peso constante. Contiene un gran número de componentes inorgánicos y sobre todo orgánicos que en parte son importantes para la vida y deben ser considerados residuos del metabolismo. Respecto a la multiplicidad de compuestos orgánicos, las plantas autótrofas sobrepasan mucho al organismo animal.

D. Parcelas Forestales

La parcela forestal es la parte integrante de un todo dentro de una comunidad definida con el fin de estudiarla.

1. PARCELAS PERMANENTES

Una parcela permanente puede ser un área circular, rectangular, lineal o faja permanente marcada en el momento de establecerse para que pueda ser ubicada a intervalos periódicos para nuevas mediciones. Los árboles en estas parcelas son identificados y marcados con un material permanente. Stchikel (1971). Las parcelas permanentes de muestreo, son la forma más corriente de seguimiento del crecimiento y rendimiento de los árboles. Los datos procedentes de tales parcelas se utilizan para predecir y establecer modelos de rendimientos de madera.

E. Medición de Árboles y de Masas Forestales

Orozco y Berjin (1983) indican que para calcular el volumen de madera de árboles y de masas forestales, se debe medir la altura y el diámetro de los árboles, con estas medidas se puede determinar el área basal y el volumen. La edad de los árboles y su crecimiento son otros factores que se determinan a través de mediciones. Las mediciones se pueden efectuar en árboles talados o en pie.

1. MEDICIÓN DE ALTURAS

Italo y Vidal (1958) mencionan que la altura del árbol puede medirse directamente o indirectamente. El primer caso solo se justifica para estudios científicos. En masas jóvenes se puede hacer uso de varas o jalones, en las masas adultas se debe trepar al árbol a fin de determinar su altura total. La determinación de la altura de los árboles o masas boscosas se efectúa en los trabajos de inventario forestal en forma indirecta y para ello se emplean aparatos denominados hipsómetros. Otro procedimiento simple para conocer la altura del árbol, aplica a ejemplares aislados y en días de sol es empleada la sombra que el proyecta.

Los Hipsómetros se basan en las relaciones de los lados y ángulos de triángulos semejantes y en su desarrollo y aplicación se consideran dos principios: geométricos y trigonométricos. El empleo del hipsómetro puede requerir dos mediciones para obtener la altura total, según el ojo observador pueda interceptar el árbol en cualquier punto

entre su base y ápice o estar sobre el ápice o debajo de la base del árbol. En el primer caso las lecturas obtenidas se suman, en los otros casos se restan.

2. MEDICIÓN DEL DIÁMETRO.

La medición se realiza sobre la corteza del árbol a 1.30m del suelo, o a una distancia específica sobre las gambas u otra irregularidad en el fuste. (Orozco y Berlijn (1983), mencionan que el diámetro de árboles en pie se debe medir a una altura de 1.30 m por encima del nivel del suelo.

a. Forcípula

Italo y Vidal (1958) indican que la forcípula se emplea para medir los diámetros de los árboles en pie a la altura del pecho, es decir, a 1.30 m del suelo. Se ha establecido por conveniencia la altura del pecho porque se considera que a esta distancia del suelo, el tronco del árbol no se encuentra influido por las raíces y además facilita el trabajo del operador. La forcípula simple, consta de una regla graduada en centímetros que tiene fija en uno de sus extremos un brazo rígido y un brazo móvil. Este último corre sobre la regla graduada y permanece paralelo al brazo fijo, completa el instrumento.

b. Cinta diamétrica

Italo y Vidal (1958) mencionan que es una cinta que está graduada de tal manera que el diámetro puede leerse directamente cuando se coloca alrededor del fuste del árbol. También hay otro método para medir diámetros que consiste en medir la circunferencia del árbol con una cinta flexible. Si para este objeto se utiliza una cinta ordinaria, el resultado debe dividirse por la constante $\pi = 3.1416$.

3. ÁREA BASAL

El área basal o área basimétrica es la superficie de la sección transversal de un árbol a la altura del pecho. El área basal (AB) se calcula mediante su diámetro a la altura del pecho, según la siguiente fórmula:

$$AB = \frac{\pi(DAP)^2}{4}$$

Donde:

AB = Área basal en m²

DAP = Diámetro a 1.30m del suelo.

El área basal de un rodal es igual a la suma de las áreas basales de todos los árboles del rodal. Este valor es un indicador para la densidad del rodal.

4. VOLUMEN

Orozco y Berlijn (1983) mencionan que el volumen de árboles se puede determinar en árboles talados o en pie. Los árboles talados frecuentemente se subdividen en trozas. El volumen de estas trozas se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\pi(DAP)^2}{4} \times L \times F$$

Donde:

V = Volumen en (m³)

DAP = Diámetro a la altura del pecho

L = Longitud

F = Factor forma

El volumen de los árboles en pie se calcula con base a su altura y su área basal. La multiplicación de la altura por el área basal se obtiene el volumen de un cilindro. Por razón de la forma cónica del árbol, el volumen del cilindro debe ser corregido por un factor (F) de corrección.

5. CUBICACIÓN DE ÁRBOLES EN PIE

Italo y Vidal (1958) manifiestan que el volumen de un árbol puede determinarse sea en función de la circunferencia y la altura ($V = 0.0796 \times C^2 \times L$) o el diámetro y la altura ($V = 0.7854 \times d^2 \times L$), sea en función del área basal tomada a 1.30 metros del suelo y la altura ($V = AB \times L$), sea en función del área basal, la altura y el coeficiente mórfico (V

= $Ab \times L \times CM$). Se entiende por coeficiente m3rfico la relaci3n que existe entre el volumen real de un 3rbol y su volumen aparente.

6. C3LCULO DEL VOLUMEN DE MASAS FORESTALES

Orozco y Berlijn (1983) manifiestan que para calcular el volumen de madera de un bosque no es pr3ctico medir todo los 3rboles. Por lo tanto, se determina el volumen mediante un muestreo. Las 3reas de muestreo pueden ser de forma cuadrada, rectangular o circular. Conociendo el volumen de madera del 3rea de muestreo, f3cilmente se calcular3 el volumen contenido en todo el bosque.

7. INCREMENTOS FUTUROS

Italo y Vidal (1958) expresan que resulta dif3cil determinar con exactitud el incremento en volumen que ha tenido un 3rbol en pi3, aun m3s dif3cil es predecir su incremento futuro, ya que ello estar3 supeditado a contingencias de diversos factores y tambi3n del futuro por lo tanto solo puede hacerse en forma aproximada. A pesar de ello es indispensable realizar tal determinaci3n, mas a3n trat3ndose de planes de ordenaci3n. Luego sobre la marcha, se ir3n ajustando los c3lculos respectivos al incremento volum3trico registrado y si resulta dif3cil calcular el incremento pasado y futuro para masas coet3neas y para las diset3neas, este aspecto es a3n mas complicado, lo que obliga a estudios por medios experimentales. Para calcular el incremento futuro se emplean diversos m3todo, entre ellos el que determina tal incremento por medio de tablas alsom3tricas, o tambi3n denominadas de productividad. El estudio del crecimiento de una especie arb3rea puede realizarse por medio de dos m3todos a saber: a) an3lisis del tronco, y b) procedimientos estad3sticos.

De los dos m3todos citados, el estad3stico es el m3s exacto, ya que es el resultado de numerosas mediciones de di3metros y alturas de 3rboles, de distintas edades. En cambio, el an3lisis troncal ofrece resultados que deben considerarse como particulares del 3rbol estudiado y se sabe que en las masas boscosas el individuo est3 sujeto a una lucha constante por el espacio y por lo tanto, la exactitud que puede ofrecer un 3rbol depende en especial de la buena elecci3n que haya hecho el forestal.

F. Inventarios Forestales

1. DEFINICIÓN

El inventario forestal trata de describir la cantidad y calidad de los árboles de un bosque y muchas de las características de la zona del terreno donde crecen tales árboles. Además explican que el inventario forestal es un sistema de recolección y registro cualitativo y cuantitativo, de los elementos que conforman el bosque de acuerdo a un objetivo y en base de métodos apropiados y confiables (Costales y Pérez, 2000).

Los inventarios forestales suelen considerarse como sinónimos de estimaciones de la cantidad de madera de un bosque. Para obtener la información necesaria en un inventario forestal hay que medir las características de los árboles o del bosque, ya sea por medio de fotografías aéreas o directamente en el suelo y determinar las áreas y características del terreno en que se encuentran tales árboles (Busch, 1971).

2. INVENTARIO CUANTITATIVO DE LA MADERA

A nivel general, el inventario consiste en contar los individuos interesantes en las parcelas o fajas. Los totales de las parcelas permiten estimar la densidad media de un determinado lugar. Si se mide el diámetro de un árbol, se puede calcular el área basimétrica por árbol y sobre la base de los cuadros de rendimiento, se puede estimar el volumen por área.

En el manejo se determina el volumen de la madera existente mediante inventarios. Comparando los datos de inventarios sucesivos, se puede determinar la tasa de incremento de la madera en el bosque durante el tiempo. Los datos obtenidos en los inventarios sirven para determinar la cantidad de árboles por talar, para el diseño de planes de manejo y para la determinación de la rentabilidad. En la investigación forestal se emplea la dasometría para juzgar el desarrollo de árboles o de especies bajo distintas condiciones (Orozco y Berlijn, 1983)

3. POBLACIÓN

Se conoce como población (o universo) al total de todos aquellos individuos u observaciones que tengan una propiedad en común (González, 1986).

4. MUESTREO

Jadan (1981) define al muestreo como el arte de tomar una o varias muestras de la población en tal forma que sean representativas.

Costales y Pérez (2000) sostienen que en la mayoría de los casos la población objeto de estudio es demasiado grande para ser completamente enumerada y medida. Por lo tanto, resulta factible efectuar un muestreo que consiste en la selección de elementos característicos de la población total.

5. MUESTRA

Es una parte de la población, es una selección de individuos tomados del universo o población (Bahamonde, 1974).

6. MUESTRA AL AZAR

Es una porción del todo, en la que cada individuo tiene igual oportunidad de ser incluido (verdadera muestra al azar). No es posible tener una muestra al azar, si no es por métodos mecánicos (Bahamonde, 1974).

7. UNIDAD

Propiedad de todo ser, en virtud de la cual no puede dividirse sin que su esencia de destruya o se altere (Castell, 1981).

8. TAMAÑO Y FORMA DE LA UNIDAD DE MUESTREO

En los inventarios se miden los árboles en lotes, parcelas o fajas que pueden ser unidades de muestreo. La forma de estas unidades es variada: Circular, rectangular, cuadrada y fajas de varios kilómetros de longitud. El tamaño de una unidad (o sea el área), está determinado por ciertas consideraciones sobre la variabilidad del bosque y sobre aspectos económicos que ser de pocos metros cuadrados a varias hectáreas.

9. INTENSIDAD DE MUESTREO

La intensidad o fracción de muestreo es el porcentaje del área total que se ha medido en el inventario. Se la calcula con la siguiente fórmula:

$$f = \frac{n}{N}$$

Donde:

F = Intensidad de muestreo

N = Número de unidades medidas

N = Número total de unidades del bosque o población.

“n” es el tamaño de la muestra y puede calcularse antes del inventario en muestras al azar. La intensidad varía según la precisión con que se desee medir la característica del bosque y está en función de dos consideraciones: 1) económicas (más intensidad, más costo y viceversa) y 2) estadísticas (a mas intensidad más precisión y viceversa). Se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$n = \frac{t^2(cv)^2}{E^2 + \frac{t^2(cv)^2}{N}}$$

Donde:

f = t de Student al 95 y 99%

E = Error al 20%

N = Población

Cv (%) = Coeficiente de variación

8. ERROR DE ESTIMACIÓN O EXACTITUD

En toda estimación hay un error. El término error significa la diferencia entre el valor real y el estimado. Por ejemplo, si en un bosque el verdadero volumen por hectárea es 50m^3 (U), es un parámetro porque viene de la medida de todo bosque. Si se toma una muestra de ese bosque y se obtiene un valor referencial de $45\text{ m}^3/\text{ha}$, que corresponde a un valor estadístico porque proviene de una muestra.

En los inventarios nunca se sabe el valor de (U) y no se puede calcular el error de estimación de esta manera. Este error se determina recurriendo a cálculos estadísticos que dan en un valor con el signo “+ -”. En este caso, el error toma el nombre de “error de muestreo o precisión”. La causa para que haya un error de estimación se debe al hecho de que la muestra mide solo una parte del bosque. Si se midiera todo, el error sería cero. Por lo tanto, ese error se debe a la parte del bosque que no se midió y por ello se denomina error de muestreo.

G. Variación del Bosque

Cuando se mide por ejemplo, el volumen de madera en lotes de igual área, se encuentra que esos volúmenes no son iguales en cada lote. La diferencia entre éstos da una idea de la variación. Las medidas de variación más conocidas son: El rango, la varianza, desviación estándar y el coeficiente de variación (Lojan, 1980).

1. EL RANGO

Es una medida muy fácil de establecer y se refiere a la diferencia entre el valor más alto y el más bajo dentro de un grupo de datos (Bahamonde, 1974).

2. LA VARIANZA Y LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Estadísticamente se define a la varianza como la suma de los cuadrados de las desviaciones de un grupo de números con respecto a su media, dividida por el número de desviaciones menos uno (para el caso de la muestra o poblaciones finitas (Bahamonde, 1974)

Montero y Quelal (1994), mencionan que la varianza se calcula con la fórmula que se indicada a continuación:

$$S^2 = \frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}$$

Como se anotó en la sección precedente, la desviación estándar no es sino la raíz cuadrada de la varianza.

$$S = \sqrt{\frac{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}}{n-1}} \quad S = \sqrt{S^2}$$

Donde:

S = Desviación estándar

$\sum X^2$ = Sumatoria de cuadrados de X

$\sum X$ = Sumatoria de X (suma de los ítems)

n = Número de lotes o unidades de muestreo

3. COEFICIENTE DE VARIACIÓN “CV”

Bahamonde, (1974) define al coeficiente de variación como la desviación típica de la muestra, expresada en porcentaje de la muestra (Cabrera, 2000) indica que una de las ventajas del coeficiente de variación, es que permite comparar la variabilidad de poblaciones que tienen diferentes unidades de medida.

$$s(\%) = CV = \frac{S \cdot 100}{\bar{X}}$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación (%)

S = desviación estándar

H. Error Estándar

Es una medida que indica la variación del promedio. Si por ejemplo en un mismo bosque se hacen 6 inventarios independientes, se extraen las 6 muestras y luego se calculan los promedios. Habrá por lo tanto, 6 promedios para ese bosque. Estos promedios no serán iguales, por lo tanto habrá alguna variación. La desviación estándar de estos promedios se denomina error estándar. En la práctica no es necesario extraer varios promedios mediante un muestreo porque el error estándar se calcula a base de la desviación estándar obtenida con un solo muestreo.

$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}} \text{ ó } \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

Donde:

$S_{\bar{x}}$ = Error estándar

S^2 = Varianza

S = Desviación estándar

N = Número de lotes o unidades de muestreo

I. Error de Muestreo ó Precisión

Estadísticamente este error se estima con la fórmula del error de muestreo:

$$\text{Error de muestreo} = \pm S_{\bar{x}} \cdot t$$

$S_{\bar{x}}$ = error estándar de la muestra

t = valor que se encuentra en la tabla de t student

J. Error de Muestreo Relativo

Con frecuencia el error de muestreo se expresa en porcentaje del promedio, de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$E(\%) = \frac{S_{\bar{x}} \cdot t}{\bar{x}} 100$$

$$t = \frac{\bar{x} - U}{S_{\bar{x}}}$$

Donde:

t = valor que se ha calculado a base de la fórmula

K. LÍMITES DE CONFIANZA

En la práctica, “t” se busca a base del número de unidades de muestreo “n”, cuando las unidades de muestreo son mayores de 30. Si son iguales a 30, se utiliza n-1. El valor (n-1) recibe el nombre de “grados de libertad”. Cuando se trata de presentar el resultado final, por ejemplo el volumen por hectárea, se indica el error de muestreo.

Volumen / ha = promedio calculado \pm error de muestreo

Como se usa \pm se obtienen dos valores o límites:

- Promedio calculado + error de muestreo = L₁
- Promedio calculado - error de muestreo = L₂

El valor 2 se le designa como L₂ (límite inferior) y es el valor que se denomina “volumen confiable”.

L. Estimación por Regresión

Los métodos de muestreo al azar o sistemáticos, permiten estimar tal o cual parámetro con cierto grado de error. En algunos casos es posible estimar esos parámetros con un error más pequeño. El método que permite esto se denomina “estimaciones mediante la regresión”. Este método se aplica a poblaciones bivariadas (o compuestas de dos variables) en una unidad de muestreo. La regresión es un método estadístico que permite conocer el valor aproximado de una variable en función de otra. La ecuación de regresión lineal tiene la siguiente fórmula:

$$y = a + bx$$

Donde:

y = Variable dependiente

x = Variable independiente

a = Constante

b = Coeficiente de regresión

El problema en síntesis se reduce a tomar una muestra que contengan las dos variables. En base a los datos tomados, se calculan con cuadrados mínimos, los valores numéricos de las constantes “a” y “b”. Luego se conforma la ecuación de regresión y finalmente se estima el valor buscado para “y” dando un valor conocido a “x”. El error estándar de este método, se calcula a partir de la regresión. La relación entre las variables “X” y “Y” puede ser de tipo curvilíneo, exponencial, etc. En este caso se requiere previamente la tendencia de dicha relación.

Para utilizar la regresión lineal, es necesario que haya una relación de tipo lineal entre las variables “X” y “Y”. Por ejemplo, la que existe entre el área basal (X) y el volumen (Y). Al representar gráficamente las coordenadas de éstas variables, debe hacer una tendencia lineal. Como ya se mencionó, también se requiere conocer el promedio (U) de la población de la variable independiente “X”. Como esto no es posible a veces, se utilizan procedimientos que tienden a obtener una estimación de ese promedio de población, tal es el caso conocido con el nombre de “doble muestreo” (Lojan, 1980).

1. ANÁLISIS DE REGRESIÓN

El objeto primordial del análisis de regresión es de predecir el valor de una variable (la variable dependiente). La ecuación de regresión es la fórmula algebraica por la cual se determina el valor estimado de la variable dependiente. El término análisis de regresión simple, indica que el valor de la variable dependiente, predice sobre la base de una variable independiente, mientras que el análisis de regresión múltiple, se relaciona con la predicción de la variable dependiente sobre la base de dos o más variables independientes. Los supuestos generales implícitos en el modelo de análisis de regresión presentados son:

- a) La variable dependiente, es una variable aleatoria
- b) Las variables independientes y dependientes están asociadas linealmente

El supuesto (a) indica que aunque los valores de la variable independiente pueden ser designados, los valores de la variable dependiente deben obtenerse por medio del

proceso de muestreo (datos observados). Cuando los datos que se presentan sobre un sistema de coordenadas rectangulares, muestran correspondencia entre las características, admiten su ajuste por una recta, entonces se habla de regresión lineal. Si no es así hay que ajustar a dichos datos una parábola u otra curva cualquiera, se habla de regresión no lineal.

El signo del coeficiente de regresión (b) da la dirección a la pendiente. Cuando $b > 0$; la recta discurre del tercer hacia el primer cuadrante del sistema de coordenadas (pendiente positiva).

$b < 0$; la recta discurre del segundo hacia el cuarto cuadrante del sistema de coordenadas. (pendiente negativa).

Toda recta, algebraicamente, se expresa por la ecuación $y = a + bx$; donde “ b ” es la pendiente de la recta y “ a ” la ordenada del punto de intersección de aquella con el eje de ordenadas. En el caso de $Y = bx$, la recta pasa por el origen de coordenadas. En caso de $Y = a$, la recta es paralela al eje de las abscisas, es decir, una pendiente igual a cero, a y b se denominan también parámetros de la recta (Sancán, 2001).

2. EL MÉTODO DE LOS CUADRADOS MÍNIMOS

Bahamonde (1974), menciona que la cualidad principal de establecer un valor de regresión consiste en poder predecir resultados de “ Y ”, cuando solo se conoce el de “ X ”. Sin embargo, estos parámetros no se pueden determinar sin error. Cuando se traza líneas de regresión, es necesario ser objetivo al tratar de ajustar una serie de datos a esas líneas de regresión. Para ello, se debe escoger la línea que “mejor se ajuste” de esos datos.

3. CORRELACIÓN

La correlación mide el grado de intensidad de asociación entre dos variables o el grado en que dos variables cambian una con respecto a la otra. El cálculo de la correlación permite conocer la intensidad y dirección de una correspondencia entre varios datos

cuantitativos o de rango. Como medida se emplea el coeficiente de correlación, cuyo valor está comprendido siempre en el intervalo (-1,+1).

La correlación es positiva cuando la recta que mejor se ajusta al conjunto de puntos discurre en el sentido del tercero al primer cuadrante del sistema de coordenadas rectangulares, es decir, cuando los valores altos de “X” coinciden con los altos de “Y”, e igual sucede con los valores bajos. La correlación es negativa cuando la recta que mejor se ajusta a la nube de puntos, discurre en el sentido del segundo al cuarto cuadrante, es decir, cuando los valores altos de “X” corresponden a los valores bajos de “Y” y a la inversa (Suárez, 1999).

4. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

Cuando se trata de establecer el grado de relación entre dos variables, se calcula el coeficiente de determinación (r^2), que determina el porcentaje de asociación entre las variables. Es decir que este valor denota el porcentaje de la variación de “Y” atribuible a “X”. El resto de esta variación no se puede explicar. La raíz cuadrada del coeficiente de determinación es lo que se llama coeficiente de correlación “r”, el cual está dado por:

$$r = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left[\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \right] \left[\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \right]}}$$

“r” es el cociente de dividir la suma de productos $\sum XY$ [SP(XY)], por la raíz cuadrada de la suma de cuadrados de X $\left[\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n} \right]$ [SC(X)] por la suma de los cuadrados de Y $\left[\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n} \right]$ [SC(Y)].

M. Cuando el promedio de la población x, es conocido

El procedimiento es como sigue:

- Medir el área basal y el volumen en un número de lotes seccionados al azar.
- Con estos datos calcular la ecuación de regresión mediante cuadrados mínimos.

- Estimar el volumen con la ecuación; calculando “Y” (volumen total) cuando “X” tiene el valor del área basal total de la población.

Se emplean las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum x}{N} & ; & & \bar{Y} &= \frac{\sum y}{N} \\ SCCX &= \sum CX - \frac{(\sum X)^2}{n} & ; & & SCCY &= \sum CY - \frac{(\sum Y)^2}{n} \\ SPCXY &= \sum PCXY - \frac{(\sum X \cdot \sum Y)}{n} & ; & & b &= \frac{SPCXY}{SCCX}\end{aligned}$$

Donde:

n = Número de unidades o tamaño de la muestra

N = Total de la población

SCCX = Suma de cuadrados corregidos de X

SCCY = Suma de cuadrados corregidos de Y

SPXY = Suma de productos X por Y

SPCXY = Suma de productos corregidos de X por Y

b = Coeficiente de regresión

V = Volumen

\bar{V} = Volumen promedio

t = t de student

u = Promedio de la población

1. ECUACIÓN DE REGRESIÓN

$$Y = a + bx \qquad a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Donde:

Y = volumen por lote

x = área basal por lote

Luego el volumen de la población se estima reemplazando la ecuación de regresión.

2. ERROR DE MUESTREO

Para calcular el error de muestreo se requiere conocer previamente el error estándar del volumen (Sr), en el caso de regresión se calcula con la siguiente fórmula

$$Sr = \sqrt{\left[\frac{SCCY - \frac{(SPCXY)^2}{SCCX}}{n-2} \right] \left(\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{SCCX} \right) \left(1 - \frac{n}{N} \right)}$$

3. ERROR EN PORCENTAJE

$$Em\% = \frac{Sr \cdot t}{\bar{V}} \cdot 100$$

Sr = Error de muestreo

V = Volumen medio de la muestra

t = Valor que se encuentra en la tabla de “t” student

4. COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN

$$r^2 = \frac{(SPCXY)^2}{(SCCX)(SCCY)}$$

SPCXY= Suma de los productos corregidos de X por Y

SPCX = Suma de los productos corregidos de X

SPCY = Suma de los productos corregidos de Y

5. COEFICIENTE DE CORRELACIÓN

$$r = \sqrt{r^2}$$

r² = Coeficiente de determinación

N. Descripción Botánica de las Especies Forestales

1. **Nombre vulgar** : BALSA
Nombre científico : **Ochroma pyramidale** (var.)
Familia : Bombacaceae

Little y Dixon (1961) mencionan la balsa como la madera comercial más liviana del mundo y Ecuador ha sido el principal productor. Este árbol de crecimiento rápido se reconoce fácilmente por: (1) Copa abierta de pocas ramas gruesas y extendidas; (2) de corteza lisa color gris rosado; (3) hojas grandes, con 7-9 nervios principales saliendo de la base. Es un árbol mediano a grande que alcanza 20 – 40m o más de altura y 50 - 120cm de diámetro con raíces tablares pequeñas. La corteza interior es fibrosa de 2cm ó menos de grueso.

La balsa es la madera comercial más liviana (peso específico 0.09), pesa menos que el corcho. La madera es blancuzca, grisácea pálida con lustre sedoso; la albura y el corazón bien definidos, sin olor ni sabor distintivo. La médula gruesa de 1.5 – 2cm de diámetro. La madera es muy blanda, débil y tiene el grano muy grueso, recto, uniforme. Se deforma por compresión pero es fuerte considerando su peso. A menos de que no sea tratada es absorbente (a menudo la tratan con parafina), se tuerce mucho y requiere el uso de herramientas muy afiladas, pero es moderadamente fácil de labrar. También es perecedera, no es resistente a la pudrición, es muy susceptible al ataque de los termites de la madera seca. La madera se seca al aire con rapidez moderada y los defectos del secado son moderados.

Francis (1991) menciona que el duramen de la balsa es de color marrón claro o marrón rojizo y la albura provee la mayor parte de la madera comercial, es de color blanco a moreno claro. La madera de la balsa es de una textura de mediana a gruesa, lustrosa, de fibra recta y sin anillos anuales, es la madera comercial más liviana en uso a nivel mundial hoy en día. La madera por lo usual varía en densidad entre 0.10 a 0.17 g/cm³. La balsa está siendo remplazada por la espuma de polietileno y otros materiales sintéticos. Se requerirá ciertamente de muchos cambios y adaptaciones para mantener la demanda por este producto. Es posible que el hecho de que es un material orgánico que no contamina el medio ambiente ayude a mantener la demanda en el futuro. La balsa se

cultiva a veces como una planta ornamental debido a sus grandes hojas y flores. La seda de sus cápsulas se usa como un sustituto para el kapok como material para rellenos, prefiriéndose al kapok derivado de *Ceiba* spp. La balsa se usa a menudo como una especie índice en investigaciones de las propiedades físicas de maderas y su susceptibilidad a la pudrición y los insectos.

Francis (1991) menciona que la madera es liviana y fácilmente manejable, sus listones y tablillas han sido las preferidas para la elaboración de maquetas y material didáctico. Por ser una planta pionera, posiblemente asociada a micorrizas, ha sido muy útil para la recuperación de terrenos devastados o fuertemente erosionados. La lana que se produce en los frutos sirve como material de relleno. Su liviana madera ha sido utilizada en aeronáutica, porque amortigua bastante la vibración de piezas metálicas, en aeromodelismo es materia prima, lo mismo que para maquetas de arquitectura. La fabricación de juguetes ha tenido en la madera de la balsa un buen material de trabajo. Especie con aptitud para la reforestación.

Little y Dixon (1961), mencionan que la madera se la ha utilizado para la fabricación de juguetes, especialmente aviones, como material aislador, boyas para redes de pesca y cajas livianas. Debido a sus propiedades aisladoras, se ha usado cajas de balsa en embarques de materias perecederas sin el uso de hielo.

2. **Nombre vulgar** : Zapote
 Nombre científico : **Matisia cordata** Humb.
 Familia : Bombacaceae

Little y Dixon (1961) expresan que este árbol alcanza 15m de altura y 30cm de diámetro del tronco. Sus raíces tablares bajas y ramas lentamente horizontales. La corteza es gris clara y lisa. Las ramitas son gruesas, lisas, verdes y finamente pelosas. Las hojas alternas son apiñadas en el ápice de las ramitas. Tienen 2 estípulas pequeñas y pecíolos largos, gruesos redondos de 7–20cm.

Las flores irregulares cuelgan en grupos de 3–6cm a lo largo de las ramas atrás de las hojas. El cáliz verdoso en forma de embudo, con 5 lóbulos iguales; la corola tiene 5 pétalos desiguales elípticos pelosos; estambres amarillentos como dedos extendidos de

1.5cm y unidos en una columna y el pistilo largo y recto y estigma con 5 lóbulos diminutos.

La madera es blancuzca y liviana. El zapote es común silvestre y cultivado en el litoral. En nuestro país se distribuye desde el nivel del mar hasta 1200m de altitud. Se encuentran distribuidos en Colombia, Ecuador, Perú y Brasil. El zapote es cultivado en la costa por su fruto que tiene una carnosidad fibrosa y de buen sabor. Se consume en forma directa cuando alcanza el estado óptimo de maduración. Su madera se la usa para construcciones, encofrado y palet.

3. **Nombre vulgar** : Fruta de pan
 Nombre científico : **Artocarpus altilis** (Parkinson) Fosberg
 Familia : Moraceae

Little y Dixon (1961) expresan que es un árbol hermoso que se siembra por su fruto comestible y por su follaje atractivo. Se reconoce fácilmente por: (1) Las hojas muy grandes con 7-11 lóbulos, divisiones profundas, de color verde oscuro lustroso de 45 – 90cm de largo; (2) el jugo lechoso que sale de la corteza al momento de cortarla; (3) el fruto color verde amarillento redondeado o elíptico de 10 -20cm de largo. Se reconocen dos variedades, una con semillas y otra sin semillas. En Esmeraldas se encuentra solamente la variedad con semilla. Sin embargo la variedad sin semilla es más común en otras partes y el fruto tiene mejor sabor.

Es un árbol frondoso, de tamaño mediano de unos 20m de alto y de 40cm de diámetro. La corteza exterior es de color café o gris es lisa, con puntos verrugosos (lenticelas). La corteza interior es blancuzca con látex blanco gomoso y ligeramente amargo. Las ramas gruesas de 1.5 – 2.5cm de diámetro, son de color verde, con pelitos y anillos en los nudos y terminan en una yema de 12cm o menos, puntiaguda, formada por una escama (estípula) grande que rodea la hoja en desarrollo.

Las hojas son alternas, con pecíolos de color verde muy gruesos de 2.5 – 5cm de largo. Las láminas son de forma elíptica, de 23 – 50cm de ancho de punta corta en la base, Las dos variedades se diferencian ligeramente en la forma de la hoja y en la pelusa. El fruto

múltiple, está cubierto con frutos simples y contiene adentro una pulpa blancuzca. En la variedad con semilla, la superficie del fruto se compone de proyecciones verdosas cónicas en formas de espinas, cada una precedente de una flor individual. Tiene varias semillas grandes, comestibles de color café.

La albura es de color amarillo claro o café amarillento y el corazón es de amarillo oro, a veces vetado de anaranjado. La madera es muy blanda, liviana (peso específico de 0.27), pero tenaz y fuerte para su peso y muy susceptible al ataque de los termites de la madera seca. La madera se seca al aire libre con rapidez moderada y los defectos debido al secado son moderados. El cepillado es regular, el lijado es deficiente, la resistencia de las rajaduras por tornillo es excelente. El moldeado, torneado, taladrado y escopleado son muy deficientes.

Se la emplea para divisiones de interiores, ebanistería, encofrado, construcción. Es un árbol ornamental atractivo y de sombra. En algunas partes durante los periodos de sequía prolongada se han cortado las hojas para proveer forraje para el ganado (Little y Dixon 1961).

Parrotta (1994) menciona que la madera se la usa para la elaboración de tablas para “surfing”, cajas, artesanías tales como juguetes y para combustible (leña). Podría ser adecuada para la construcción liviana, los implementos agrícolas, la pulpa, las ensambladuras y los tableros de partículas. En las Islas Marianas del Norte, este árbol se usa extensamente en varios sistemas agroforestales tradicionales. En el norte de Venezuela ha sido usado como sombra en cafetales y en plantaciones de cacao, junto con *Erythrina poeppigiana*. El látex pegajoso exudado por el fuste se usa en el norte de las Filipinas para atrapar aves y en La Polinesia para sellar canoas y para hacer anteojos protectores para bucear.

4. **Nombre vulgar** : Fernansánchez
 Nombre científico : ***Triplaris guayaquilensis*** Wedd.
 Familia : Polygonaceae

Zamora (1998) expresa que este árbol crece naturalmente desde Costa Rica hasta el Sur de Ecuador. En nuestro país se encuentra en la parte occidental desde Esmeraldas

hacia el sur en las Provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, El Oro hasta Loja. Generalmente se encuentra dentro de la faja desde 100 hasta 1000 msnm, dentro de las zonas de vida bosque húmedo tropical, bosque seco tropical y bosque seco premontano. Estas áreas se caracterizan por tener de 500 a 2000mm de precipitación anual.

Es un árbol mediano, tronco recto, delgado, de 20 a 35m de altura y de 50 a 80cm de diámetro, a veces con raíces tablares redondas de 3m de alto. La corteza exterior tiene color gris claro. Las ramas huecas por lo general están habitadas por hormigas. Zamora (1998) menciona que las hojas son simples alternas con pecíolos gruesos de 1cm, de base redondeada y desigual. El haz es de color verde poco lustroso, mientras que el envés tiene color verde más claro.

Este árbol es dioico, las flores nacen en espigas de 10 a 20cm de largo, son terminales y laterales en los nudos superiores. Las flores masculinas apiñadas y fragantes; cáliz tabulado peludo de 6mm en forma de embudo. La flor femenina consiste de cáliz peludo de 10mm de color verde amarillento en forma de un tubo corto con tres lóbulos angostos. La corola tiene 3 pétalos angostos pequeños verde de 5mm de largo.

La madera de esta especie es utilizada en revestimientos, pisos, muebles, regulares y cajones, construcciones, producción de chapas, parquet y palet.

5. **Nombre vulgar** : Laurel prieto
 Nombre científico : ***Cordia macrantha*** Chadat
 Familia : Boraginaceae

Zamora (1998) describe al Laurel prieto como un árbol que alcanza un promedio de 20m de altura y de 20 a 40cm de DAP. Su propagación puede ser por medio de semillas y por tocones. La recolección de semillas se la realiza entre septiembre y noviembre. La madera es semidura, de coloración café oscuro y albura blanquecina. Se desarrolla desde los 30 a 300msnm.

Se la utiliza esta especie para sombra, forestación, revestimientos de interiores y exteriores, parquet, duelas, mueblería en general y leña.

6. **Nombre vulgar** : Guayacán venezolano
Nombre científico : **Cybistax donnell smithii**
Familia : Bignoniaceae

Zamora (1998) indica que el Guayacán es un árbol de diferente desarrollo, según la calidad del sitio y la humedad. Alcanza una altura de 15 a 30m y un diámetro de 24 a 45cm. Es de copa redonda o irregular, tronco torcido a veces recto, corteza de color café rojizo y profundamente surcado de hendiduras. Sus hojas son palmadas compuestas con cinco foliolos. La madera es de color blanco amarillento o amarillo claro a veces hermosamente jaspeada y sin ningún o sabor distintivo. En general la madera del guayacán es semidura, grano irregular y curvado o algunas veces casi recto, textura mediana, fácil de trabajar.

Zamora (1998) indica que se desarrolla en bosques secos tropicales (bs.-T) y bosques húmedos tropicales (bh-T), en bosques primarios y secundarios en una altitud comprendida entre 0–300msnm. Requiere suelos derivados de materiales ígneos o metamórficos.

Su madera se la usa construcción en muebles, pisos, escaleras, ebanistería, estructuras, durmientes, pisos.

Francis (1989) menciona que la madera se aserra y se trabaja a máquina con mucha facilidad y toma un buen acabado. Los usos principales de la madera son para muebles, chapa decorativa, molduras, maderos estructurales y leña. Es un buen árbol de sombra a la orilla de los caminos, en parques y en propiedades de buen tamaño. A pesar de que pierde sus hojas durante la época seca, su impresionante despliegue de flores amarillas compensa más que suficientemente cualquier pérdida en su apariencia.

Zamora (1998) menciona que la madera se la usa en construcción de muebles, pisos, escaleras, ebanistería, chapas, estructuras, naves, durmientes.

7. **Nombre vulgar** : Jaboncillo
Nombre científico : **Sapindus saponaria** L
Familia : SAPINDACEAE

Sablón (1961) expresa que es un árbol mediano de hasta 15m de altura y 50cm de diámetro con la copa densa y la corteza lisa, pardo grisácea a pardo amarillenta, florece de diciembre a enero y sus frutos maduran en abril. Las hojas son alternas compuestas, sin estípulas. Crece en diversos tipos de suelos siempre que sean saneados. Se encuentra generalmente en toda Cuba, Isla de La Juventud, el Resto de Antillas, Florida y América Continental Tropical. La madera es de color amarillo con rayos blancos de poco lustre, sin olor ni sabor y de grano recto irregular de textura media bastante resistente pero poco durable.

8. **Nombre vulgar** : Guaba machete
Nombre científico : **Inga spectabilis** Willd.
Familia : Mimosaceae

Little y Dixon (1961) manifiestan que la guaba de machete se distingue fácilmente por: (1) Las vainas enormes, aplanadas y pesadas casi del tamaño de un machete de 30–50cm de largo; (2) las ramitas gruesas de 4 ángulos y aladas; (3) las hojas grandes, con 6 ó 4 hojuelas pareadas, elípticas; (4) las numerosas flores peludas, amarillo blancuzcos, con corola de 15mm y muchos estambres blancos, extendidos como hilos. Es un árbol que alcanza 25m. de alto y 60cm de diámetro, con raíces tablares. La corteza es gris, lisa con fisuras o verrugas pequeñas. Las ramitas son de color café, con pocos puntos elevados (lenticelas).

Las hojas son alternas y pinadas (paripinadas) que miden de 20–35cm de largo y tienen un eje grueso alado de color gris claro con una glándula redonda entre cada par de hojuelas. Las hojuelas miden de 8–25cm de largo y 5–14cm de ancho. El haz es de color verde oscuro lustroso, con muchos nervios laterales, paralelos, curvos por el borde e impresos, y el envés verde amarillento lustroso, con los nervios laterales muy prominentes. Los racimos florales de 10-30cm de largo sostienen muchas flores de color amarillo verdusco, con escamas de 1cm. La flor está formada por el cáliz peludo de 7–8mm. La vaina (legumbre) enorme es oblonga, 4–6cm de ancho y 1–1.5cm de

espesor. Contienen pocas semillas grandes cubiertas por una pulpa blanca. Este árbol se lo utiliza para sombra en plantaciones de cacao y para leña

9. **Nombre vulgar** : Amarillo lagarto
Nombre científico : **Centrolobium paraense** Tul.
Familia : Fabaceae

Little y Dixon (1961) manifiestan que es un árbol que alcanza 30m de alto y 50 cm de diámetro. Tiene el fuste recto con raíces tablares angostas y copa redondeada y tendida. Corteza de color gris claro, lisa o brevemente áspera, con pocas fisuras delgadas y separadas en escamas.

Hojas compuestas, alternas, imparipinadas (foliolos opuestos y con foliolo terminal). Su pecíolo es de hasta 0.5cm excepto, la terminal solitaria con pecíolo de hasta 5 cm; hojuelas de 10 a 25cm de largo y de 5 a 15cm de ancho; ápices acuminados y base redondeada o acorazonada. Los bordes se curvan hacia abajo de un color verde mate en el haz y conspicuamente puntos glandulares en el envés. El fruto es una samara de 4 a 5cm de diámetro. Está cubierto con espinas rectas y delgadas de 1 a 3cm, tiene un ala grande de 15 a 18cm, que es membranacea con venas curvas sin ramificaciones. El cuerpo contiene de una a tres semillas y no se abre en la madurez. La época de recolección en Julio y Agosto.

Montero y Quelal (1994), mencionan que la madera tiene albura distinta, blanquecina y el corazón amarillento o anaranjado con vetas púrpuras recién cortada. La madera es pesada y dura con peso específico de 0.79, de grano casi recto o undulado con textura mediana. Toma un pulimento hermoso, fácil de trabajar, resistente al ataque de termitas, taladradores y hongos de madera. Su madera se la utiliza particularmente para ebanistería, muebles, obras interiores, enchapados maderas de mina. Se lo utiliza también para construcciones navales y casas.

10. **Nombre vulgar** : Tutumbe
Nombre científico : ***Cordia eriostigma***
Familia : Boraginaceae

Las hojas alternas, sin estípulas, tienen pecíolos redondeados peludos de 1-2 cm. Las láminas delgadas que miden de 5-11cm de largo por 5-9cm de ancho, tienen el ápice redondeado, la base con punta corta, el borde liso o poco ondulado. El haz es verde mate y áspero, el envés verde grisáceo con pelitos suaves. Este árbol es común en los bosques caedizos y secos y el bosque montano seco en el Oeste del Ecuador

Su madera es utilizada para encofrado, paletas, leña y también sirve como sombra para el ganado

III. MATERIALES Y METODOS

A. Localización

La presente investigación se realizó en la segunda fase del banco de especies forestales de la Finca Experimental “La Represa”, propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), compuesta por 20 parcelas. Cada una con una área de 225m², con una superficie total de 4500m². La Finca se encuentra localizada en el Km. 7.5 de la vía Quevedo-San Carlos, Recinto Fayta, Parroquia San Carlos, Provincia de Los Ríos.

B. Características del Campo Experimental

En el Cuadro 1, se detallan las características ecológicas y meteorológicas del campo experimental donde se realizó la investigación.

Cuadro 1 Características Ecológicas y Meteorológicas del Campo Experimental, Finca Experimental “La Represa”

Características Bio-climáticas	Promedios
Zona ecológica	bh-T
Altitud	73 msnm
Precipitación promedio anual	2178mm
Temperatura media anual	24,5°C
Humedad relativa	84%
Heliofanía	75,2 h/mes
Topografía	plana
pH	6,5 - 7,0
Textura	Franco arcilloso
Longitud occidental	79°25`24"
Latitud sur	1°03`018"

*Datos tomados de los archivos de la Unidad de Informática Agropecuaria (UNIAGRO) de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

C. Materiales

1. EXPERIMENTAL

En el Cuadro 2, se presenta los nombres comunes, científicos y familias al que pertenecen las 10 especies forestales. Estas fueron seleccionadas en la zona de Quevedo, algunas por su de producción de madera, aceptables propiedades físico-mecánicas y otras por encontrarse amenazadas.

Cuadro 2. Nombres, comunes, científicos y Familias de las diferentes especies forestales en estudio.

NV	NC	FAMILIA
Guaba machete	Inga spectabilis Willd	Leguminosae
Jaboncillo	Sapindus saponaria L.	Sapindaceae
Laurel prieto	Cordia macrantha Chadat	Boraginaceae
Zapote	Matisia cordata Humb.	Bombacaceae
Fruta de pan	Artocarpus altilis (Parkinson)	Moraceae
Balsa	Ochroma pyramidale (var.)	Bombacaceae
Amarillo lagarto	Centrolobium paraense Tul.	Fabaceae
Guayacán blanco	Cybistax donnell smitthii	Bignoniaceae
Tutumbe	Cordia eriostigma	Boraginaceae
Fernansánchez	Triplaris guayaquilensis Wedd	Polygonaceae

2. UNIDADES DE OBSERVACIÓN

Las unidades de observación estuvieron formadas por 20 parcelas, cada una con un área de 225m², en la cual una especie forestal estuvo integrada por dos parcelas a un espaciamiento de 3x3m, con una densidad de 1089 plantas por ha. Para el cálculo de la ecuación de regresión, en cada árbol se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) y también se estimó la altura total (HT), utilizando el Hipsómetro de Sunnto. Para estimar el aporte mensual de biomasa de hojas por especie, se colocó una caja recolectora por parcela. Para evitar la retención de agua, el fondo de los recipientes estuvo conformado con una malla metálica

3. DE CAMPO

a. Producción de hojas caídas

- 20 cajas recolectoras, con una dimensión de 1mx1m de lado y 0.25m de profundidad.
- Cinta diamétrica
- Balanza de precisión.
- Estufa.

b. Estimación de la ecuación de regresión

- Hipsómetro Suunto
- Forcípula metálica
- Hojas de registro de campo
- Pintura
- brochas

4. DE OFICINA

- Computadora
- Papel bond
- Impresora
- Softwares: Word, Excel y ,Mstac

D. Métodos

1. APORTE DE BIOMASA DE HOJAS CAÍDAS

En cada parcela se colocó una caja recolectora de madera y las muestras se recolectaron cada mes. El contenido de materia vegetal caído en el interior de la caja se colocó en fundas de plástico etiquetadas por especie, repetición y se llevaron al Laboratorio de Biotecnología (U.T.EQ), para su secado y pesado. Las muestras fueron sometidas a una temperatura de 80° C hasta alcanzar peso constante

Para determinar el aporte de biomasa de biomasa por árbol y por hectárea se determinó el diámetro de copa, midiendo la proyección de varios puntos de su contorno o diámetros a las 12h00. Esta medición se efectuó con una cinta métrica y el valor se reportó en metros cuadrados por especie.

a. Método Estadístico

Los valores obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico para determinar cual de las especies era la más representativa estadísticamente en el aporte de biomasa de hojas al suelo. El método estadístico empleado fue el diseño completamente al azar, cuyo Andeva se indica a continuación:

ANDEVA

FV		GL	SM	CM	FC
Tratamiento	t-1	9	SMT	SMT/GLT	CMT/CME
Error	t(r-1)	10	SME	SME/GLE	
Total	tr-1	19			

El análisis de varianza fue sometido a la prueba de Duncan con la finalidad de saber cual especie fue estadísticamente mejor en comparación con las demás.

2. ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN

a. Registro de datos

El diámetro se midió en centímetros, empleando una forcípula a una altura de 1.30m. La medición se realizó en dos direcciones, con las cuales se obtuvo un promedio. La estimación de altura en (m) se obtuvo con el hipsómetro de Sunnto. Con estas medidas se procedió a calcular el área basal en (m^2) y los volúmenes en (m^3). Los datos se registraron en el formulario respectivo. Luego se calculó la ecuación de regresión y los coeficientes de correlación. La recopilación de datos se realizó en cada unidad experimental.

b. Trabajo de campo

En el trabajo de campo se empleó: Hipsómetro de Suunto, forcípula, cinta métrica, machetes, cuchillos, pintura, brochas.

c. Trabajo de gabinete

Para encontrar los volúmenes, por el método de regresión, se empleó el software estadístico MSTAC y para la elaboración de los gráficos se utilizó una hoja de calculo “Excel” y un procesador de texto “Word”

d. Análisis de la información

Con los datos de DAP (cm) y altura en (m), utilizando la fórmula de cubicación para árboles en pie, se procedió a obtener los valores del volumen por árbol, parcela y total:

$$V = \frac{\pi(DAP)^2}{4} \cdot H \cdot f \quad f = \frac{D_1}{DAP} \quad AB = \frac{\pi(DAP)^2}{4}$$

Donde:

f = Factor diámetro de forma

D₁ = Diámetro arbitrario

DAP = Diámetro a la altura del pecho

H = Altura

Para determinar la tendencia entre la variable independiente “AB” y la dependiente “V”, se utilizó una escala aritmética en la que se plantearon los respectivos valores para hallar las constantes de la ecuación correspondiente. Luego, siguiendo el procedimiento que se indica, se procedió a obtener la ecuación de regresión:

$$SCCX = \sum CX - \frac{(\sum X)^2}{n} \quad SCCY = \sum CY - \frac{(\sum Y)^2}{n}$$

$$SPCXY = \sum PCXY - \frac{(\sum X \cdot \sum Y)}{n}$$

e. Ecuación de regresión

$$Y = a + bx \quad b = \frac{SPCXY}{SCCX} \quad a = \bar{y} - b\bar{x}$$

Donde:

- y = Volumen por parcela (m³)
- x = Área basal por parcela (m²)
- a = Origen de la recta en el eje “Y”
- b = Coeficiente de regresión

Para determinar el grado de significancia del coeficiente de regresión de la ecuación en general, se determinaron los coeficientes de determinación (r²) y de correlación (r). Además se realizó el análisis de varianza para cada una de las ecuaciones por especie forestal.

$$r = \frac{\sum XY - \frac{(\sum X)(\sum Y)}{n}}{\sqrt{\left(\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}\right)\left(\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}\right)}}$$

Según el esquema de análisis de varianza

ANDEVA

<i>Fuente de variación</i>	<i>GL</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>
Regresión	1	$r^2 \sum Y^2$	SC/GLR	CMR/CME
Error	n-2	$(1-r^2) \sum Y^2$	SC/GLE	
Total	n-1	$\sum Y^2$		

f. Error de muestreo Sr.t

Para calcular el error de muestreo se requirió conocer previamente el error estándar del volumen “Sr”, el cual, en el caso de la regresión se calculó con la siguiente fórmula:

$$Sr \sqrt{\left(\frac{SCCY - \frac{(SPCXY)^2}{SCCX}}{N-2} \right) \left(\frac{1}{n} + \frac{(X - \bar{X})^2}{SCCX} \right) \left(1 - \frac{n}{N} \right)}$$

Conocido el error estándar con respecto al volumen promedio, utilizando la tabla de “t” de Student, se procedió a leer el valor correspondiente al 95% de probabilidad y con el número de grados de libertad, de acuerdo al tamaño de la muestra (50%)

g. Error de muestreo relativo

Es la expresión del error de muestreo absoluto expresado en porcentaje con respecto al promedio del volumen, utilizándose para ello la siguiente fórmula:

$$E(\%) = \frac{S_{\bar{x}} \cdot t}{\bar{V}} \cdot 100$$

h. Resultados e interpretación

Primeramente se midió el diámetro (cm) y la altura total (m) de cada uno de los árboles presentes en cada parcela. Con esos datos se procedió a calcular el área basal (m²) y el volumen (m³) por parcela, con una muestra del 50%, fueron sometidas al análisis de regresión para conocer los valores (a) intercepto y (B) coeficiente de regresión. Luego se procedió a estimar por especie el volumen total y hectárea utilizando la ecuación de regresión.

IV. RESULTADOS

1. APOORTE DE BIOMASA DE HOJAS AL SUELO

En la Figura 1, se aprecia los aportes de biomasa de hojas caídas en gramos por metro cuadrado por mes de las especies forestales en estudio. La producción de hojas fluctúa a lo largo del ciclo vegetativo y se relaciona con la sucesión de fenofases en cada una de las especies. El pico de caída de la hojarasca coincide con el período de déficit hídrico y podría tratarse de una estrategia de algunas especies para enfrentar el estrés hídrico producto de la estación seca.

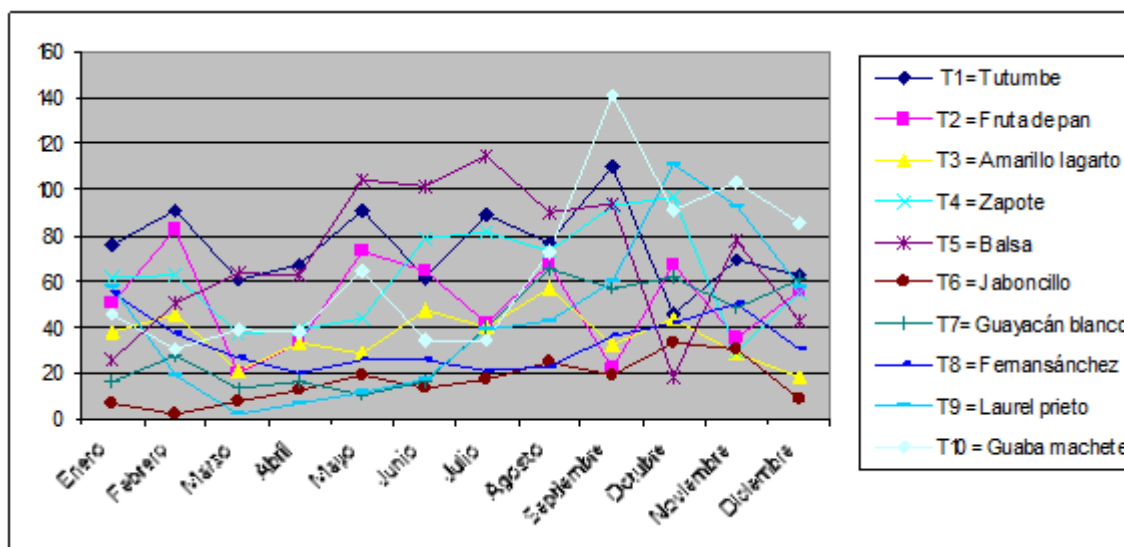


Figura 1. Aporte de biomasa de hojas ($\text{g/m}^2/\text{mes}$) de 10 especies forestales, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

En el Cuadro 3, se presenta el aporte de biomasa de hojas al suelo en g/m^2 de las especies forestales durante un año, se observa que en los meses de Febrero a Agosto y Octubre se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas, no así en los meses de Noviembre a Enero y Septiembre que no se manifestaron diferencias estadísticas significativas.

En Febrero los tratamientos T1, T2, T4, T5 y T3 fueron los que produjeron mayor cantidad de biomasa de hojas caídas con valores comprendidos entre 45 a 91 g/m² y T6 fue el que menor aportó con 2.0 g/m².

En los meses de Marzo y Abril, se produjeron diferencias estadísticas significativas, siendo los mejores tratamientos T5 y T1 con 61 y 67 g/m², siendo T9 el de menor aporte de biomasa en los mencionados meses con 2.0 y 7.0 g/m²

En el mes de Mayo hubo diferencias estadísticas significativas siendo T5, T1, T2 y T10 los que aportaron mayor cantidad de biomasa de hojas al suelo con 104.0, 90.5, 72.5, y 64.5 g/m² respectivamente y T7 fue el de menor aporte con 10.5g/m²

En Junio, se produjo diferencias estadísticas significativas, los mejores tratamientos fueron T5, T4, T2 y T1 con 101.5, 78.5, 64.5 y 62.0 g/m² respectivamente, no así T6 que fue la especie forestal de menor aporte de biomasa de hojas con 13.0g/m².

En Julio, los tratamientos T5, T1 y T4 produjeron mayor cantidad de biomasa de hojas al suelo con 114.6, 88.55 y 81.70 g/m², mientras T6 fue la especie de menor aporte con 16.60g/m².

En Agosto se produjeron diferencias estadísticas altamente significativas entre las especies, las de mayor producción estuvieron entre 56.5 y 89.5 g/m², mientras que los de menor aporte fueron T9, T6, y T8 con 42.5, 24.5 y 23.0 g/m² respectivamente

En Octubre los tratamientos T9, T4 y T10 presentaron el mayor aporte de biomasa de hojas al suelo con 110.5, 97.5 y 91.0 g/m² respectivamente, no así T5 que fue el menor aporte con 18.0 g/m².

En el Cuadro 4 se presenta de mayor a menor los promedios del aporte de biomasa de hojas al suelo en gramos por metro cuadrado durante un año.

En este aspecto también se manifestaron diferencias estadísticas significativas, siendo los tratamientos T1, T5, T4 y T10 los mejores con 69.8, 66.72, 63.31 y 57.73 g/m²/año, mientras que T8 y T6 fueron las especies de menor aporte con 30.13 y 15.30 g/m²/año.

Por lo anterior los Tratamientos T1, T2 y T3 presentaron los mayores aporte de biomasa de hojas con 8376, 8000 y 7590 kg/ha respectivamente y la de menor aporte T6 con 1860 kg/ha durante el año.

Cuadro 4. Aporte de biomasa de hojas (g/m²/año) de diez especies forestales, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ 2004.

Tratamientos		g/m ² /mes	S	g/m ² /año	Kg/ha/año
Tutumbe	T1	69.80	a	837,6	8376
Balsa	T5	66.72	ab	800,6	8000
Zapote	T4	63.31	ab	759,7	7590
Guaba machete	T10	57.73	abc	692,8	6920
Fruta de pan	T2	46.27	bcd	555,2	5550
Laurel prieto	T9	38.23	cd	458,8	4580
Amarillo lagarto	T3	35.00	de	420	4200
Guayacán blanco	T7	33.45	de	401,4	4010
Fernán sánchez	T8	30.13	de	361,6	3610
Jaboncillo	T6	15.30	e	186,3	1860

* Medias con letras iguales no difieren estadísticamente según la prueba de Duncan ($p \leq 0.05$)

En el Cuadro 5, se aprecia los porcentajes de los elementos N, P, K, Ca y Mg, presentes en las hojas caídas de las especies que formaron parte de esta investigación.

Cuadro 5. Análisis Foliar de las 10 especies forestales, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

Tratamientos	Concentración en %				
	N	P	K	Ca	Mg
Tutumbe	1,8	0,20	0,33	2,02	0,36
Fruta de pan	1,3	0,26	0,26	3,26	0,22
Amarillo lagarto	2,2	0,13	0,23	2,23	0,23
Zapote	1,6	0,16	0,26	2,73	0,47
Balsa	1,2	0,13	0,23	2,63	0,28
Jaboncillo	1,7	0,21	0,41	3,06	0,41
Guayacan blanco	3,1	0,14	0,55	2,24	0,21
Fernan sánchez	1,9	0,10	0,23	2,23	0,26
Laurel prieto	2,4	0,08	0,51	2,29	0,27
Guaba machete	1,9	0,08	0,21	2,23	0,22

En la Figura 2 se presenta el análisis de tejido foliar de cada una de las especies en estudio, las mismas que presentaron una tendencia similar en cuanto al porcentaje de macronutrientes presentes en las hojas. Se observa porcentajes considerables de N y Ca, también P, K y Mg, pero en pequeñas cantidades.

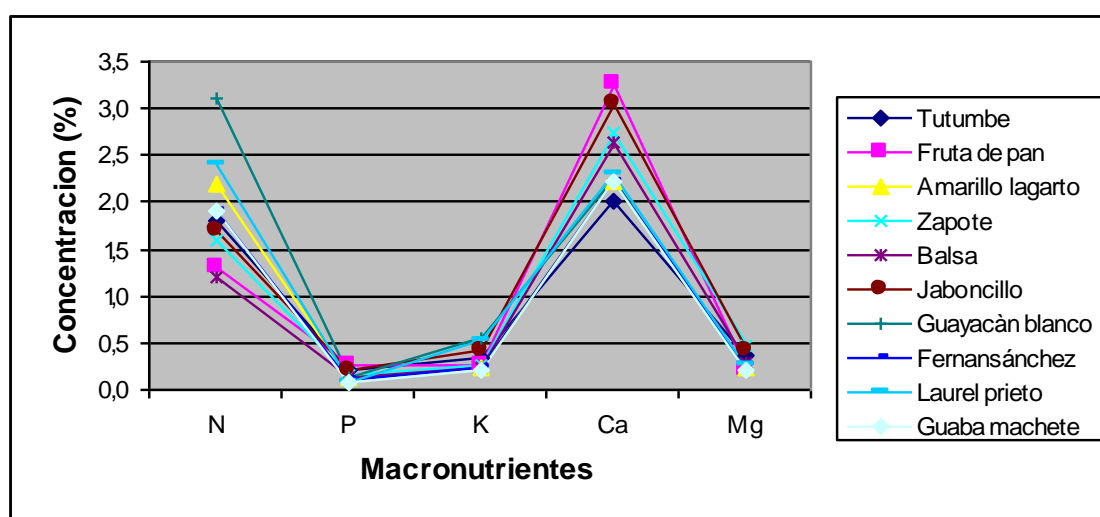


Figura 2. Concentraciones de N, P, K, Ca y Mg en las hojas de cada una de las especies en estudio, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004

2. ESTIMACIÓN DE LA ECUACIÓN DE REGRESIÓN PARA EL VOLUMEN

En el Cuadro 6, se hace referencia a la población de tutumbe que está distribuida en filas y columnas. En cada recuadro se indica el área basal y volumen por árbol. Los valores de la parte superior indican el volumen (m³) y los inferiores el área basal (m²). Esta especie presentó un volumen total de 25.58 a 29.50 m³ y por hectárea de 568.40 a 655.51 m³, con 95 % de probabilidades de que las respectivas medias encuentren dentro de los límites mencionados, con un error de muestreo relativo del 7.05 %.

Cuadro 6. Diagrama de la población de Tutumbe (*Cordia eriostigma*), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004

FILAS	COLUMNAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,7976 0,0760	0,4898 0,0332	0,0719 0,0096	0,8223 0,0522	0,0917 0,0122	0,6570 0,0450	0,6292 0,0370	1,1043 0,0605	0,8364 0,0478	0,2927 0,0239
2	0,1421 0,0203	0,4432 0,0327	0,2455 0,0182	0,2249 0,0158	0,1037 0,0119	1,0542 0,0555	1,3061 0,0688	0,1869 0,0144	0,8294 0,0419	1,0210 0,0517
3	0,7746 0,0484	0,8828 0,0570	0,5134 0,0296	0,0575 0,0092	0,6254 0,0373	0,7778 0,0415	0,8729 0,0448	0,5483 0,0305	0,1925 0,0183	0,8483 0,0452
4	1,0359 0,0647	0,1396 0,0133	0,4336 0,0248	0,3936 0,0333	0,1069 0,0104	----- -----	1,3281 0,0693	0,8091 0,0405	0,2448 0,0158	0,4298 0,0235
5	0,5260 0,0448	1,0654 0,0568	0,8235 0,0433	0,3442 0,0255	0,0809 0,0090	0,4571 0,0277	0,3256 0,0197	0,0293 0,0056	0,5465 0,0308	0,2885 0,0199

* Los valores remarcados comprenden al tamaño de la muestra (50 %)

En el Cuadro 7, se presenta la población de fruta de pan que está distribuida en filas y columnas. En cada recuadro se da a conocer el área basal y volumen por árbol. Los valores de la parte superior indican el volumen (m³) y los inferiores el área basal (m²). Esta presentó un volumen total de 39.75 a 49.30 m³ y por hectárea de 883.33 a 976.5 6 m³, con un error de muestreo relativo del 7.25 %.

Cuadro 7. Diagrama de la población de Fruta de pan (*Artocarpus altilis*), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ- 2004

FILAS	COLUMNAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,8676 0,0439	0,6800 0,0349	0,6576 0,0337	0,7526 0,0381	1,2263 0,0598	0,6688 0,0388	0,3350 0,0189	0,7910 0,0433	0,7218 0,0396	0,7059 0,0392
2	0,8770 0,0444	0,6913 0,0360	0,8480 0,0414	0,6834 0,0360	0,8307 0,0410	0,4865 0,0259	0,3597 0,0219	0,4446 0,0254	0,4970 0,0284	0,4573 0,0258
3	1,1771 0,0589	1,0219 0,0487	0,5255 0,0290	0,6001 0,0316	1,1762 0,0567	0,5812 0,0306	0,5228 0,0286	0,5377 0,0302	0,3633 0,0220	0,4477 0,0256
4	0,9120 0,0456	0,8421 0,0445	0,5719 0,0301	0,8155 0,0412	1,0253 0,0494	0,5228 0,0286	0,5182 0,0305	0,4588 0,0262	0,4624 0,0266	0,4638 0,0261
5	1,2736 0,0629	0,9290 0,0464	0,7548 0,0382	0,9201 0,0478	1,0649 0,0532	0,3618 0,0237	0,6080 0,0308	0,7008 0,0359	0,5139 0,0286	0,5228 0,0286

* Los valores remarcados comprenden al tamaño de la muestra (50 %)

En el Cuadro 8, se observa la población de amarillo lagarto que está distribuida en filas y columnas. En cada recuadro se indica el área basal y volumen por árbol. Los valores de la parte superior comprenden al volumen (m³) y los inferiores el área basal (m²). Esta especie presentó un volumen total de 9.77 a 10.62 m³ y por hectárea de 216.00 a 236.00 m³, con un error de muestreo absoluto del 4.24 %

Cuadro 8. Diagrama de la población de Amarillo Lagarto (*Centrolabium paraeense* Tul.), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

FILAS	COLUMNAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,5338 0,0235	0,5358 0,0235	0,2190 0,0209	0,3605 0,0178	0,2603 0,0132	0,0662 0,0060	----- -----	0,1039 0,0081	0,1434 0,0113	----- -----
2	0,2212 0,0118	0,0563 0,0052	0,1882 0,0106	0,2118 0,0133	0,2795 0,0160	0,2033 0,0151	0,2007 0,0121	0,0481 0,0074	0,0821 0,0093	0,2944 0,0176
3	0,3820 0,0204	0,1903 0,0104	0,2281 0,0127	0,0760 0,0065	0,0252 0,0031	----- -----	0,2944 0,0176	0,4379 0,0243	0,1298 0,0140	----- -----
4	0,1657 0,0102	0,1687 0,0104	0,0820 0,0067	----- -----	0,2300 0,0144	0,2388 0,0171	0,1619 0,0111	0,1555 0,0084	0,1199 0,0074	0,2496 0,0204
5	0,1842 0,0129	0,1254 0,0100	0,0204 0,0027	0,0706 0,0059	0,1163 0,0093	0,5141 0,0248	0,3285 0,0243	0,0803 0,0067	0,1408 0,0087	0,6870 0,0316

* Los valores remarcados comprenden al tamaño de la muestra (50 %)

En el Cuadro 9, se hace referencia a la población de zapote que está distribuida en filas y columnas. En cada recuadro se indica el área basal y volumen por árbol. Los valores de la parte superior indican el volumen (m³) y los inferiores el área basal (m²). Además

esta especie presentó un volumen total de 4.75 a 5.15 m³ y el volumen por hectárea de 105.56 a 114.44 m³, obteniéndose un error de muestreo absoluto del 4.07 %

Cuadro 9. Diagrama de la población de Zapote (**Matisia Cordata** Humb), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

FILAS	COLUMNAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,2047 0,0180	0,0904 0,0088	0,0826 0,0089	0,1369 0,0122	0,0872 0,0076	0,0430 0,0059	0,0179 0,0042	0,0702 0,0078	0,0212 0,0040	0,0182 0,0030
2	0,1749 0,0155	0,0724 0,0080	0,1080 0,0114	0,0680 0,0075	0,2091 0,0182	0,0336 0,0050	0,0701 0,0075	0,1991 0,0156	0,0510 0,0064	0,0972 0,0100
3	0,0871 0,0094	0,0597 0,0063	0,0972 0,0095	0,1396 0,0130	0,1740 0,0151	0,0735 0,0084	0,0426 0,0077	0,1491 0,0133	0,1296 0,0109	0,0259 0,0036
4	0,1327 0,0140	0,0628 0,0088	0,1239 0,0119	0,2026 0,0170	0,2166 0,0170	0,0069 0,0016	0,0642 0,0075	0,1328 0,0116	0,1457 0,0129	0,0471 0,0054
5	0,2475 0,0215	0,1115 0,0117	0,3198 0,0256	0,1713 0,0137	0,0623 0,0069	0,0830 0,0085	0,0039 0,0011	0,1231 0,0112	0,0877 0,0084	0,1147 0,0100

* Los valores remarcados comprenden al tamaño de la muestra (50 %)

En el Cuadro 9, se presenta la población de balsa que está distribuida en filas y columnas. En cada recuadro se indica el área basal y volumen por árbol. Los valores de la parte superior mencionan el volumen (m³) y los inferiores el área basal (m²). Esta especie presentó un volumen total de 68.25 a 73.75 m³ y volumen por hectárea de 1516.66 a 1638.22 m³, obteniéndose un error de muestreo de 3.85 %

Cuadro 10. Diagrama de la población de Balsa (**Ochroma pyramidale** var.), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

FILAS	COLUMNAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	6,3244 0,2300	2,1529 0,0836	1,4286 0,0937	2,2290 0,1002	3,1535 0,1136	2,2548 0,0991	4,0700 0,1494	3,1269 0,1169	----- -----	----- -----
2	3,0758 0,1165	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	2,0490 0,0764	4,2682 0,1596
3	----- -----	3,1487 0,1155	3,1606 0,1214	----- -----	----- -----	4,8909 0,1731	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----
4	----- -----	2,2872 0,0879	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	2,4198 0,0903	----- -----	----- -----	2,2612 0,0866
5	2,1922 0,0996	2,5788 0,1074	----- -----	2,8128 0,1063	4,1782 0,1562	4,8149 0,1720	3,0120 0,1116	----- -----	4,8370 0,1743	2,4733 0,0989

* Los valores remarcados comprenden al tamaño de la muestra (50 %)

En el Cuadro 11, se presenta la población de jaboncillo que está distribuida en filas y columnas. En cada recuadro se indica el área basal y volumen por árbol. Los valores de la parte superior indican el volumen (m³) y los inferiores el área basal (m²). Esta especie presentó un volumen total de 2.94 a 3.12 m³ y volumen por hectárea de 65.33 a 69.33 m³, con un error de muestreo relativo del 2.78 %

Cuadro 11. Diagrama de la población de Jaboncillo (*Sapindus saponaria* L.), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ- 2004

FILAS	COLUMNAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,1256	0,0415	0,0627	0,0562	0,0203	0,0179	0,0576	0,1016	0,0459	0,0572
	0,0136	0,0066	0,0083	0,0072	0,0041	0,0036	0,0071	0,0104	0,0064	0,0079
2	0,0496	0,2479	0,0772	0,0749	0,0570	0,0344	0,0226	0,0404	0,0621	0,0565
	0,0074	0,0209	0,0107	0,0093	0,0072	0,0059	0,0040	0,0052	0,0074	0,0083
3	0,0695	0,0864	0,0499	0,0922	0,0836	-----	0,0273	0,0966	0,0965	0,0592
	0,0091	0,0114	0,0066	0,0117	0,0102	-----	0,0041	0,0121	0,0104	0,0080
4	0,0954	0,0438	0,0482	0,0539	0,0593	-----	0,0477	0,0452	0,0694	0,0350
	0,0122	0,0062	0,0065	0,0071	0,0078	-----	0,0059	0,0058	0,0069	0,0053
5	0,0585	0,1210	0,1445	0,0626	0,0791	-----	0,0693	0,0343	0,0469	0,0492
	0,0078	0,0134	0,0156	0,0085	0,0105	-----	0,0081	0,0047	0,0065	0,0068

* Los valores remarcados comprenden al tamaño de la muestra (50 %)

En el Cuadro 12, se indica la población de guayacán blanco que está distribuida en filas y columnas. En cada recuadro se de a conocer el área basal y volumen por árbol. Los valores de la parte superior comprenden el volumen (m³) y los inferiores el área basal (m²). Esta especie presentó un volumen total de 19.05 a 21.3 m³ y un volumen por hectárea de 423.33 a 473.33 m³. Se obtuvo un error de muestreo relativo del 5.5 %

Cuadro 12. Diagrama de la población de Guayacán blanco (*Cybistax donnell smitthii*), Finca Experimental “La Represa”, 2004.

FILAS	COLUMNAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,2265 0,0149	0,2641 0,0168	0,2652 0,0168	0,3553 0,0190	0,2306 0,0159	0,9223 0,0424	0,2635 0,0160	0,4393 0,0241	0,3083 0,0196	1,0072 0,0424
2	0,7448 0,0342	0,2840 0,0163	0,1091 0,0118	0,2752 0,0163	0,3350 0,0213	0,9111 0,0309	0,2711 0,0158	0,2681 0,0176	0,3092 0,0186	0,1869 0,0141
3	0,6231 0,0286	0,2099 0,0131	0,3227 0,0177	0,5807 0,0280	0,0764 0,0080	0,2371 0,0155	0,2738 0,0180	0,1237 0,0088	0,4158 0,0264	0,2114 0,0163
4	0,3152 0,0158	0,5278 0,0254	0,8752 0,0357	0,3253 0,0167	1,1524 0,0490	0,7497 0,0326	0,1830 0,0123	0,8640 0,0346	0,4021 0,0222	0,2572 0,0158
5	1,4861 0,0589	0,3856 0,0224	1,0340 0,0426	0,1119 0,0095	0,1246 0,0106	0,4271 0,0228	0,4612 0,0228	0,1428 0,0102	0,5983 0,0303	1,0938 0,0446

* Los valores remarcados comprenden al tamaño de la muestra (50 %)

En el Cuadro 13, se presenta a la población de fernansánchez que está distribuida en filas y columnas. En cada recuadro se da a conocer el área basal y volumen por árbol. Los valores de la parte superior indican el volumen (m³) y los inferiores el área basal (m²). Esta especie presentó un volumen total de 18.00 a 19.25 m³ y un volumen por hectárea de 400.00 a 433.33 m³, con un error de muestreo absoluto del 5.22 %

Cuadro 13. Diagrama de la población de Fernansánchez (*Triplaris guayaquilensis* Wedd), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

FILAS	COLUMNAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,1359 0,0165	0,5353 0,0289	0,3205 0,0178	0,2154 0,0127	0,3531 0,0199	0,5330 0,0296	0,8235 0,0370	0,0400 0,0182	0,2185 0,0153	0,6416 0,0317
2	0,6669 0,0381	0,4527 0,0241	0,2850 0,0156	0,2968 0,0154	0,5568 0,0286	0,4396 0,0284	0,2860 0,0165	0,5956 0,0284	0,3464 0,0189	0,4603 0,0252
3	0,6892 0,0340	0,2425 0,0159	0,4110 0,0214	0,3226 0,0172	0,1145 0,0097	0,5624 0,0317	0,5634 0,0282	0,1961 0,0125	0,2694 0,0163	0,4328 0,0228
4	0,7008 0,0359	0,5265 0,0260	0,2731 0,0158	0,3560 0,0194	0,0864 0,0182	0,5107 0,0280	0,2594 0,0145	0,2538 0,0156	0,3194 0,0170	0,6022 0,0313
5	0,3563 0,0213	0,3953 0,0205	0,5196 0,0263	0,1599 0,0139	0,0741 0,0078	0,0506 0,0049	0,2742 0,0166	0,1874 0,0129	0,1509 0,0108	0,3891 0,0202

* Los valores remarcados comprenden al tamaño de la muestra (50 %)

En el Cuadro 14, se hace referencia a la población de laurel prieto que está distribuida en filas y columnas. En cada recuadro se indica el área basal y volumen por árbol. Los

valores de la parte superior corresponden al volumen (m³) y los inferiores el área basal (m²). Esta especie presentó un volumen total de 9.75 a 10.0 m³ y un volumen por hectárea de 216.69 a 222.13 m³, presentando un error de muestreo absoluto del 1.2 %.

Cuadro 14. Diagrama de la población de Laurel prieto (***Cordia macrantha*** Chadat), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

FILAS	COLUMNAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,1722 0,0135	0,1497 0,0120	0,1521 0,0122	0,0932 0,0079	0,2332 0,0146	0,1681 0,0118	0,2783 0,0159	0,3322 0,0180	0,3830 0,0199	0,3735 0,0197
2	0,1713 0,0137	0,0906 0,0085	0,1089 0,0095	0,1629 0,0100	0,2372 0,0144	0,1342 0,0094	0,1531 0,0102	0,2421 0,0140	0,1648 0,0104	0,3472 0,0178
3	0,1483 0,0121	0,0982 0,0084	0,1319 0,0113	0,1957 0,0125	0,0492 0,0052	0,1438 0,0097	0,2551 0,0144	0,2481 0,0147	0,2341 0,0134	0,3031 0,0168
4	0,1905 0,0144	0,1247 0,0106	0,1470 0,0103	0,1246 0,0099	0,1563 0,0118	0,1468 0,0095	0,2256 0,0139	0,3102 0,0161	0,2507 0,0145	0,3428 0,0176
5	----- -----	0,1392 0,0103	0,1116 0,0089	0,0969 0,0083	0,0693 0,0066	0,3156 0,0171	0,2430 0,0145	0,3411 0,0190	0,4228 0,0217	0,3953 0,0205

* Los valores remarcados comprenden al tamaño de la muestra (50 %)

.En el Cuadro 15, se presenta la población de guaba de machete que está distribuida en filas y columnas. En cada recuadro se da a conocer el área basal y volumen por árbol. Los valores de la parte superior indican el volumen (m³) y los inferiores el área basal (m²) Esta especie presentó un volumen total de 17.00 a 17.55 m³ y un volumen por hectárea de 377.77 a 390.0 m³, obteniéndose un error de muestreo del 1.7 %.

Cuadro 15. Diagrama de la población de Guaba machete (***Inga spectabilis*** Hilld), Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

FILAS	COLUMNAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0,0299 0,0048	0,3730 0,0199	0,1357 0,0097	0,2273 0,0127	0,0619 0,0067	0,5898 0,0291	0,3838 0,0190	0,4727 0,0236	0,0572 0,0060	0,1580 0,0115
2	0,6996 0,0350	0,1932 0,0121	0,0653 0,0058	0,1844 0,0108	0,3296 0,0176	0,0854 0,0070	0,2679 0,0141	0,4919 0,0252	0,2743 0,0147	0,1531 0,0111
3	0,3760 0,0201	0,4167 0,0225	0,2955 0,0172	0,0851 0,0074	0,2648 0,0147	0,5545 0,0281	0,0503 0,0053	0,4090 0,0216	0,0531 0,0056	0,7034 0,0356
4	0,3950 0,0247	0,3125 0,0184	0,2981 0,0161	0,3129 0,0172	0,4514 0,0241	0,2513 0,0131	0,3480 0,0184	0,1444 0,0095	0,4755 0,0249	0,1640 0,0113
5	0,9857 0,0469	0,3416 0,0187	0,2480 0,0142	0,2797 0,0158	0,2542 0,0154	0,8193 0,0381	0,1215 0,0118	0,6802 0,0324	0,6554 0,0316	0,4302 0,0239

* Los valores remarcados comprenden al tamaño de la muestra (50 %)

En la Figura 3, se presenta la ecuación de regresión y el coeficiente de determinación de 0.88, resultando ser altamente significativo. Además se aprecia la tendencia lineal ascendente que existe entre el área basal y volumen de tutumbe.

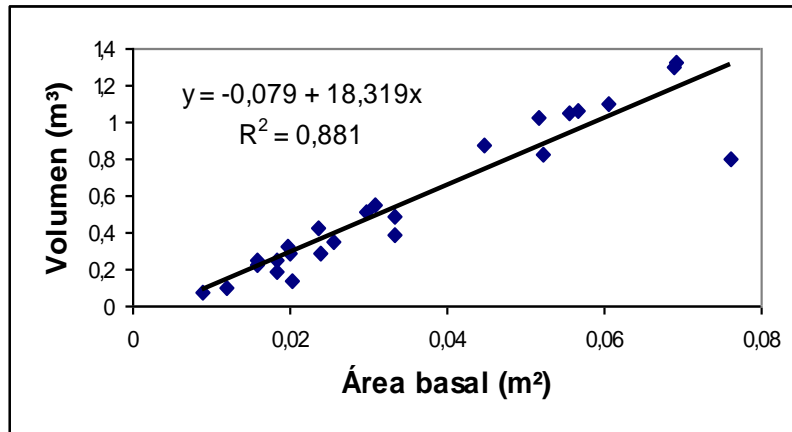


Figura 3. Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Tutumbe, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ 2004.

En la Figura 4, se indican los valores de las constantes (a) intercepto y (b) regresión con su coeficiente de determinación de 0.98, resultando ser significativo. También se observa la tendencia lineal que existe entre el área basal y volumen de la especie fruta de pan.

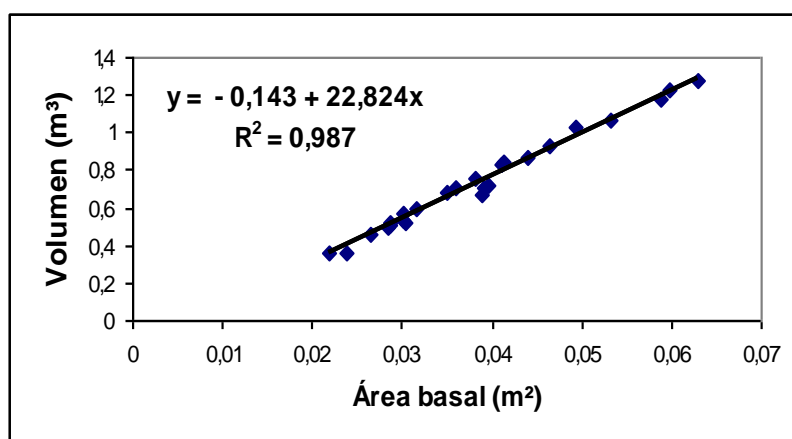


Figura 4. Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Fruta de pan, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ 2004.

En la Figura 5, se menciona la ecuación de regresión y el coeficiente de determinación de 0.97, resultando ser altamente significativo. Además se aprecia la tendencia lineal existente entre el área basal y volumen de la especie amarillo lagarto.

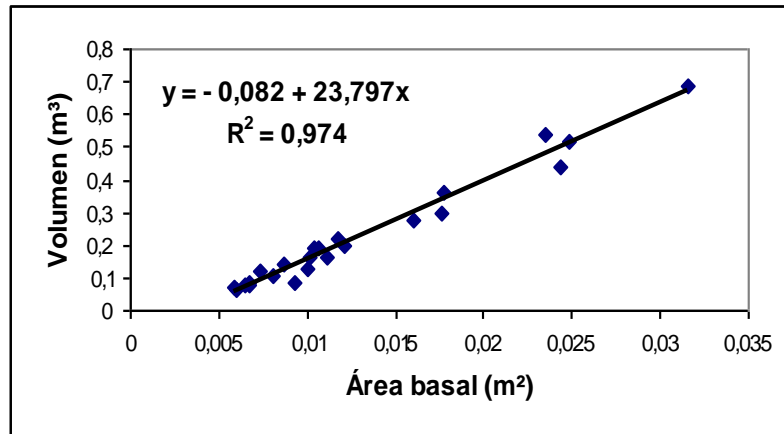


Figura 5. Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Amarillo lagarto, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

En la Figura 6, se presentan los valores de las constantes (a) intercepto ecuación y (b) regresión con su coeficiente de determinación 0.97, resultando ser altamente significativo. Se observa además la tendencia lineal que existe entre el área basal y volumen de la especie zapote.

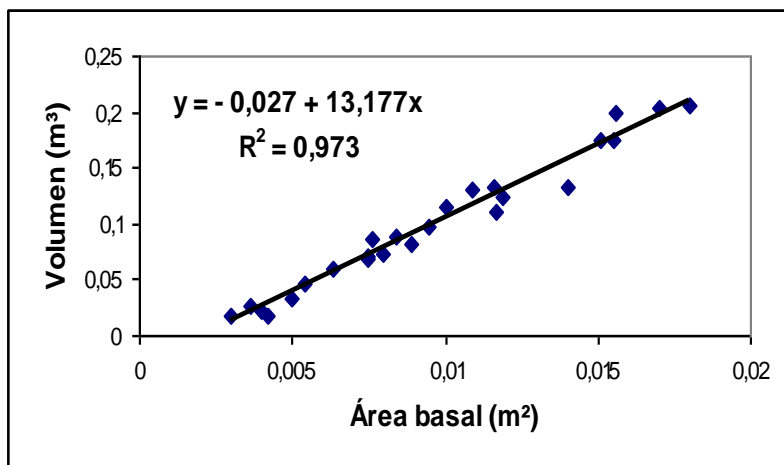


Figura 6. Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Zapote, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ- 2004.

En la Figura 7, se aprecia la ecuación de regresión y el coeficiente de determinación de 0.89 resultado ser altamente significativo. También se indica la tendencia lineal que existe entre el área basal y volumen de la especie balsa.

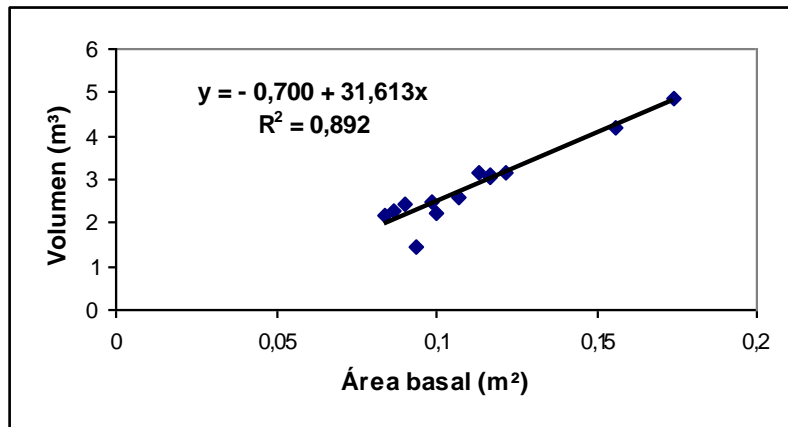


Figura 7. Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Balsa, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004

En la Figura 8, se aprecia los valores de las constantes (a) intercepto y (b) regresión con su coeficiente de determinación de 0.94, resultado ser significativo, También se indica la tendencia lineal ascendente que existe entre el área basal y volumen de la especie de jaboncillo

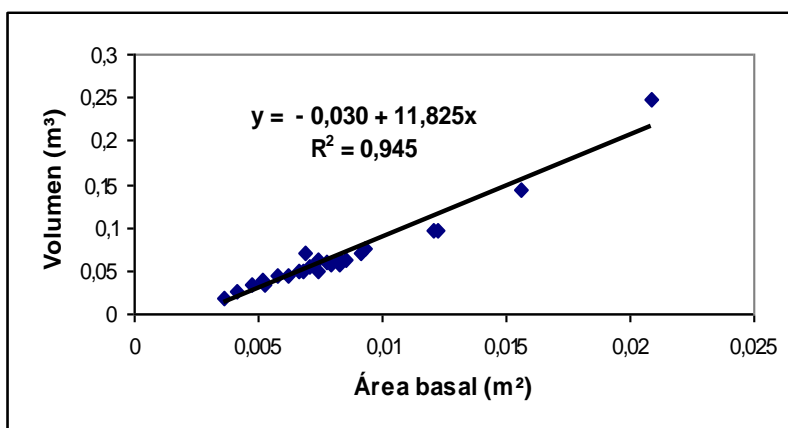


Figura 8. Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Jaboncillo, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

En la Figura 9, se presenta la ecuación de regresión y el coeficiente de determinación de 0.96, resultando ser altamente significativo. Se da a conocer la tendencia lineal que existe entre el área basal y volumen del guayacán blanco.

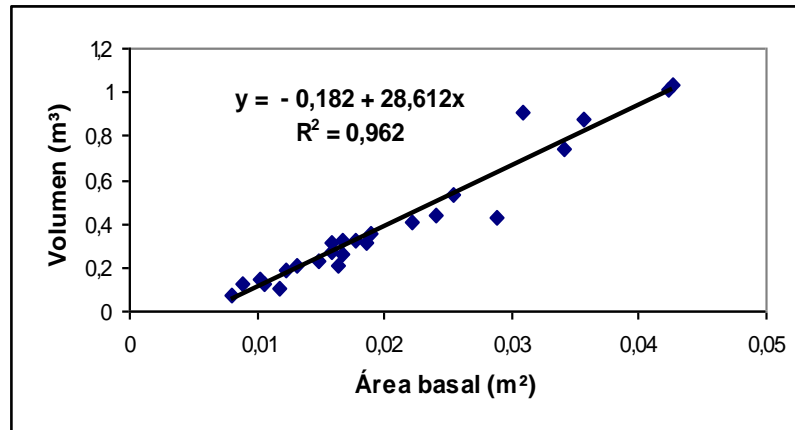


Figura 9. Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Guayacán blanco, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

En la Figura 10, se indican los valores de las constantes (a) intercepto y (b) regresión con su coeficiente de determinación de 0.84, resultando ser significativo y se menciona la tendencia lineal que existe entre el área basal y volumen de fernansánchez.

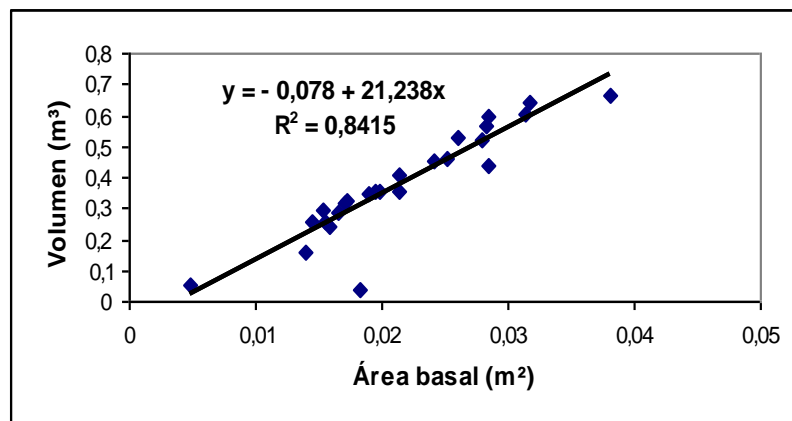


Figura 10. Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Fernansánchez, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

En la Figura 11, se presenta la ecuación de regresión y el coeficiente de determinación de 0.93 que es altamente significativo. Se observa la tendencia lineal ascendente que existe entre el área basal y volumen de laurel prieto.

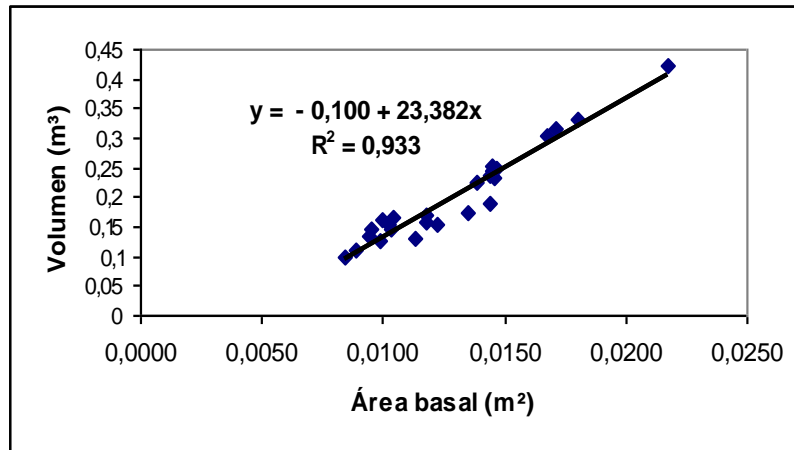


Figura 11. Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Laurel prieto, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ 2004.

En la Figura 12, se da a conocer los valores de las constantes (a) intercepto y (b) regresión con su respectivo coeficiente de determinación de 0.99 resultando ser significativo. Se indica la tendencia lineal que existe entre el área basal y volumen de guaba machete.

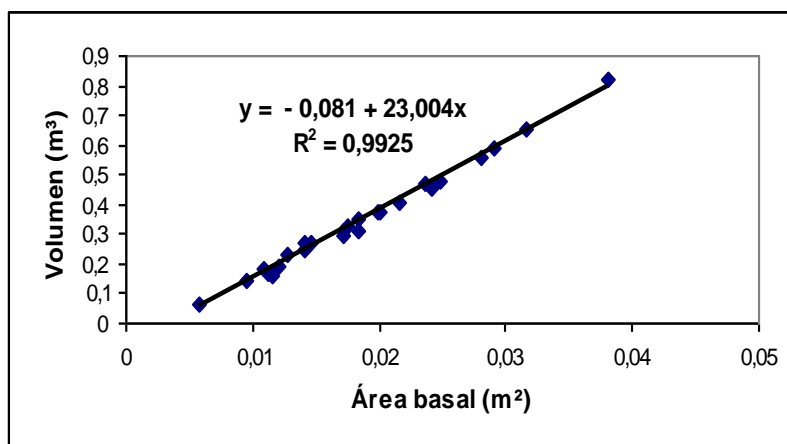


Figura 12. Coeficiente de determinación y ecuación de regresión entre el Área basal y Volumen de Guaba machete, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

En el Cuadro 16, se presentan los valores de las constantes a (intercepto) y b (regresión) con sus respectivos coeficientes de determinación y correlación que fueron altamente significativos. Luego se procedió a determinar el grado de significancia de coeficiente de regresión bajo un modelo estadístico de diseño completamente al azar.

Cuadro 16. Ecuaciones de regresión lineal entre el Área basal y Volumen y coeficiente de Correlación de las 10 especies forestales, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004

Nº	N.V.	a	b	r ²	r	S
1	Tutumbe	-0,079	18.319	0.881	0.93	**
2	Fruta de pan	-0,143	22,824	0,987	0.99	**
3	Amarillo lagarto	-0,082	23.797	0.974	0.98	**
4	Zapote	-0,027	13.177	0.973	0.98	**
5	Balsa	-0,700	31.613	0.892	0.94	**
6	Jaboncillo	-0,030	11.825	0,945	0,97	**
7	Guayacán blanco	-0,182	28.612	0.962	0.98	**
8	Fernansánchez	-0,078	21.238	0.841	0.91	**
9	Laurel prieto	-0,100	23.382	0.933	0.96	**
10	Guaba machete	-0.081	23.004	0,993	0,99	**

En el cuadro 17, se presenta el análisis de varianza correspondiente a cada especie forestal. Se obtuvo diferencia altamente significativa para cada uno de los respectivos coeficientes. Este análisis de varianza permitió reforzar los niveles de significancia de los coeficientes de correlación de las ecuaciones indicadas en el cuadro 17, en el que intervienen las pruebas de “t” de student.

Cuadro 17. Análisis de varianza para determinar el nivel de significancia de la ecuación de regresión, entre el Área basal y Volumen de 10 especies forestales, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

SPP	FV	GL	SC	CM	F
Tutumbe	Regresión	1	3,288139	3,28814	170,11**
	Error	23	0,444582	0,01933	
	Total	24	3,732721		
Fruta de pan	Regresión	1	1,621806	1,62181	1684,1**
	Error	23	0,022149	0,00096	
	Total	24	1,643955		
Amarillo lagarto	Regresión	1	0,634232	0,63423	781,19**
	Error	21	0,017005	0,00081	
	Total	22	0,651282		
Zapote	Regresión	1	0,08133	0,08133	823,62**
	Error	23	0,002271	0,0001	
	Total	24	0,083601		
Balsa	Regresión	1	8,553102	8,5531	90,83**
	Error	11	1,03581	0,09416	
	Total	12	9,588912		
Jaboncillo	Regresión	1	0,046945	0,04695	374,88**
	Error	22	0,002755	0,00013	
	Total	23	0,0497		
Guayacán blanco	Regresión	1	1,939086	1,93909	582,19**
	Error	23	0,076605	0,00333	
	Total	24	2,015691		
Fernansánchez	Regresión	1	0,574046	0,57405	121,67**
	Error	23	0,108513	0,00472	
	Total	24	0,682559		
Laurel prieto	Regresión	1	0,140315	0,14031	322,33**
	Error	23	0,010012	0,00044	
	Total	24	0,150327		
Guaba machete	Regresión	1	0,743802	0,7438	3047,66**
	Error	23	0,005613	0,00024	
	Total	24	0,749415		

** Altamente significativo

* Significativo

ns No significativo

V. DISCUSION

Los resultados preliminares indican que estas especies difieren en cuanto a la cantidad de hojas caídas, siendo mayor el aporte en balsa, tutumbe y zapote y la de menor aporte fue Jaboncillo, coincidiendo con lo mencionado por Lavado *et al.*, (1989), que la producción de hojas presenta variaciones mensuales y el aporte de ellas al suelo parece estar asociado a lo largo del ciclo vegetativo con la sucesión de las etapas fenológicas características de cada especie forestal.

En las 10 especies que formaron parte de esta investigación el mayor aporte de biomasa se produjo durante la estación seca, no así el jaboncillo que mantuvo una producción constante de hojas, este comportamiento también lo reporta Ramírez (2003), quien determinó que cuatro especies forestales produjeron mayor cantidad de biomasa de hojas durante el periodo seco, esto en la zona de Quevedo, coincidiendo con lo indicado por Sarasola y Horacio (1994), que el pico de caída de la hojarasca coincide con el período de déficit hídrico y podría tratarse de una estrategia de algunas especies para enfrentar el estrés hídrico.

Escuadero (1983), indica de la importancia ecológica que tendría la eliminación de hojas viejas de menor rendimiento fotosintético, favoreciendo el suministro de agua y nutrientes a las hojas más jóvenes. Por otra parte, la caída estival de la hojarasca, asegura la permanencia de una capa de material orgánico sin descomponer sobre el suelo

En todas las especies forestales estudiadas se obtuvo una tendencia lineal entre el área basal y volumen correspondiendo al modelo matemático $Y = a + bx$, lo que confirma los resultados obtenidos por Sancán (2001).

De acuerdo a los resultados obtenidos, todas las especies forestales estudiadas obtuvieron coeficientes de correlación altamente significativos, cuyos valores se encuentran desde 0.893 a 0.997, lo que corrobora los resultados obtenidos por Montero. y Quelal (1994)

Fruta de pan fue la segunda especie en cuanto al rendimiento en volumen coincidiendo con Parrotta (1994), quien manifiesta que esta especie, es de crecimiento rápido, durante los primeros años, creciendo mejor bajo sombra ligera. Sin embargo, los árboles de mayor edad requieren de pleno sol para la producción de frutas, esta especie generalmente se la establece a espaciamientos entre 8x8 m y 10x10 metros.

VI. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en la presente investigación se establecen las siguientes conclusiones:

- Las especies que dieron un mayor aporte de biomasa de hojas por hectárea fueron: Balsa con 8309.9 Kg/año, tutumbe con 4584.90 kg/año y zapote con 7590 kg/año. La especie de menor aporte fue el Jaboncillo con 563.19/año.
- Las especies forestales que arrojaron mayor volumen promedio total y por hectárea dentro de los límites máximos y mínimos determinados fueron: 1) Balsa con un volumen total de 68.25 a 73.75 m³ y por hectárea de 1516 a 1638.22 m³; 2) Fruta de pan con un volumen total de 39.75 a 43.90 m³ y por hectárea de 883.33 a 975.56 m³. La especie de menor volumen fue jaboncillo con un volumen total de 2.94 a 3.12 m³ y con un volumen por hectárea de 423.33 a 473.33 m³, siendo la de menor rendimiento. Existe 95 % de probabilidades que estos valores se encuentren dentro de los límites permitidos y un 5 % de incertidumbre.
- Las especies que presentaron un mayor error de muestreo relativo fueron fruta de pan con 7.25 % y tutumbe con 7.05 % y las especies de menor error fueron guaba machete con 1.70 % y laurel prieto con 1.20 %
- En las ecuaciones correspondientes a cada una de las especies se obtuvieron coeficientes de determinación de 0.881 a 0.993 y el coeficiente de correlación que está entre 0.91 a 0.99, según al análisis de varianza tiene un nivel altamente significativo.
- El error de muestreo en porcentaje para todas las especies fluctuó entre 1.93 % a 11.70 %. Este valor permite aceptar los resultados de un inventario, con una precisión alta debe llegar al 12 %.

- Al haberse producido diferencias estadísticas tanto en la producción de biomasa de hojas caídas y volumen de madera, se acepta la hipótesis, “Existe diferencias entre las 10 especies forestales tanto en la producción de biomasa de hojas caídas y en el volumen de madera”.

VII. RECOMENDACIONES

- Debido a la producción de biomasa de hojas caídas, algunas especies forestales estudiadas en esta investigación podrían asociarse con cultivos agrícolas y ser una interesante alternativa productiva para aquellas explotaciones de bajo uso de insumos, especialmente las del pequeño agricultor del litoral ecuatoriano.
- Utilizar las ecuaciones de regresión determinadas para estas especies forestales con el fin de estimar volúmenes con un alto nivel de confiabilidad, siempre y cuando se apliquen a especies plantadas en sitios con condiciones similares a las del estudio.

VIII. RESUMEN

La presente investigación se realizó desde el 9 de Diciembre del 2003 al 9 de Diciembre del 2004, en las parcelas forestales demostrativas de la Finca Experimental “La Represa”, establecidas por la Unidad de Investigación Agropecuaria de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), la misma que se encuentra ubicada en el Recinto Fayta, Parroquia San Carlos perteneciente al Cantón Quevedo Provincia de Los Ríos. Las especies que formaron parte de esta investigación fueron seleccionadas en la zona de Quevedo, algunas por su producción de madera, aceptables propiedades físico-mecánicas y otras por encontrarse amenazadas, se indican a continuación: **Inga spectabilis** Willd, **Sapindus saponaria** L, **Cordia macrantha** Chadat, **Matisia Cordata** Humb, **Artocarpus altilis** (Parkinson), **Ochroma pyramidale** (var.), **Centrolobium paraeense** Tul, **Cybistax donnell smitthii**, **Cordia eriostigma** y **Triplaris guayaquilensis** Wedd.

Como objetivo principal de esta investigación fue determinar el volumen de madera por el método de regresión y el aporte de biomasa de hojas al suelo de 10 especies forestales. Se realizó la medición del diámetro (cm) y se estimó la altura total, procediendo al cálculo del área basal (m^2) y el volumen (m^3) por árbol. Posteriormente se procedió a tomar las unidades al azar y cuyos valores (área basal y volumen) fueron sometidos al análisis de regresión, con la finalidad de obtener los valores de intercepto (a) y coeficiente de regresión (b), también se calculó los indicadores del grado de confiabilidad de las ecuaciones obtenidas el coeficiente determinación (r^2) y el coeficiente de correlación (r) para cada especie.

En lo referente al aporte de biomasa de hojas, en cada parcela se colocó una caja recolectora de 1mx1mx0.25m de dimensión y las muestras se recogieron cada mes, con los valores mensuales se determinó el aporte de biomasa de hojas en $g/m^2/mes$ y $kg/ha/año$. Las especies de mayor aporte de biomasa de hojas por hectárea fueron: balsa con 8309.9 Kg/año, tutumbe con 4584.90 kg/año y zapote con 7590 kg/año; la especie de menor aporte fue jaboncillo con 563.19 kg/año. El error de muestreo relativo para todas las especies fluctúa entre 7.25% a 1.20%. Este valor nos permite aceptar los resultados de un inventario, este valor no puede sobrepasar el 12%

IX. SUMMARY

The present research was carried out during December 9 of 2003 to December 9 of 2004, on the demonstrative forest parcels of the Experimental “La Represa” farm, established by the Agricultural Research Unity of the State Technical University of Quevedo (UTEQ), which is located in the Fayta town, San Carlos parish belonging to the Quevedo canton, Los Rios province. The species that were part of this investigation were selected in the area of Quevedo, some for their production wooden, acceptable physical-mechanical properties and others for the threat, they are indicated as follows: **Inga spectabilis** Willd, **Sapindus saponaria** L, **Cordia macrantha** Chadat, **Matisia Cordata** Humb, **Artocarpus altilis** (Parkinson), **Ochroma pyramidale** (var.), **Centrolobium paraeanse** Tulle, **Cybistax donnell smithii**, **Cordia eriostigma** and **Triplaris guayaquilensis** Wedd.

The main objective of this research was to determine the wooden volume for the regression method and the contribution of biomass of leaves to the floor of 10 forest species. Measurement of the diameter (cm) was carried out, and the total height, basal area (m²) and the volume (m³) for tree were estimate. Then the units were taken at random and the values (basal area and volume) were submitted to the regression analysis, with the purpose to obtaining the values the intercept (a) and regression coefficient (b), it was also calculated the indicators of the degree of dependability of the obtained equations the coefficient determination (r²) and the correlation coefficient (r) for each species.

For the biomass of leaves contribution, in each parcel, a collecting box of 1mx1mx0.25m of dimension was placed and the samples were picked up every month, with the monthly values the contribution of biomass of leaves was determined in g/m²/month and kg/ha/year.

The species of more contribution of biomass of leaves for hectare were: balsa with 8309.9 Kg/year, tutumbe with 4584.90 kg/year and zapote with 7590 kg/year; the species of smaller contribution was jaboncillo with 563.19 kg/year. The sampling relative error for all the species fluctuated among 7.25% to 1.20%. This value allows us to accept the results of an inventory; this value cannot surpass 12%.

X. BIBLIOGRAFIA

- BAHAMONDE, G.1974. Métodos Estadísticos y Principios de Diseño Experimental. Regresión y correlación. Quito, EC. Universitaria. p93-100.
- BROWN, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. *FAO Forestry Paper* 134. A forest resources assessment publication, Rome. Consultado el 13 de Abril del 2004. Disponible en [http://www.google.com.htm://Aporte anual de biomasa](http://www.google.com.htm://Aporte%20anual%20de%20biomasa).
- BUSCH, B. 1971. Planificación de un inventario forestal. Definición de un inventario forestal. Madrid ESP. Cultural.p3-12.
- CABRERA, F. 2000. Guía para la planificación de inventarios forestales de la zona de usos múltiples de la reserva de la biosfera maya, Guatemala. USAIA. p3-24
- CASTELL, H. 1981. Diccionario enciclopédico. Barcelona, ESP. Castell. p2266.
- COSTALES, G. y PEREZ, R. 2000. Inventariación dendrológica del Bosque Nativo "San Luis" comunidad ALAO, Parroquia Pungalá, Cantón Riobamba, Prov. de Chimborazo. Universidad Agraria del Ecuador. p19-30.
- ESCUDERO, B. 1983. Transferencia de nutrientes minerales desde el estrato arbóreo (ecosistemas de pastizales semiáridos). Consultado el 12 Abril del 2004. Disponible en <http://www.ambiente.gov.ec>
- FAO, 1985. Evaluación de Tierras con fines forestales. Estudio FAO, Mexico DF. Montes. p48.
- FASSBENDER, W. 1996. Modelaje de la fertilidad del suelo y de la productividad de sistemas de producción Agropecuarios en América Latina. Aguas de Lindoai, Brasil. p5-12.

- FRANCIS, K. 1991. *Ochroma pyramidale* Cav. Balsa. SO-ITF-SM-41. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p. Consultado el 12 de Marzo del 2004. Disponible en [http://www.Google.com.pdf://Ochroma pyramidale Cav](http://www.Google.com.pdf://Ochroma%20pyramidale%20Cav).
- FRANCIS, K. 1989. *Tabebuia donnell-smithii* Rose. SO-ITF-SM-25. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 4 p. Consultado el 12 de Marzo del 2004. Disponible en [http://www.Google.com.pdf://Tabebuia donnell-smithii Rose](http://www.Google.com.pdf://Tabebuia%20donnell-smithii%20Rose).
- GONZÁLES, H. 1986. Experimentación forestal. La habana Cuba Ministerio de Educación Superior. La habana, CU. Andre Voisin : 319p
- GUARIGUATA, M., RHEINGANS R. y MONTAGNINI F. 1995. Early woody invasion under tree plantations in Costa Rica. implications for forest restorations. Restorations Ecology. San Jose, CR. Turrialba. p36-52.
- HAROLD, W. y HOCKER, J. 1984. Introducción a la Biología Forestal, Producción de biomasa A.G.T. Edición, p110-116
- HUSH, B. 1971. Planificación de un Inventario Forestal. Definición. Barcelona, ESP. FAO. p1-3.
- ITALO N, y VIDAL, J. 1958. Iniciación de la Ciencia Forestal. Incrementos futuros. Toronto, CAN. Salvat. p306-360.
- JADAN, S. 1981. Tabla de volúmenes de algunas especies del Noroccidente Ecuatoriano .Quito, EC. p12
- KREBS, 1986. Genética General. Mortalidad. Madrid, ESP.Cultural.p17-23 y 28.
- LAVADO, M., NUÑEZ, E. y ESCUDERO, J. 1989. Variaciones mensuales en el aporte de biomasa al suelo por distintas especies del matorral mediterraneo.

Universidad Nacional del Noreste. UNNE Argentina. Consultado el 14 de Abril del 2004. Disponible en. Email. prause@arg.unne.edu.ar

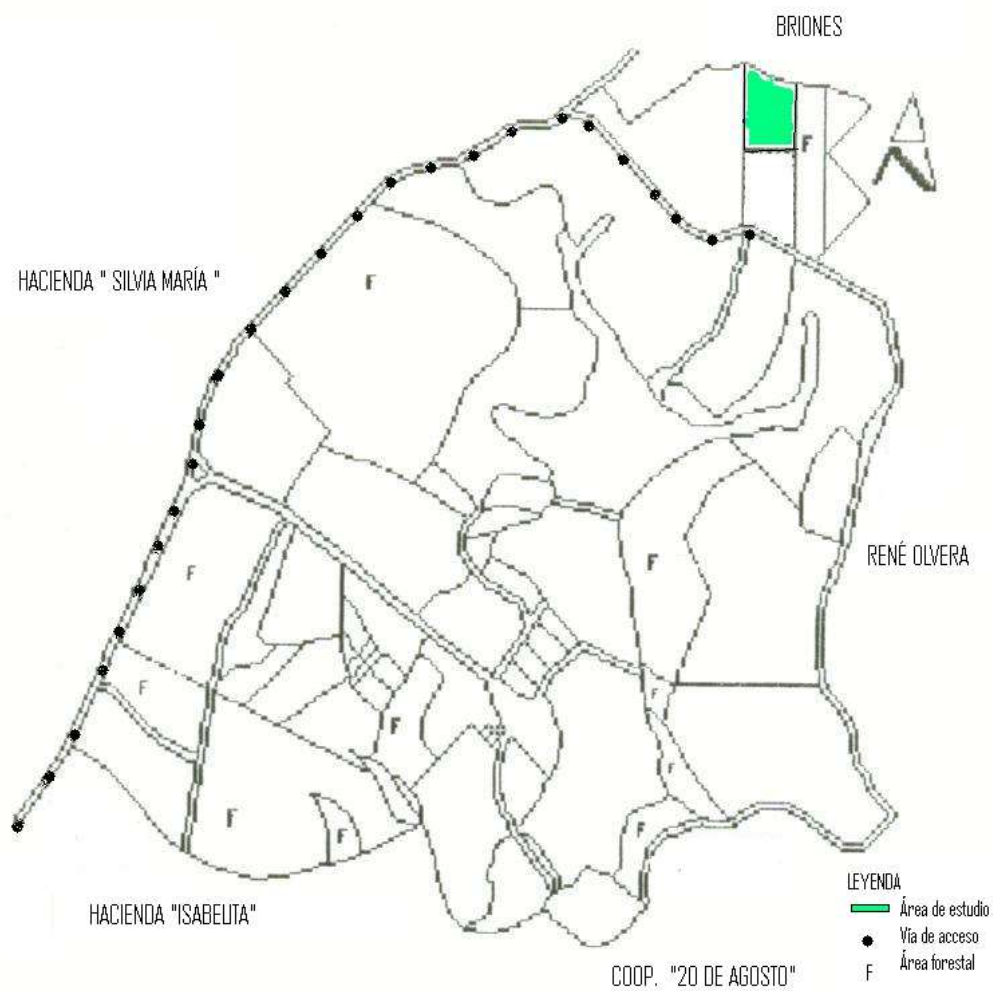
- LITTLE, E. y DIXON, R. 1961. Árboles comunes de La Provincia de Esmeraldas: Balsa ,Zapote, Fruta de pan, Guaba machete, Amarillo, lagarto, Roma. FAO. P25-160
- LOJAN, 1980. Dasimetría II. Inventario Forestal. Loja, EC. Departamento de publicaciones de la Universidad de Loja. FCA. p64.
- LUGO, A. 1992. Tree plantations for rehabilitating damaged forest lands in the tropics. Ecosystem rehabilitations, vol 2, Ecosystem analysis and synthesis, SPB. Academic Publishing. Netherlands. Consultado el 15 de Agosto del 2004. Disponible en <http://www.google.com>. pdf://Aporte anual de biomasa.
- MABBERLEY, D. 1992. Tropical rain forest ecology. Blackie Academic & Professional. Londres. Consultado el 24 de Abril. del 2004. Disponible en <http://www.google.com>. pdf://Ecología Forestal.
- MONTAGNINI, F. y SANCHO, 1990. Impacts of native trees on tropical soils: a study in the Atlantic lowlands of Costa Rica. Turrialba,CR. p19-23.
- MONTERO, S. y QUELAL, G. 1994. Evaluación de 15 especies forestales por el método de regresión; Amarillo lagarto; Tamaño y forma de la muestra. Tesis de Ing. Forestal. Quevedo, ECU. UTEQ. p97
- OLDEMAN, R. y VAN DIJK, 1993. Diagnosis of the temperament of tropical rainforest trees. Gómez Pompa A.T.C. Whitmore and M. Hadley. Rainforest and Management. Unesco and Pathenon Publishing Group. Man and Biophere Series Vol 6. Paris, FR. p457.
- OROZCO, L. y BERLIJN, D. 1983. Producción Forestal. Conceptos forestales. Mexico, Trillas. p8-10.

- PARROTTA, A. 1994. *Artocarpus altilis* (S. Park.) Fosb. Breadfruit, breadnut. SO-ITF-SM-71. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p: Consultado el 22 de Octubre del 2004. Disponible en [http://www.google.com.pdf/Artocarpus altilis \(S. Park\).](http://www.google.com.pdf/Artocarpus%20altilis%20(S.%20Park).pdf)
- RAMÍREZ, G. 2003. Evaluación de biomasa de hojas caídas y otros indicadores en la asociación de especies forestales con *T. cacao* var. CCN51 en la zona central del litoral ecuatoriano. Tesis de maestría en ciencias forestales. Universidad de Pinar del Río. Pinar del Río, Cuba 73p.
- SARASOLA, M. y HORACIO, V. 1994. Ecología. Aporte de biomasa de Hojas. Facultad de Ciencias, Universidad de la República Ilúa. Montevideo, UR. Consultado el 20 de Octubre del 2004. Disponible en [http://www.google.com.pdf/Dinámica de la necromasa en dos bosques de humedal.](http://www.google.com.pdf/Dinamica%20de%20la%20necromasa%20en%20dos%20bosques%20de%20humedal.pdf)
- STCHIKEL, J. 1971. *Dasometría de los bosques*. Toronto Canadá. p121
- SABLÓN, A. 1984. *Dendrología*. Ministerio de Educación Superior. Pueblo y Educación. Ciudad de la Habana, CU. p 76.
- SANCÁN, W. 2001. Determinación del volumen de 10 especies forestales por el método de regresión. Tesis de Ing. Forestal. Quevedo, EC. UTEQ. p7-36.
- SUAREZ, 1999. *Fundamentos Estadísticos Aplicados al Sector Agropecuario*. Bogotá, CO. Rojas Eberhard Editores Ltda. 442p.
- SCHLEGEL, B. y GANOSO, J. 2002. *Procedimientos de muestreo de biomasa foresta*. Consultado el 24 de Abril del 2004: Disponible en [http://www.uach.cl/proforma/car /carbono /manmuesbio.pdf](http://www.uach.cl/proforma/car/carbono/manmuesbio.pdf).
- STRASBURGER, 1990. *Tratado de Botánica. Materia seca*. Edición Española. p114-115.

- WORMALD, T. 1992. Mixed and pure forest plantations in the tropics and subtropics. FAO Forestry Paper 103. FAO Technical papers. Food and Agriculture Organization of the United Nations, CATIE. Turrialba, CR. p5-12.
- ZAMORA L. 1998. Comportamiento inicial de *Cyrtosperma donnell smithii*, *Cordia* sp., *Columbrina* sp. y *Triplaris guayaquilensis*. En asociación con *Theobroma cacao*. Tesis de Ing. Administración de Empresas Agropecuarias.. Quevedo, EC. UTEQ: p15-18

XI. ANEXOS

Anexo 1. Croquis de la localización de la zona de estudio del banco de especies de la Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004



Anexo 2. Croquis de campo de la distribución de cada una de las parcelas que formaron parte de la presente investigación, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ- 2004

Repetición 1		Repetición 2	
Laurel prieto T9	Amarillo lagarto T3	Fruta de pan T2	Balsa T5
Tutumbe T1	Balsa T5	Zapote T4	Amarillo lagarto T3
Guabo T10	Guayacán T7	Laurel prieto T9	Guabo T10
Jaboncillo T6	Fruta de pan T2	Jaboncillo T6	Fernansánchez T8
Sapote T4	Fernansánchez T8	Tutumbe T1	Guayacán T7

Tratamientos

T1= Tutumbe
T2= Fruta de pan
T3= Amarillo lagarto
T4= Zapote
T5= balsa

T6= Jaboncillo
T7= Guayacán
T8= Fernansánchez
T9= Laurel prieto
T10= Guabo

Anexo 4. Análisis de varianza en el aporte de biomasa de hojas (g/m²/mes) de 10 especies forestales, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

Mes	FV	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Enero	Tratamiento	9	8492,20	943,50	2,68 ns	0,0701
	Error	10	3517,00	351,70		
	Total	19	12009,20			
Febrero	Tratamiento	9	13841,05	1537,89	3,59 *	0,0294
	Error	10	4279,50	427,95		
	Total	19	18120,55			
Marzo	Tratamiento	9	7891,45	876,882	25,08 **	0,0000
	Error	10	349,50	34,95		
	Total	19	8240,95			
Abril	Tratamiento	9	7270,25	807,806	6,72 **	0,0032
	Error	10	1201,50	120,15		
	Total	19	8471,75			
Mayo	Tratamiento	9	20633,45	2292,60	4,96 **	0,0123
	Error	10	4921,50	462,15		
	Total	19	25554,95			
Junio	Tratamiento	9	16203	1800,33	6,13 **	0,0045
	Error	10	2935	293,50		
	Total	19	19138			
Julio	Tratamiento	9	18499,00	2055,44	4,71 *	0,0118
	Error	10	4356,31	435,63		
	Total	19	22855,31			
Agosto	Tratamiento	9	9006,80	1000,75	3,54 *	0,0306
	Error	10	2821,00	282,10		
	Total	19	11827,80			
Septiembre	Tratamiento	9	30821,20	3424,57	2,63 ns	0,0736
	Error	10	12991,00	1299,10		
	Total	19	43812,20			
Octubre	Tratamiento	9	16451,45	1827,93	10,50 **	0,0005
	Error	10	1727,50	172,75		
	Total	19	18178,95			
Noviembre	Tratamiento	9	13762,45	1529,16	2,41 ns	0,0933
	Error	10	6340,5	634,05		
	Total	19	20102,95			
Diciembre	Tratamiento	9	60487.146	1053.497	2.401 ns	0.0943
	Error	10	4433.215	438.721		
	Total	19	64920.361			

ns : No significativo

* : Significativo

** : Altamente significativo

Anexo 5. Promedio del diámetro de copa (m²) correspondiente de 10 especies forestales, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004.

Tratamientos	Repetición		\bar{X}
	I	II	
Tutumbe	4,164	5,192	4,678
Fruta de pan	3,814	3,667	3,741
Amarillo lagarto	3,566	4,377	3,972
Zapote	3,646	3,893	3,77
Balsa	9,052	8,647	8,85
Jaboncillo	3,214	3,403	3,309
Guayacán blanco	3,446	2,701	3,074
Fernansánchez	3,068	2,765	2,917
Laurel prieto	4,510	4,704	4,607
Guaba machete	3,868	4,360	4,114

Anexo 6. Análisis de varianza en el aporte total de biomasa de hojas (g/m²/año) de biomasa total de 10 especies forestales, Finca Experimental “La Represa”, UTEQ-2004-

FV	GL	SC	CM	Fc	Prob.
Tratamiento	9	5929.089	658.788	8,404 **	0,0013
Error	19	783.880	78.388		
Total	19	6712.969			

Anexo 7. Hoja de campo para el cálculo de área basal y volumen, en la Finca Experimental “La Represa”, 2004

Parcela N° : _____

N.Cientifico : _____

N. común :

Familia : _____

Fecha :

[illegible]