

**Proyecto de
Tecnología de Ensayo
de Productos Forestales
LATU-JICA
(1998-2003)**

**RESUMEN de PROPIEDADES MECÁNICAS
de *Eucalyptus grandis*, *Pinus elliottii* y *Pinus taeda*
de DISTINTAS ZONAS del URUGUAY**

**Ing. Agr. OF Alvaro Pérez del Castillo
Alejandro Venturino Cammarota**

**Informe de Investigación N°14
Setiembre 2003**



PRÓLOGO

El presente trabajo es el decimocuarto de la serie: “Informes de Investigación”, que reunirá estudios realizados como parte del “Proyecto de Tecnología de Ensayo de Productos Forestales” entre el Sector Productos Forestales del LATU y JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) en Montevideo, Uruguay, desde 1998 hasta 2003.

Con esta serie, el LATU pretende la difusión tecnológica como una contribución al desarrollo de la industria forestal.

AGRADECIMIENTOS

Al Sr. Toshinori Tanaka y al Dr. Hiromu Kajita por su apoyo técnico invaluable y su permanente colaboración.

Al Ing. Quím. Raúl de Castro, Jefe del Sector Productos Forestales, por su supervisión.

Al Sr. Kazuo Shiono por su apoyo constante.

Al equipo técnico del Sector Productos Forestales del LATU.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MONTES MUESTREADOS.....	4
3. RESULTADOS OBTENIDOS	4
3.1. EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS	4
3.2. DIMENSIONES DE LAS TABLAS Y LAS PROBETAS UTILIZADAS	6
3.3. NORMAS DE ENSAYO UTILIZADAS EN ESTE ESTUDIO.....	6
3.4. RESULTADOS SOBRE TABLAS DE TAMAÑO REAL	7
3.4.1. Módulo de Elasticidad (MOE) en tablas de tamaño real (MPa).....	7
3.4.2. Módulo de Rotura (MOR) en tablas de tamaño real (MPa).....	9
3.4.3. Resistencia Máxima a la Compresión Paralela en tablas de tamaño real (MPa)....	11
3.5. RESULTADOS SOBRE PEQUEÑAS PROBETAS LIBRES DE DEFECTOS.....	13
3.5.1. Módulo de Elasticidad (MOE) pequeñas probetas (MPa).....	13
3.5.2. Módulo de Rotura (MOR) de pequeñas probetas (MPa).....	15
3.5.3. Flexión Dinámica de pequeñas probetas (J/cm ²).....	17
3.5.4. Resistencia Máxima a la Compresión Paralela de pequeñas probetas (MPa).	19
3.5.5. Dureza Janka de pequeñas probetas (MPa).....	21
3.5.6. Resultados parciales de otros ensayos realizados.....	24
3.5.6.1. Extracción de clavos (kN)	24
3.5.6.2. Compresión Perpendicular a las fibras en pequeñas probetas (MPa).....	25
3.5.6.3. Compresión perpendicular parcial en cara tangencial y radial (MPa).....	26
3.5.6.4. Corte Paralelo en cara tangencial y en cara radial (MPa).....	27
4. TABLA PARA CONVERSIÓN DE UNIDADES.....	28
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	28

RESUMEN DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE *Eucalyptus grandis*, *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* DE DISTINTAS ZONAS DEL URUGUAY

RESUMEN

En este estudio se realiza un resumen de algunas de las propiedades mecánicas estudiadas dentro del proyecto de “Tecnología de Ensayo de Productos forestales” entre el LATU y JICA entre los años 1998 y 2003.

Las propiedades mecánicas que se analizarán en este informe son:

- 1) En tablas de tamaño real: módulo de elasticidad (MOE) por el método de flexión estática, módulo de rotura (MOR) por el método de flexión estática y resistencia a la compresión paralela a las fibras.
- 2) En probetas pequeñas libres de defectos: flexión dinámica, flexión estática, compresión paralela y dureza Janka.

También se mostrarán algunos resultados de otros ensayos realizados que son: extracción de clavos, compresión perpendicular, compresión perpendicular parcial y esfuerzo cortante.

PALABRAS CLAVE: *módulo de elasticidad, módulo de rotura, propiedades mecánicas, ensayos no-destructivos.*

SUMMARY

In this report, we summarize most of the mechanicals properties studied during the Project “Forest Products Testing Technology” by LATU and JICA between the years 1998 and 2003. The mechanical properties studied in this report are:

- 1) In real size boards: modulus of elasticity (MOE) in static bending, modulus of rupture (MOR) in static bending and compression strenght parallel to grain.
- 2) In small clear specimens: Static bending, Impact bending, compression parallel to grain and Janka hardness.

This report also shows results of other tests such as: nail withdrawal, compression perpendicular to grain, partial compression perpendicular to grain and shear strength.

KEY WORDS: *modulus of elasticity, modulus of rupture, Mechanical properties, non-destructive test.*

1. INTRODUCCIÓN.

Dentro del marco del proyecto de “Tecnología de Ensayo de Productos Forestales” llevado a cabo entre el LATU y JICA entre los años 1998 y 2003, se realizaron una serie de muestreos en montes de diferentes especies de prioridad forestal a los efectos de realizar estudios de caracterización de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas de los bosques implantados. Durante los años en que transcurrió dicho proyecto, se realizaron distintos informes de investigación acerca de cada uno de estos muestreos, mostrando y analizando detalladamente los resultados obtenidos. El presente informe tiene como objetivo principal, recopilar gran parte de la información obtenida de los montes muestreados, mostrando en forma gráfica y sencilla estos resultados y a su vez facilitando la comparación entre éstos.

Se realizaron muestreos en montes de *Eucalyptus grandis*, *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*, de diferentes zonas de nuestro país y de diferentes edades.

De las trozas obtenidas de estos muestreos, se cortaron tablas de tamaño real sobre las cuales se realizaron ensayos en estado verde (estimación del MOE) y en estado seco (MOE y MOR). Una vez realizado el ensayo destructivo para cálculo del MOR, de los pedazos que quedaban de las tablas ensayadas, se realizaron probetas de tamaño real (con defectos) para ensayo de compresión paralela a las fibras y pequeñas probetas libres de defectos para realizar los ensayos de, flexión dinámica, flexión estática, compresión paralela (pequeñas probetas) y dureza Janka.

Por último, de algunos de los muestreos, se cortaron probetas pequeñas para ensayos de extracción de clavos, compresión perpendicular, compresión perpendicular parcial y esfuerzo cortante.

2. CARACTERÍSTICAS DE LOS MONTES MUESTREADOS.

En la Tabla N°1, se presentan las principales características de los montes en los que se realizaron los muestreos.

N° Muestreo	Especie	Departamento	Edad	DAP	Identificación
1	<i>Pinus taeda</i>	Rivera	17	--*	PT RV
2	<i>E. grandis</i>	Rivera	16	52.5	EG RV
3	<i>Pinus elliottii</i>	San José	40	34.5	PE SJ
4	<i>E. grandis</i>	Río Negro	18	34.9	EG RN
5	<i>Pinus elliottii</i>	Río Negro	24	40.5	PE RN
6	<i>Pinus taeda</i>	Río Negro	24	38.7	PT RN

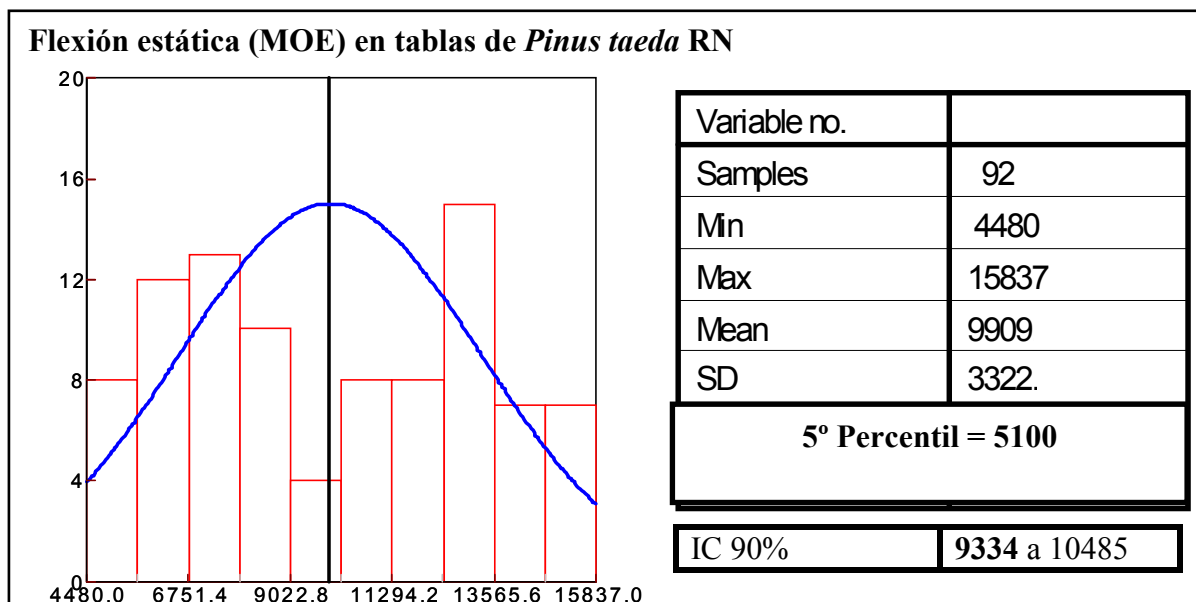
* : se realizó una selección de trozas en el aserradero por lo que no se obtuvo valor de DAP

3. RESULTADOS OBTENIDOS

3.1. EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados de las diferentes propiedades mecánicas estudiadas sobre tablas de tamaño real de diferentes especies y diferentes zonas de nuestro país, se resumen en un gráfico y cuadro como el que se muestra a continuación. El gráfico tiene como objetivo mostrar la distribución de los datos obtenidos para cada uno de los ensayos de los distintos muestreos realizados. También se presenta la curva de distribución normal que se ajusta a estos datos. Como se observará mas adelante, en muchos casos, los resultados no se ajustan a una distribución normal.

Por su parte, en el cuadro se presentan resultados de interés para una mejor caracterización de nuestras maderas.



Donde:

Samples = Numero de probetas o tablas ensayadas

Min = valor mínimo obtenido

Max = valor máximo obtenido

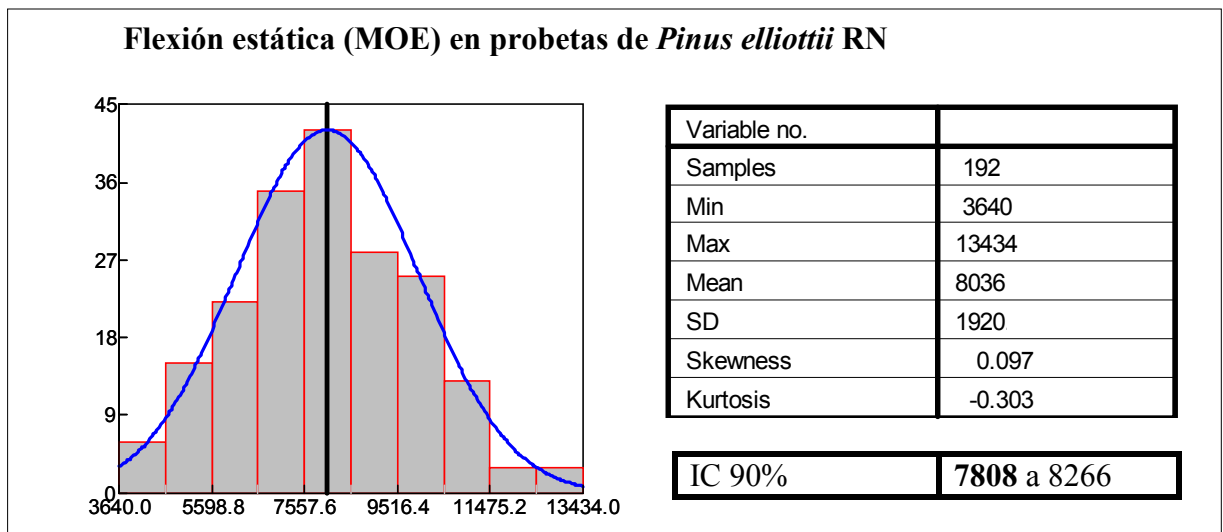
Mean = media aritmética de las “n” probetas o tablas ensayadas

SD = Desvío Estándar

5° Percentil = Al utilizar esta función, podemos establecer un umbral de aceptación. Al presentar el 5° Percentil, se presente el valor al cual el 95% de los resultados de ese conjunto de datos lo superan. Dicho valor también es denominado “resistencia característica”.

IC 90% = Intervalo de confianza para un 90%. Con negrita se presenta el Límite inferior.

Cuando el análisis se realiza en pequeñas probetas libres de defectos, en vez de presentar el 5° percentil, se presenta “Skewness” y “Kurtosis”, presentando el cuadro pequeñas variaciones con respecto al anterior:



Donde:

Skewness = Describe el grado de asimetría de los datos con respecto de la distribución normal. Skewness de una distribución perfectamente normal es igual a 0.

Kurtosis = Nos da información con respecto a si los datos están muy concentrados en torno a la media o alejados de esta (mayor peso de las colas en la distribución). Kurtosis positiva indica una distribución “delgada”, mientras que Kurtosis negativas nos indica una distribución “achataada”

NOTA₁: todos los valores se expresan en MPa, con excepción de flexión dinámica que se expresa en J/cm² y extracción de clavos que se expresa en kN.

NOTA₂: En este informe no se presenta la descripción de los métodos y los esquemas de todos los ensayos realizados. Los métodos, los esquemas y las fotografías de los ensayos se presentan en otros Informes de Investigación del proyecto de “Tecnología de Ensayo de Productos Forestales” ya publicados (Informes N° 4 y N° 7)

3.2. DIMENSIONES DE LAS TABLAS Y LAS PROBETAS UTILIZADAS

Dichas dimensiones se resumen en la siguiente tabla:

	Dimensiones (mm)			Sección Transversal
	Ancho	Espesor	Largo	(mm ²)
Flexión Estática de Tablas (MOE)	150	50	2800	7500
Flexión Estática de Tablas (MOR)	150	50	2800	7500
Compresión Paralela en Tablas (MOR)	50	75	300	3750
Flexión Estática Probetas (MOR)	25	25	400	625
Flexión Dinámica Probetas	20	20	300	400
Compresión Paralela en Probetas (MOR)	25	25	50	625
Compresión Perpendicular en Probetas (MOR)	25	25	50	625
Extracción de Clavos	50	50	120	2500
Dureza Janka	50	50	120	2500
Compresión Parcial	25	25	120	625
Esfuerzo Cortante	25	25	--	625 *

*: El valor de la sección transversal es fundamentalmente importante en el ensayo de esfuerzo cortante.

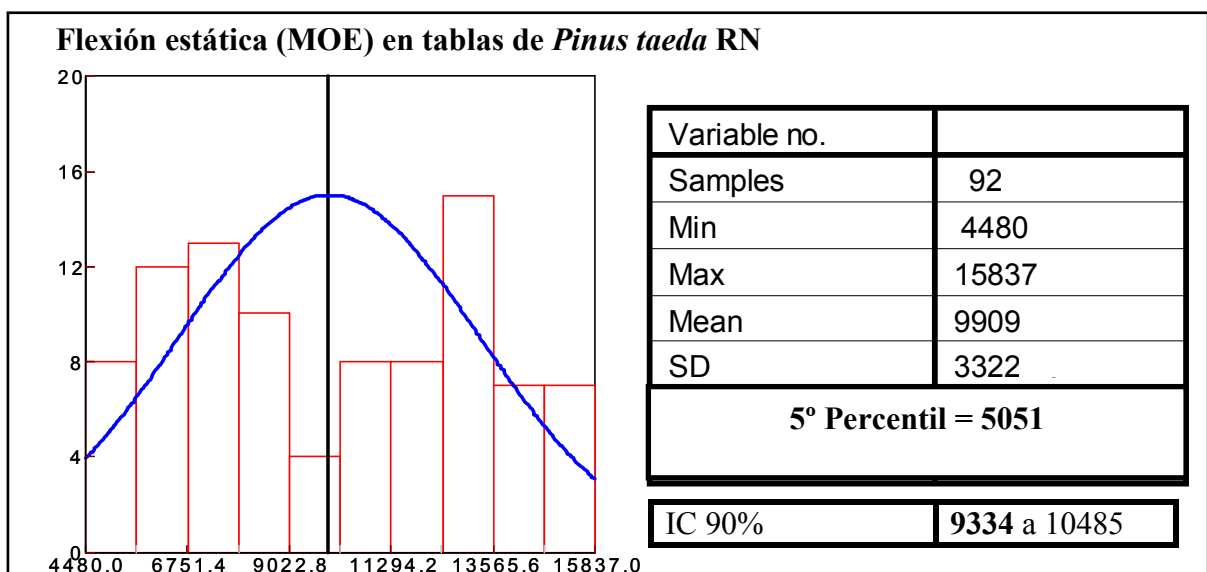
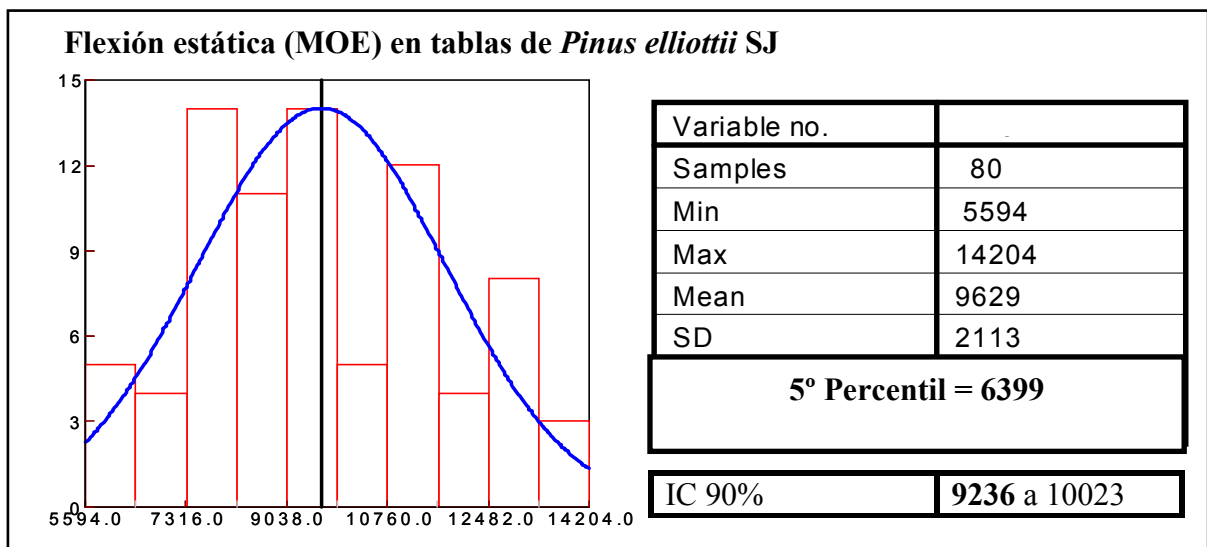
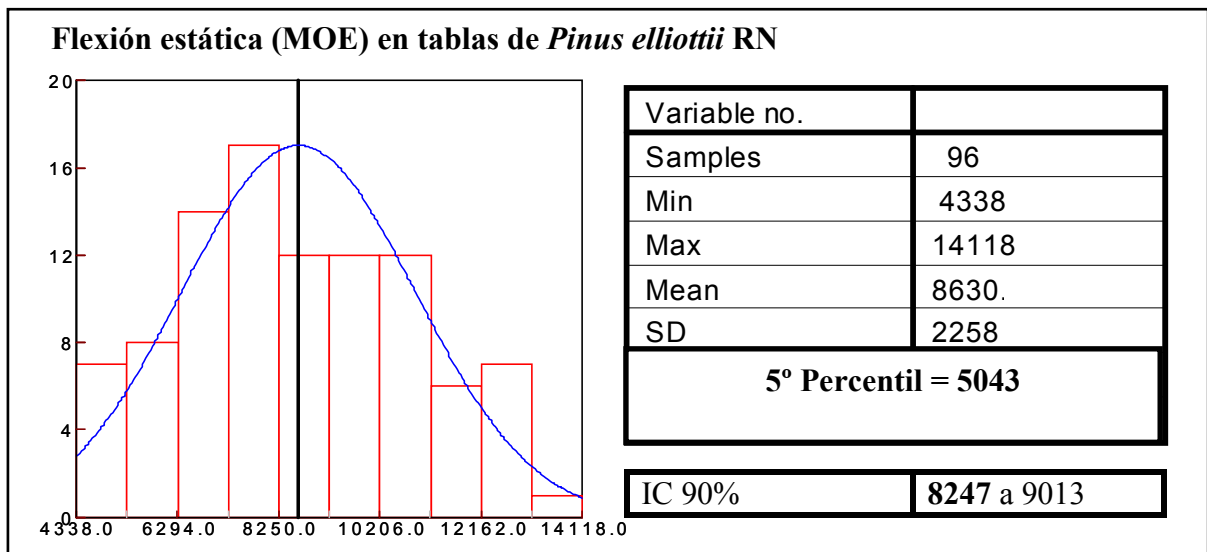
3.3. NORMAS DE ENSAYO UTILIZADAS EN ESTE ESTUDIO

Para este estudio se utilizaron las normas de ensayo que se describen en la siguiente tabla:

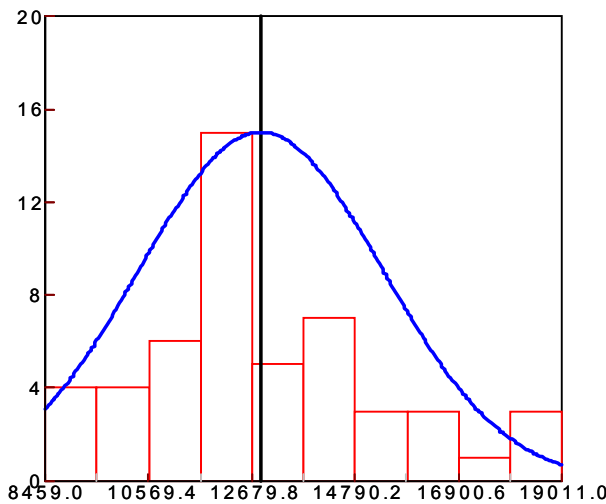
	NORMA UTILIZADA
Flexión Estática de Tablas (MOE)	ASTM D198-99
Flexión Estática de Tablas (MOR)	ASTM D198-99
Compresión Paralela en Tablas (MOR)	ASTM D198-99
Flexión Estática Probetas (MOR)	JIS Z 2101-1994 (JIS Z 2113)
Flexión Dinámica Probetas	JIS Z 2101-1994 (JIS Z 2116)
Compresión Paralela en Probetas (MOR)	JIS Z 2101-1994 (JIS Z 2111)
Compresión Perpendicular en Probetas (MOR)	JIS Z 2101-1994 (JIS Z 2111)
Extracción de Clavos	JIS Z 2101-1994
Dureza Janka	ASTM D 143-94
Compresión Parcial	JIS Z 2101-1994 (JIS Z 2111)
Corte Paralelo	JIS Z 2101-1994 (JIS Z 2114)

3.4. RESULTADOS SOBRE TABLAS DE TAMAÑO REAL

3.4.1. Módulo de Elasticidad (MOE) en tablas de tamaño real (MPa).



Flexión estática (MOE) en tablas de *E. grandis* RN

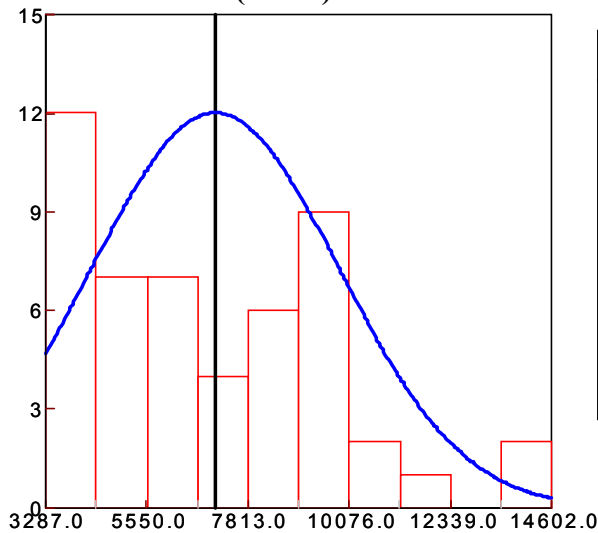


Variable no.	
Samples	51
Min	8459
Max	19011
Mean	12863
SD	2478

5° Percentil = 9151

IC 90% 12282 a 13445

Flexión estática (MOE) en tablas de *Pinus taeda* RV

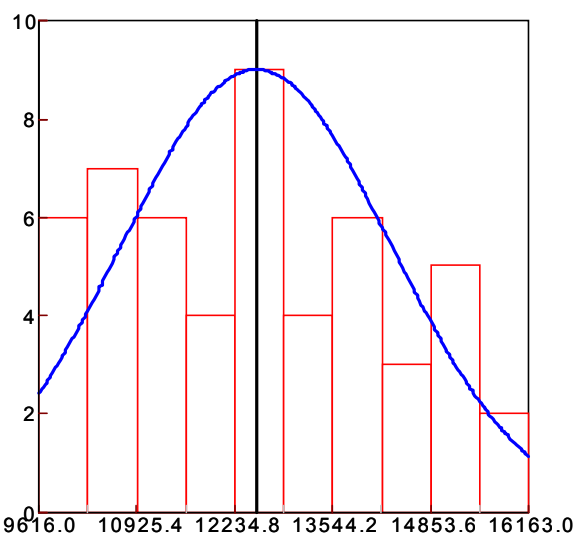


Variable no.	
Samples	50
Min	3287
Max	14602
Mean	7082
SD	2762

5° Percentil = 3545

IC 90% 6427 a 7737

Flexión estática (MOE) en tablas de *E. grandis* RV

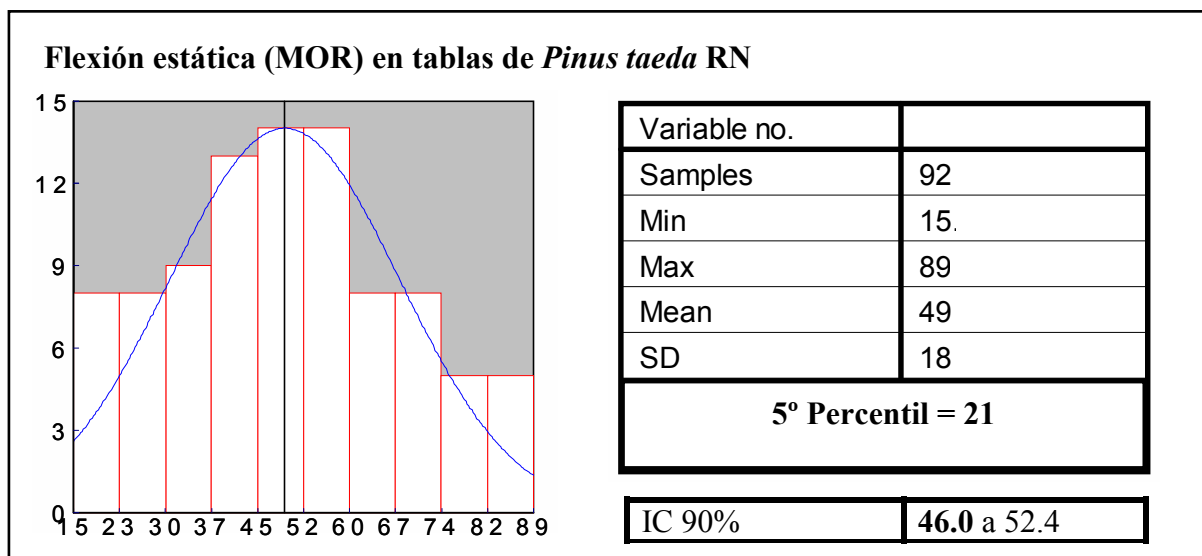
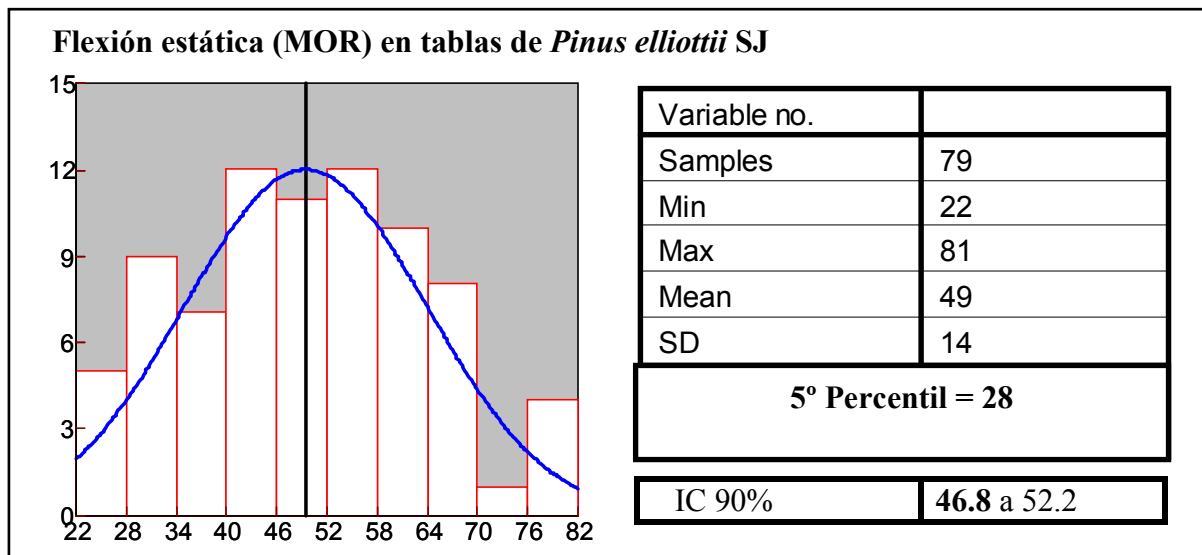
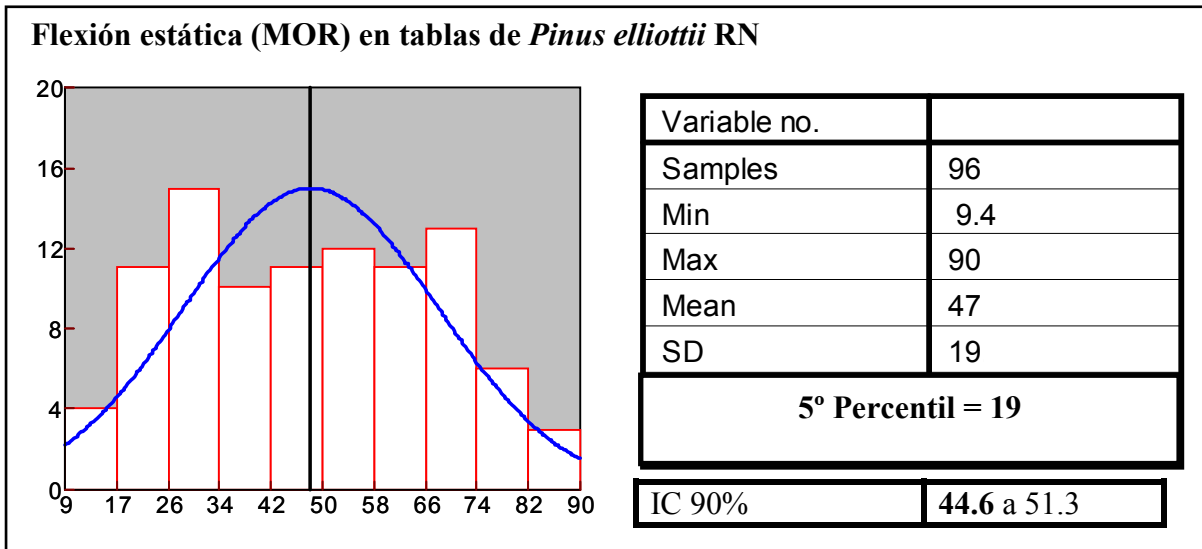


Variable no.	
Samples	52
Min	9616
Max	16163
Mean	12524.
SD	1790

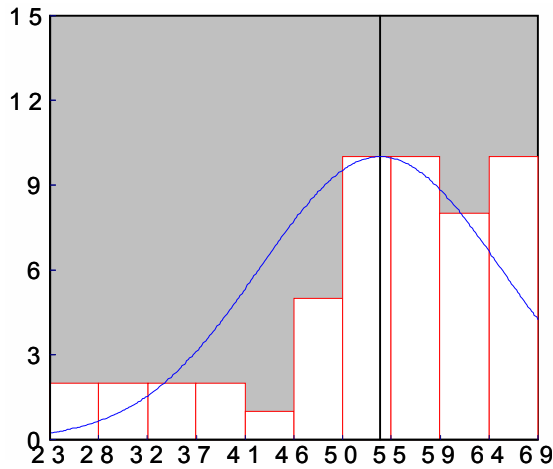
5° Percentil = 9782

IC 90% 12108 a 12940

3.4.2. Módulo de Rotura (MOR) en tablas de tamaño real (MPa).

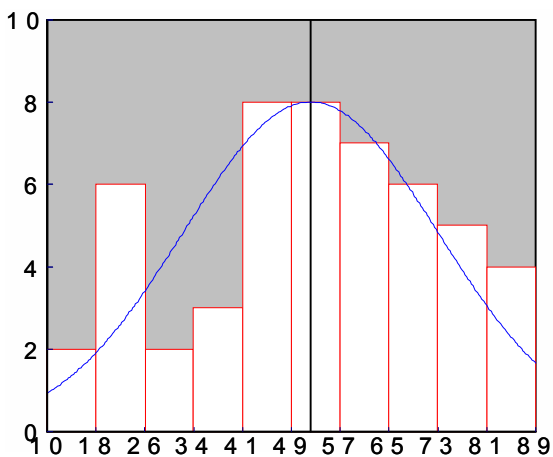


Flexión estática (MOR) en tablas de *E. grandis* RV



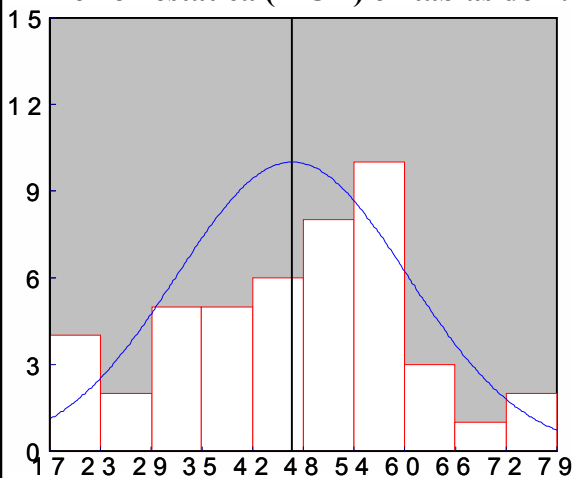
Variable no.	
Samples	52
Min	23.
Max	68.
Mean	53.
SD	11
5° Percentil = 30	
IC 90%	51.4 a 56.5

Flexión estática (MOR) en tablas de *E. grandis* RN



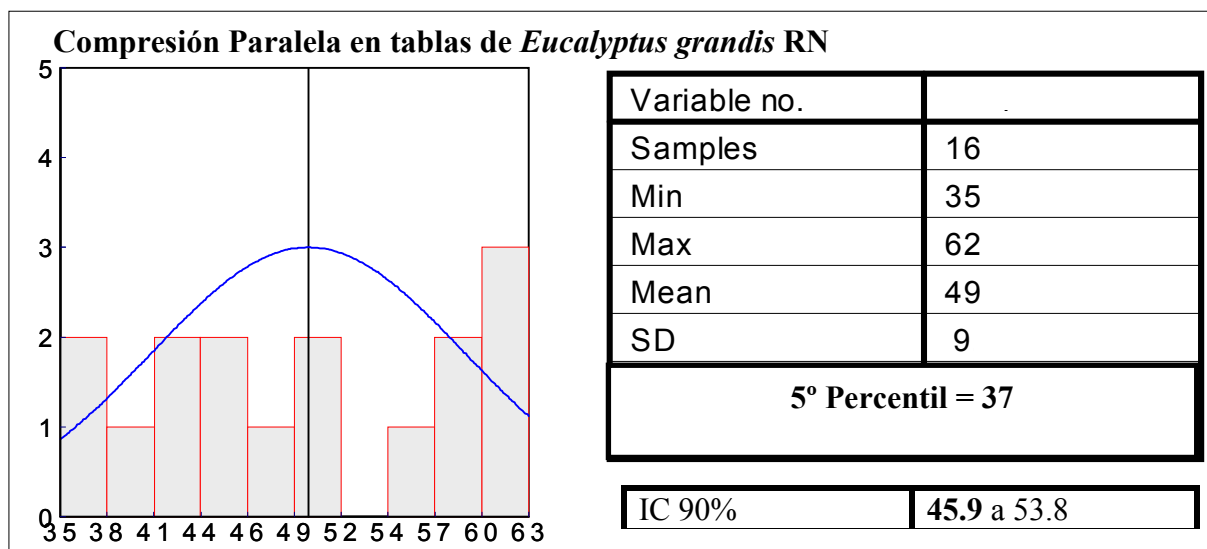
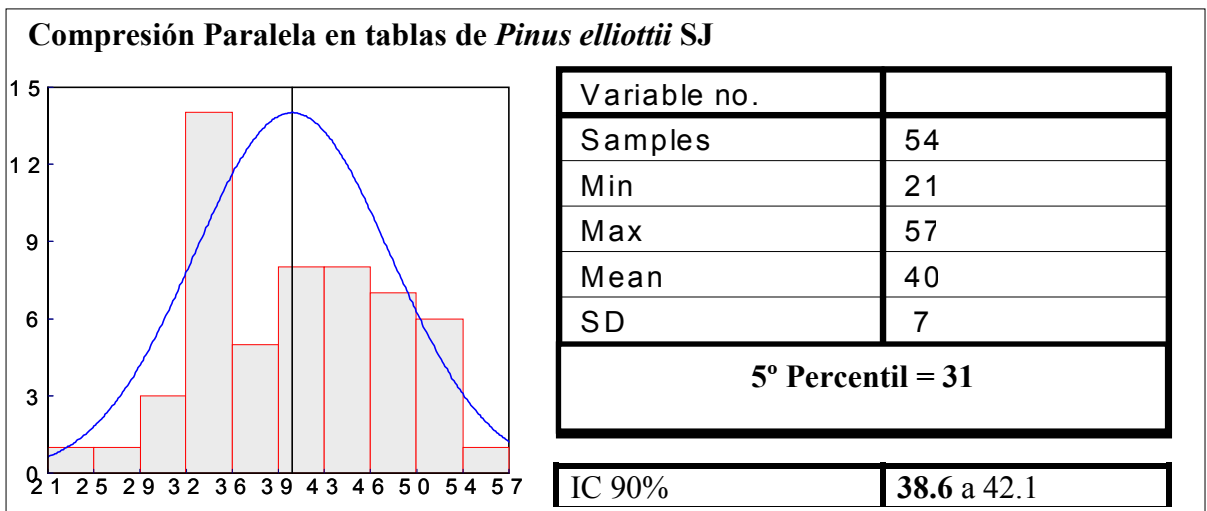
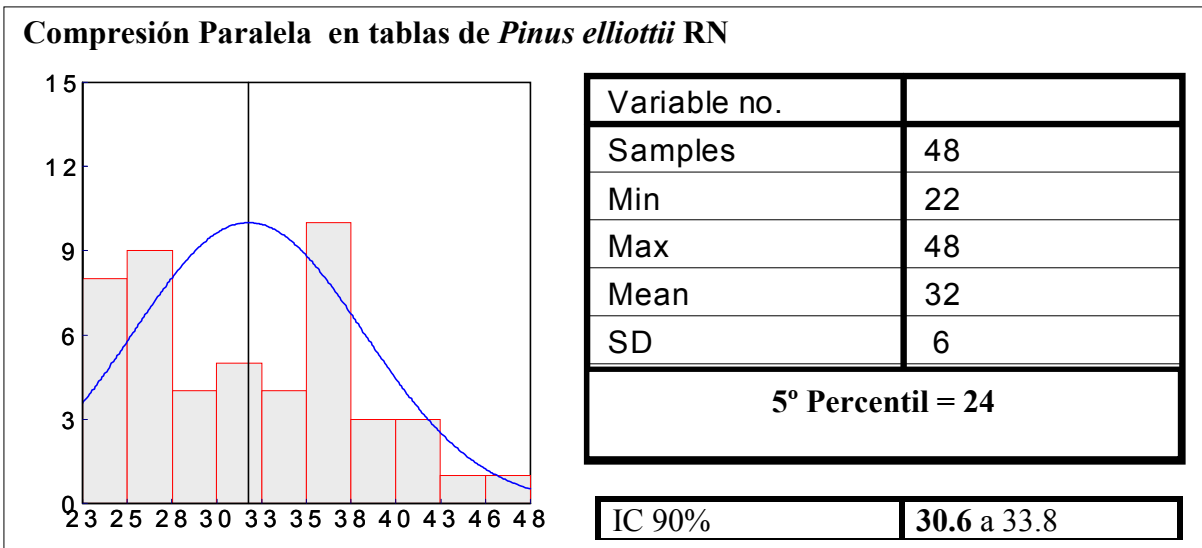
Variable no.	
Samples	51
Min	10.
Max	88.
Mean	52.
SD	20.
5° Percentil = 21	
IC 90%	47.6 a 57.1

Flexión estática (MOR) en tablas de *Pinus taeda* RV

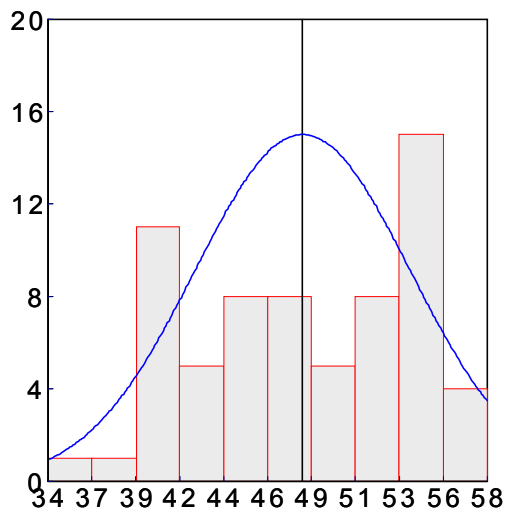


Variable no.	
Samples	46
Min	16
Max	78
Mean	46
SD	14
5° Percentil = 22	
IC 90%	42.9 a 49.8

3.4.3. Resistencia Máxima a la Compresión Paralela en tablas de tamaño real (MPa).



Compresión Paralela en tablas de *Eucalyptus grandis* RV

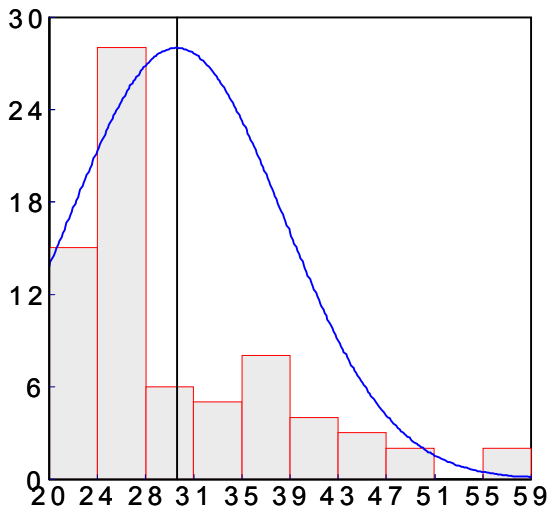


Variable no.	
Samples	66
Min	34
Max	57
Mean	48
SD	5.7

5° Percentil = 39

IC 90% **46.9 a 49.3**

Compresión Paralela en tablas de *Pinus taeda* RV

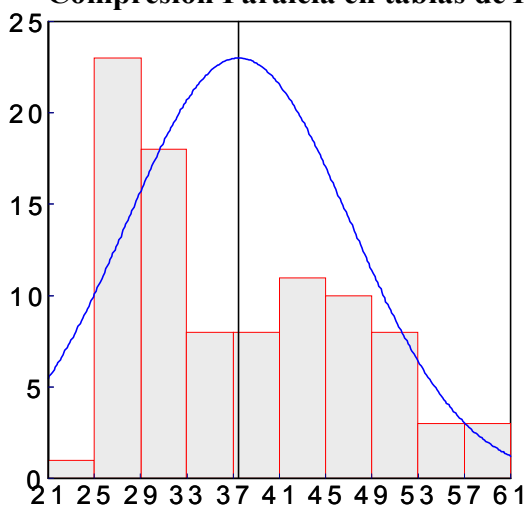


Variable no.	
Samples	73
Min	19
Max	58
Mean	30
SD	8.6

5° Percentil = 21

IC 90% **28.3 a 31.7**

Compresión Paralela en tablas de *Pinus taeda* RN

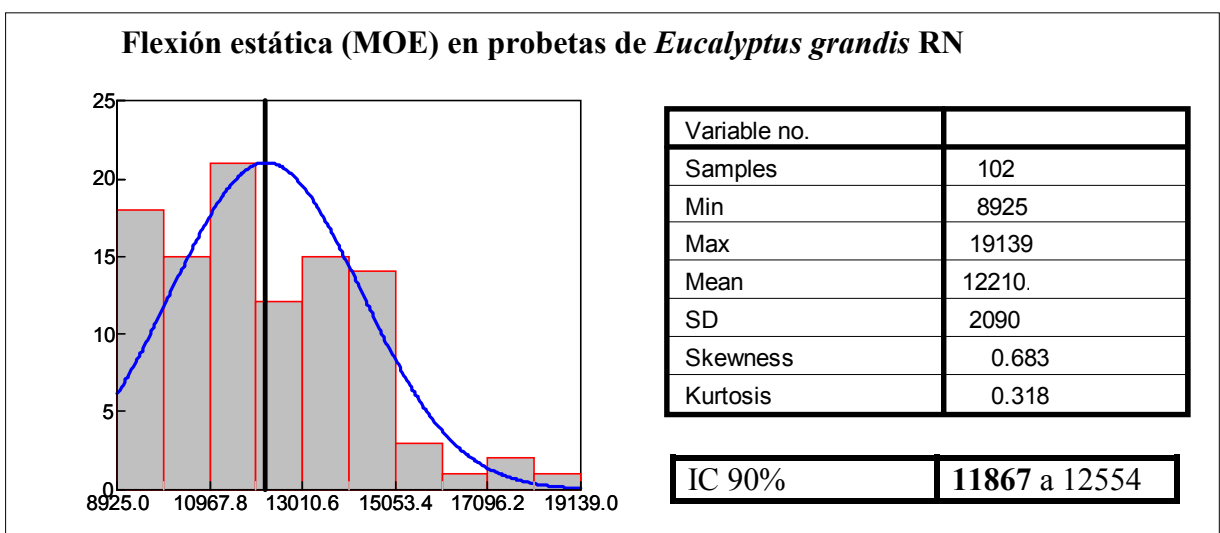
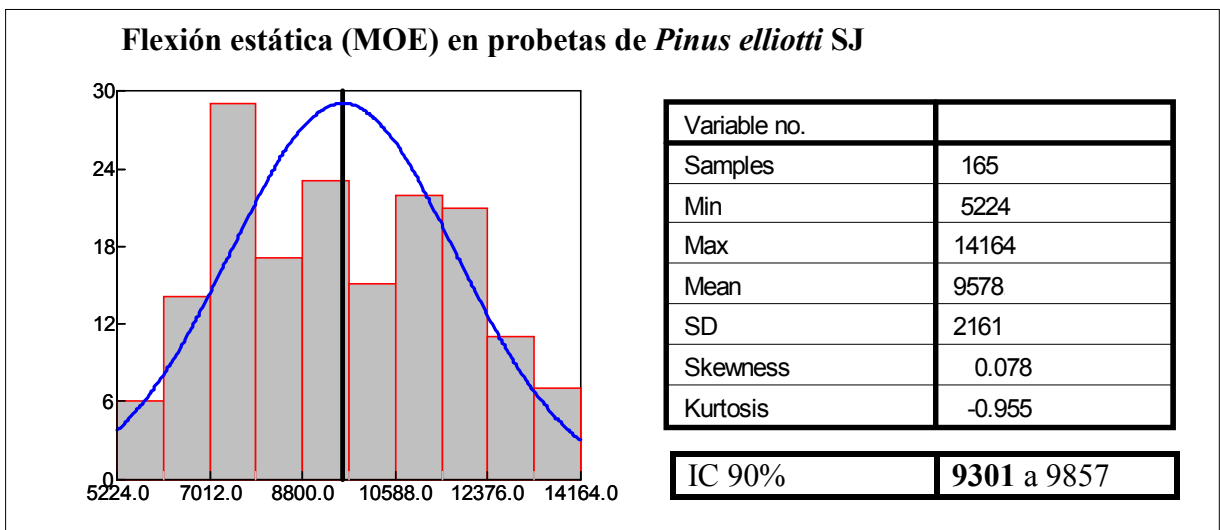
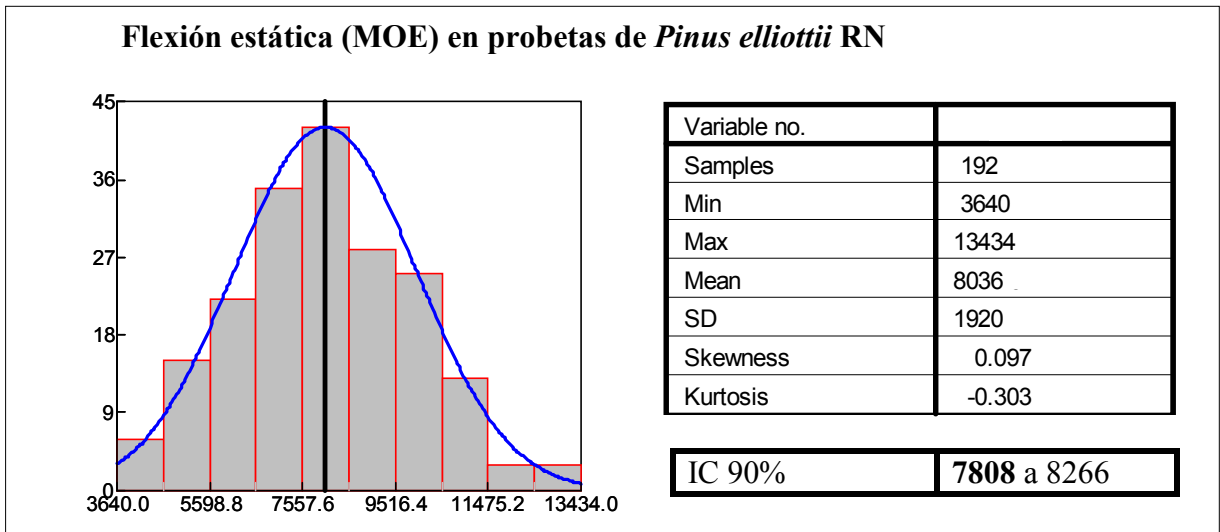


Variable no.	
Samples	93
Min	20
Max	61
Mean	37
SD	9.8
Skewness	0.516
Kurtosis	-0.763

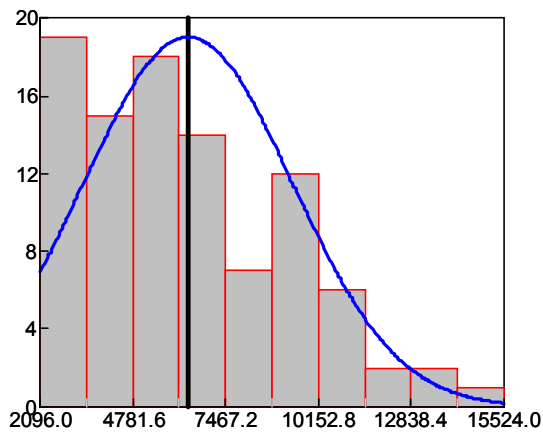
IC 90% **35.7 a 39.1**

3.5. RESULTADOS SOBRE PEQUEÑAS PROBETAS LIBRES DE DEFECTOS.

3.5.1. Módulo de Elasticidad (MOE) pequeñas probetas (MPa).



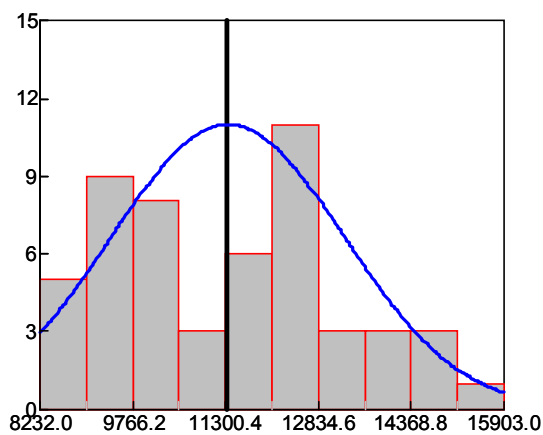
Flexión estática (MOE) en probetas de *Pinus taeda* RV



Variable no.	
Samples	96
Min	2096
Max	15524
Mean	6380
SD	3016
Skewness	0.686
Kurtosis	-0.030

IC 90% **5869 a 6892**

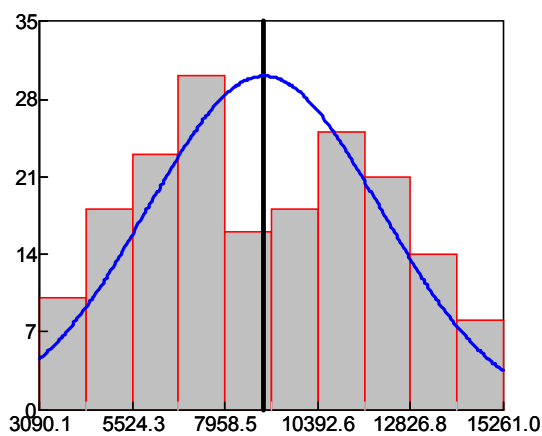
Flexión estática (MOE) en probetas de *Eucalyptus grandis* RV



Variable no.	
Samples	52
Min	8232
Max	15903
Mean	11338
SD	1915
Skewness	0.315
Kurtosis	-0.713

IC 90% **10894 a 11784**

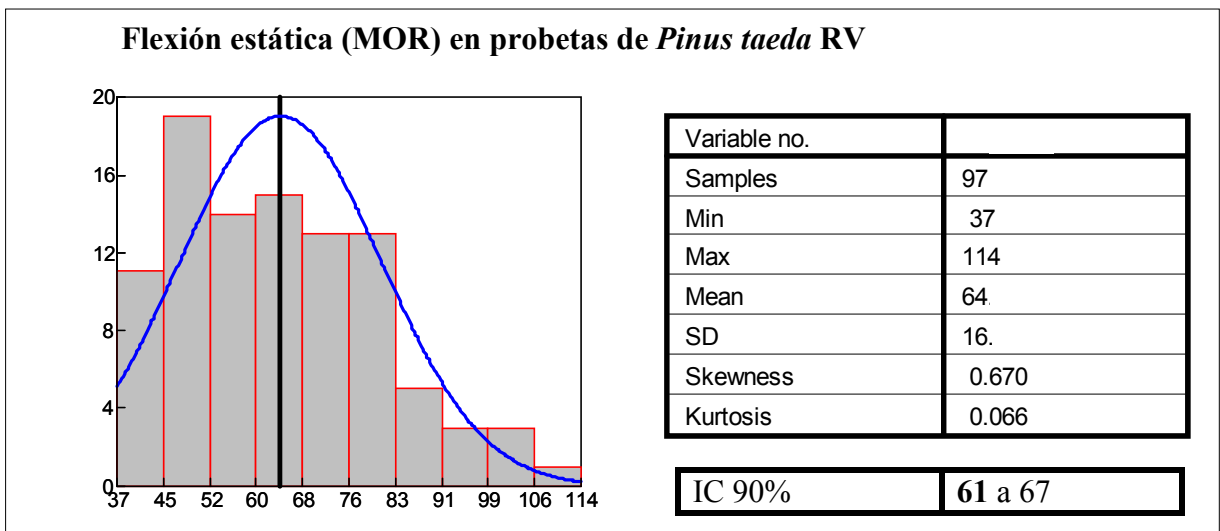
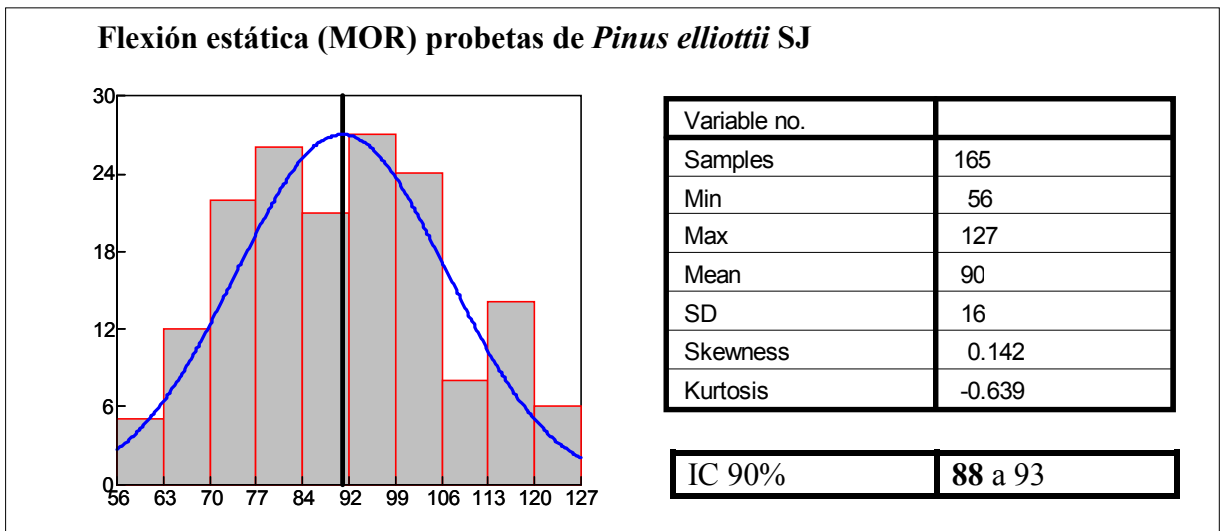
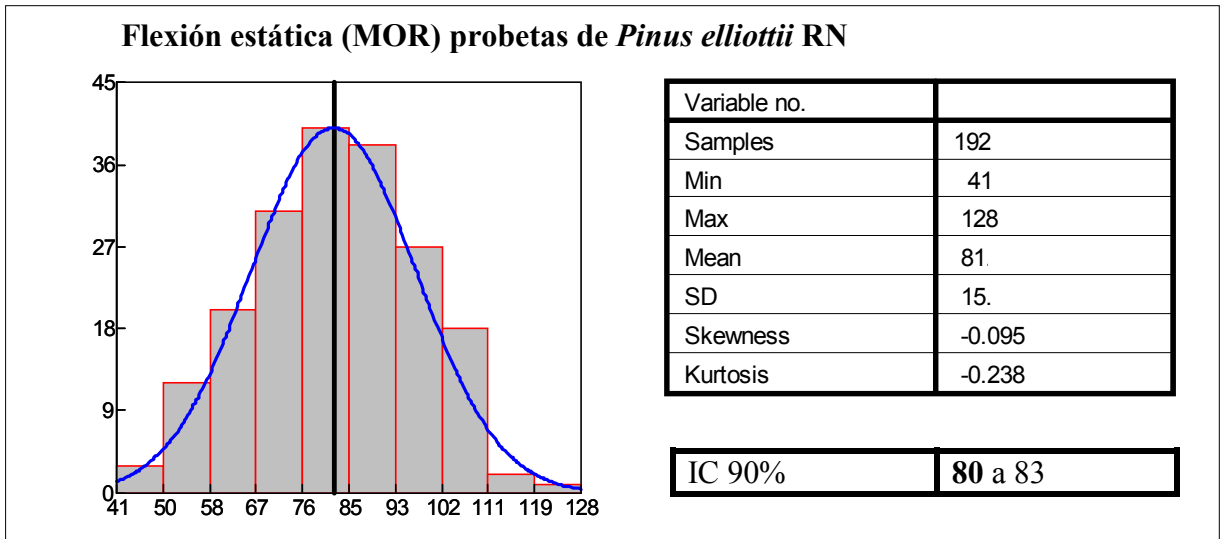
Flexión estática (MOE) en probetas de *Pinus taeda* RN



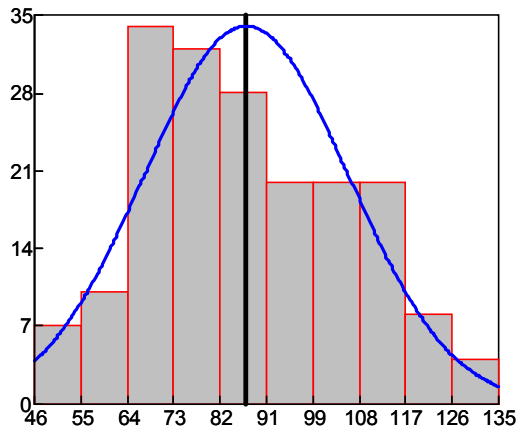
Variable no.	
Samples	183
Min	3090
Max	15261
Mean	8982
SD	3039
Skewness	0.056
Kurtosis	-1.025

IC 90% **8611 a 9354**

3.5.2. Módulo de Rotura (MOR) de pequeñas probetas (MPa).



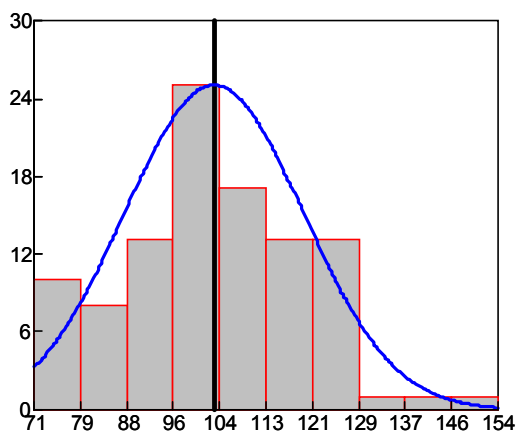
Flexión estática (MOR) en probetas de *Pinus taeda* RN



Variable no.	
Samples	183
Min	46
Max	135
Mean	86.
SD	19.
Skewness	0.265
Kurtosis	-0.706

IC 90%	87 a 89
--------	----------------

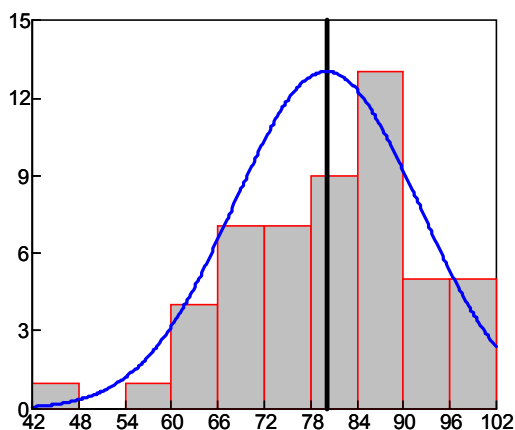
Flexión estática (MOR) en probetas de *Eucalyptus grandis* RN



Variable no.	
Samples	102
Min	71
Max	154
Mean	103.
SD	16
Skewness	0.204
Kurtosis	0.042

IC 90%	101 a 106
--------	------------------

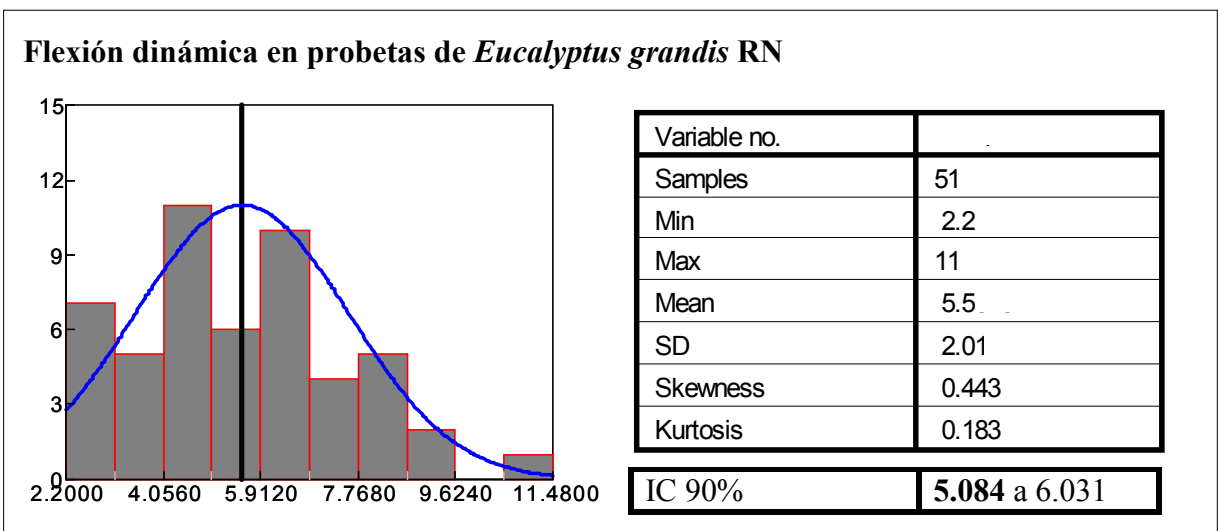
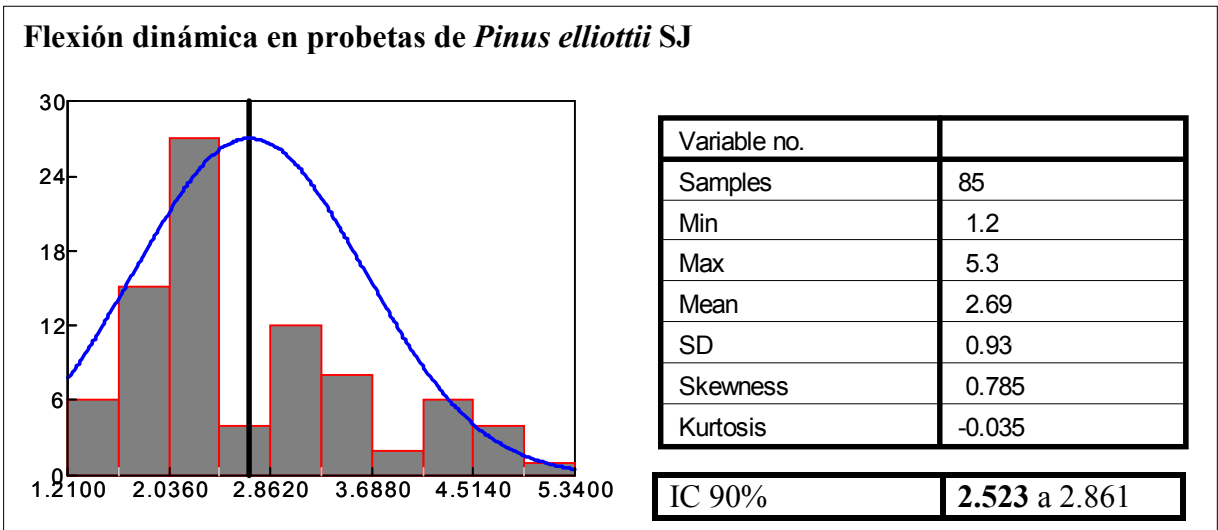
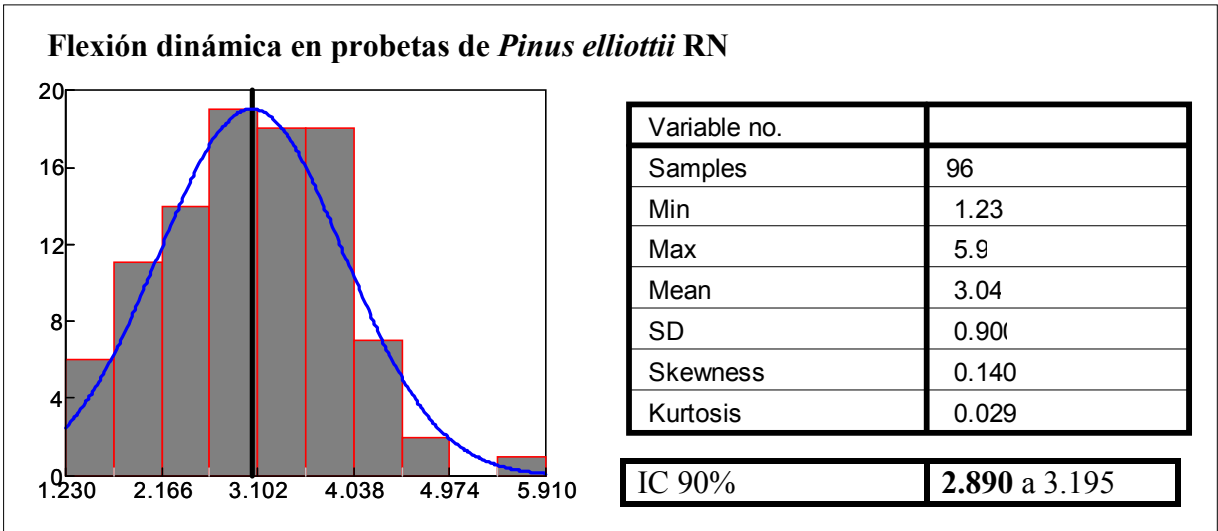
Flexión estática (MOR) en probetas de *Eucalyptus grandis* RV



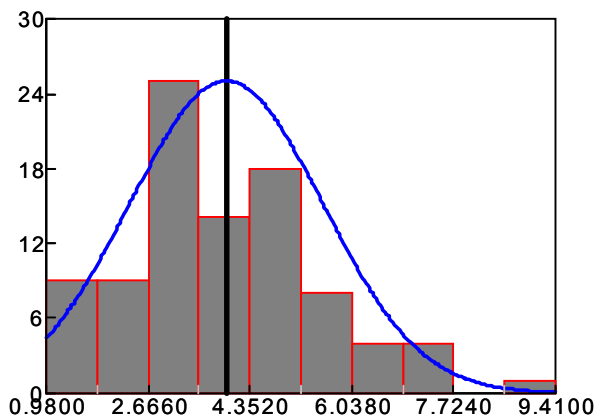
Variable no.	
Samples	52
Min	42
Max	102
Mean	80.
SD	11
Skewness	-0.607
Kurtosis	0.709

IC 90%	77 a 83
--------	----------------

3.5.3. Flexión Dinámica de pequeñas probetas (J/cm²).



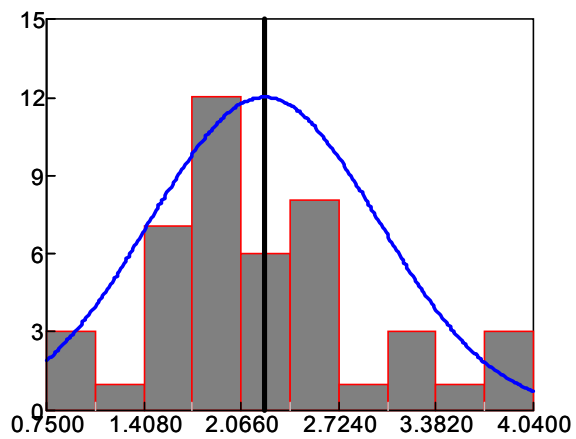
Flexión dinámica en probetas de *Pinus taeda* RN



Variable no.	-
Samples	92
Min	0.98
Max	9.41
Mean	3.95
SD	1.59
Skewness	0.666
Kurtosis	0.591

IC 90%	3.682 a 4.237
--------	----------------------

Flexión dinámica en probetas de *Pinus taeda* RV

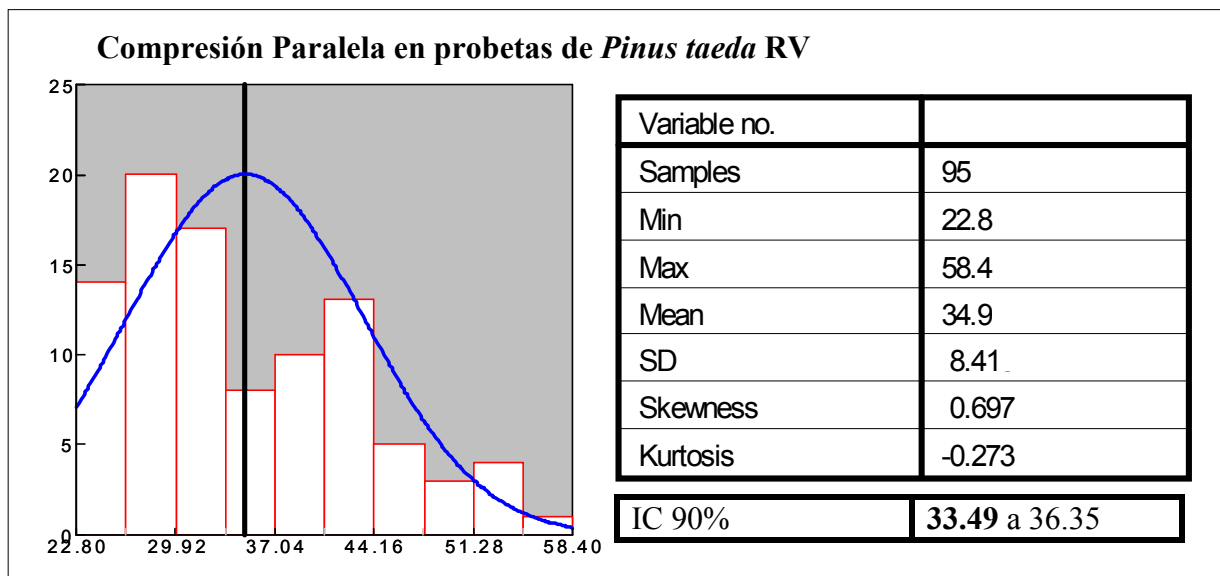
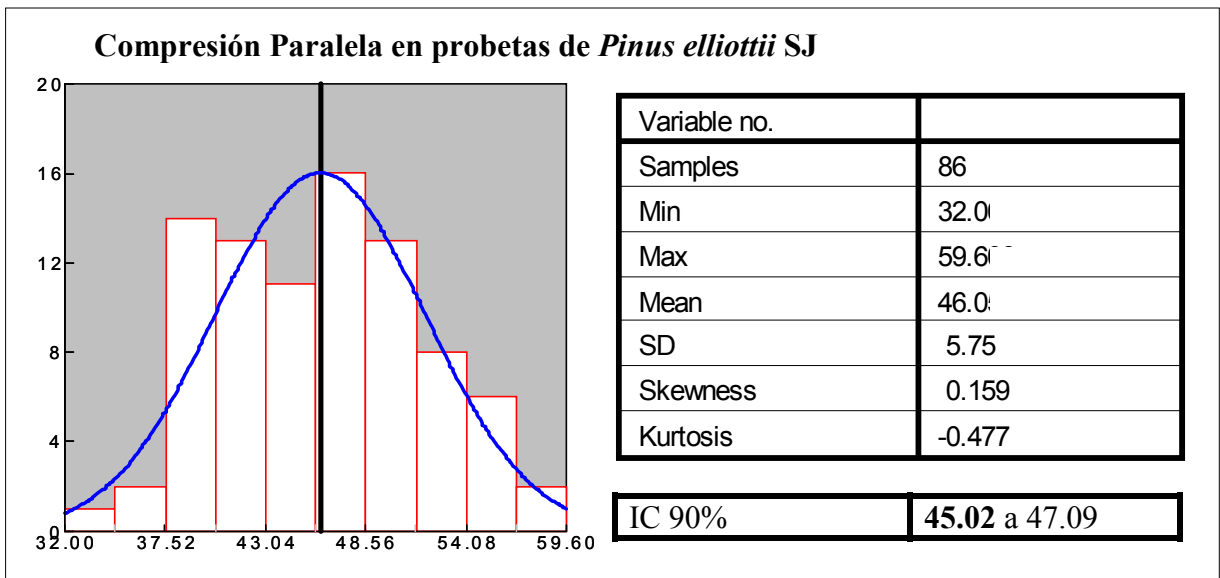
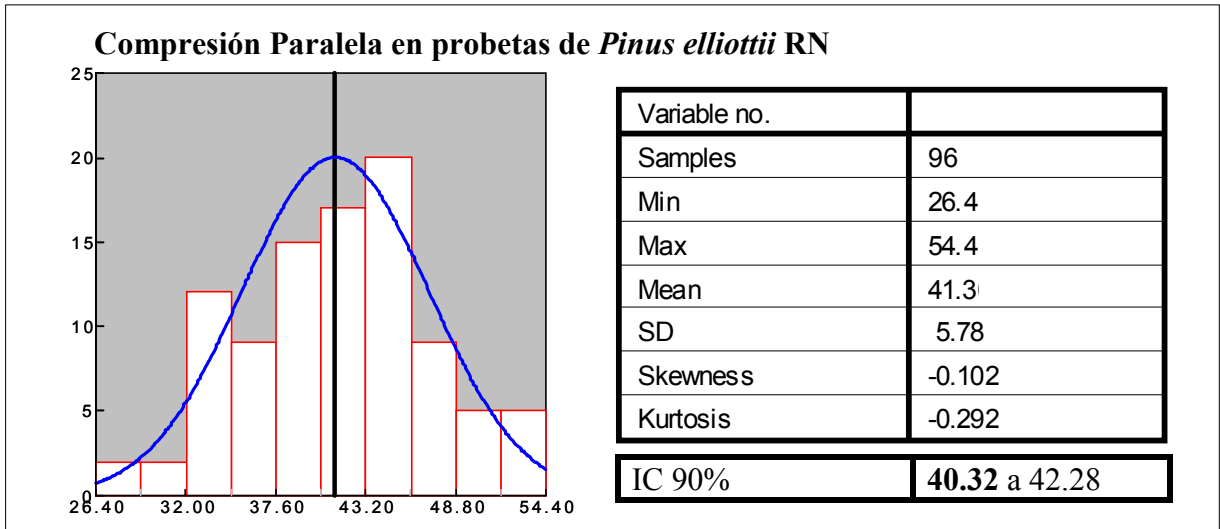


Variable no.	
Samples	45
Min	0.750
Max	4.04
Mean	2.22
SD	0.76
Skewness	0.561
Kurtosis	0.221

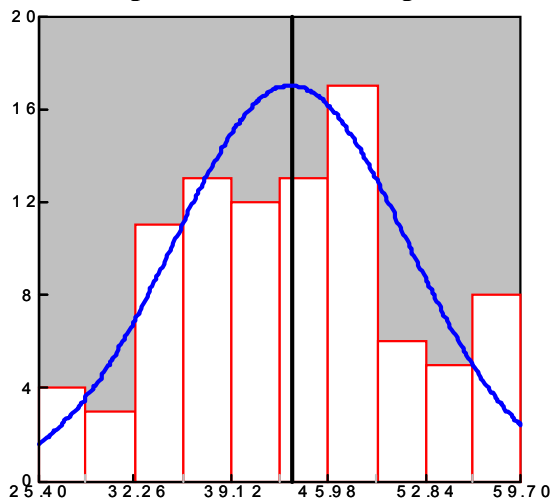
IC 90%	2.030 a 2.414
--------	----------------------

Nota: no se ensayó flexión dinámica en probetas de *Eucalyptus grandis* de Rivera

3.5.4. Resistencia Máxima a la Compresión Paralela de pequeñas probetas (MPa).



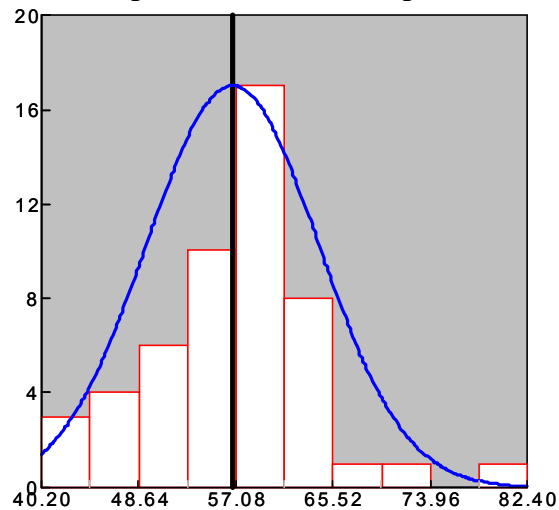
Compresión Paralela en probetas de *Pinus taeda* RN



Variable no.	
Samples	92
Min	25.4
Max	59.7
Mean	43.3
SD	8.25
Skewness	0.074
Kurtosis	-0.592

IC 90%	41.90 a 44.76
--------	---------------

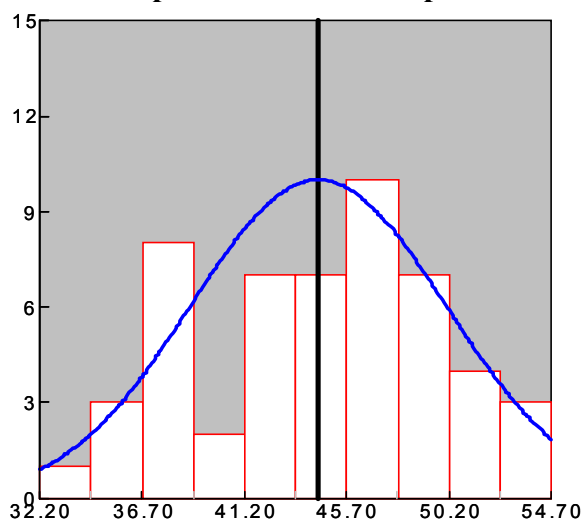
Compresión Paralela en probetas de *Eucalyptus grandis* RN



Variable no.	
Samples	51
Min	40.2
Max	82.4
Mean	56.8
SD	7.45
Skewness	0.380
Kurtosis	2.169

IC 90%	55.05 a 58.55
--------	---------------

Compresión Paralela en probetas de *Eucalyptus grandis* RV

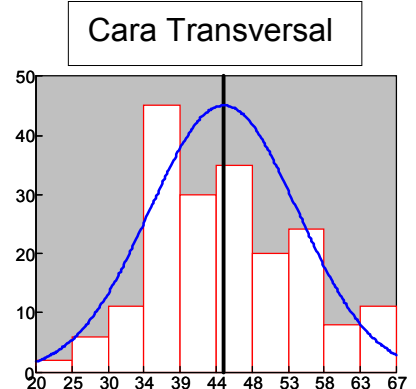
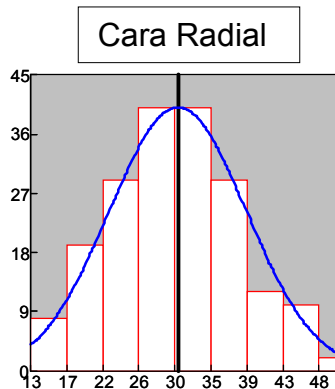
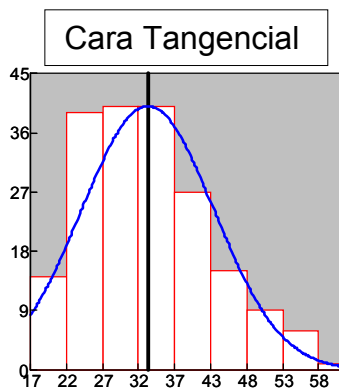


Variable no.	
Samples	52
Min	32.2
Max	54.7
Mean	44.4
SD	5.58
Skewness	-0.169
Kurtosis	-0.709

IC 90%	43.15 a 45.75
--------	---------------

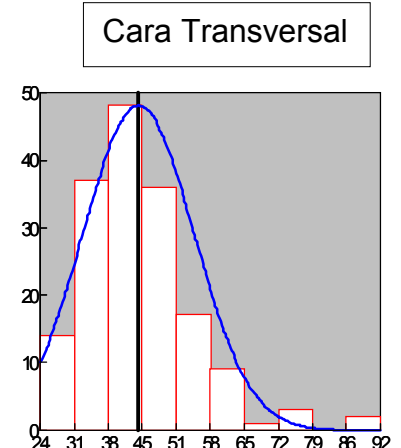
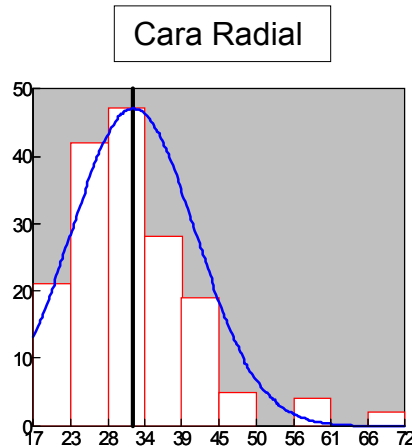
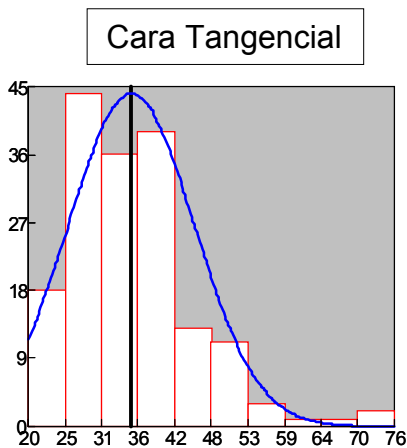
3.5.5. Dureza Janka de pequeñas probetas (MPa).

Dureza Janka en probetas de *Pinus elliottii* de RN



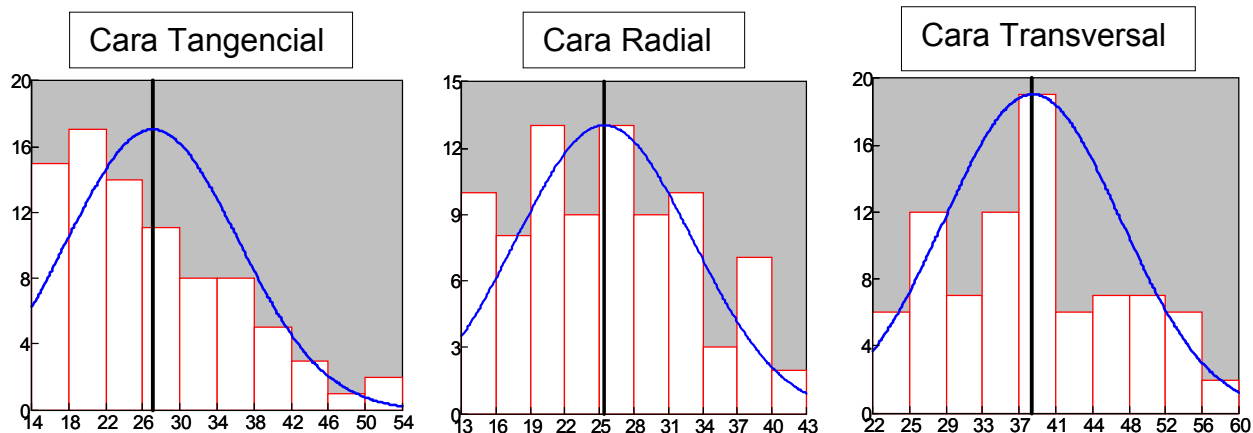
PE RN	Cara Tangencial	Cara Radial	Cara Transversal
Samples	192	192	192
Min	16.7	12.7	20.3
Max	68.7	56.6	67.2
Mean	33.6	30.7	44.7
SD	0.956	0.834	0.963
Skewness	0.762	0.326	0.277
Kurtosis	0.467	0.167	-0.483
IC 90%	32.5 a 34.7	29.7 a 31.7	43.6 a 45.9

Dureza Janka en probetas de *Pinus elliottii* de SJ



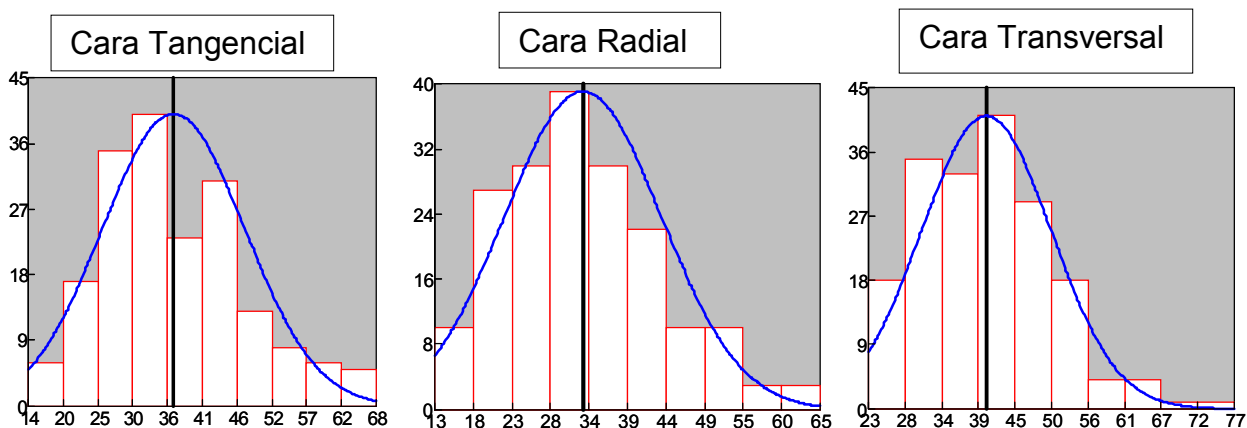
PE SJ	Cara Tangencial	Cara Radial	Cara Transversal
Samples	168	168	167
Min	19.7	17.5	24.2
Max	75.7	71.9	92.3
Mean	35.4	32.1	43.9
SD	9.63	9.16	11.12
Skewness	1.23	1.40	1.34
Kurtosis	2.54	3.58	3.44
IC 90%	34.2 a 36.7	30.92 a 33.3	42.5 a 45.3

Dureza Janka en probetas de *Pinus taeda* de RV



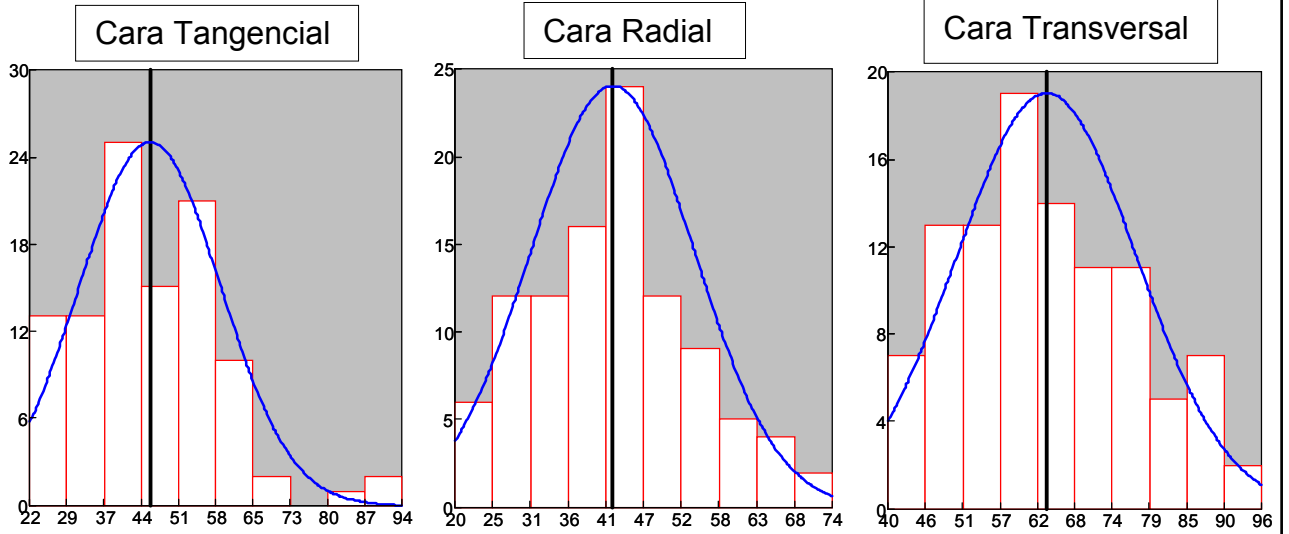
PT RV	Cara Tangencial	Cara Radial	Cara Transversal
Samples	84	84	84
Min	14.1	12.6	21.6
Max	54.1	43.2	59.7
Mean	27.2	25.3	38.2
SD	9.21	7.79	9.18
Skewness	0.783	0.296	0.177
Kurtosis	0.080	-0.735	-0.712
IC 90%	25.5 a 28.83	23.85 a 26.68	36.56 a 39.89

Dureza Janka en probetas de *Pinus taeda* de RN



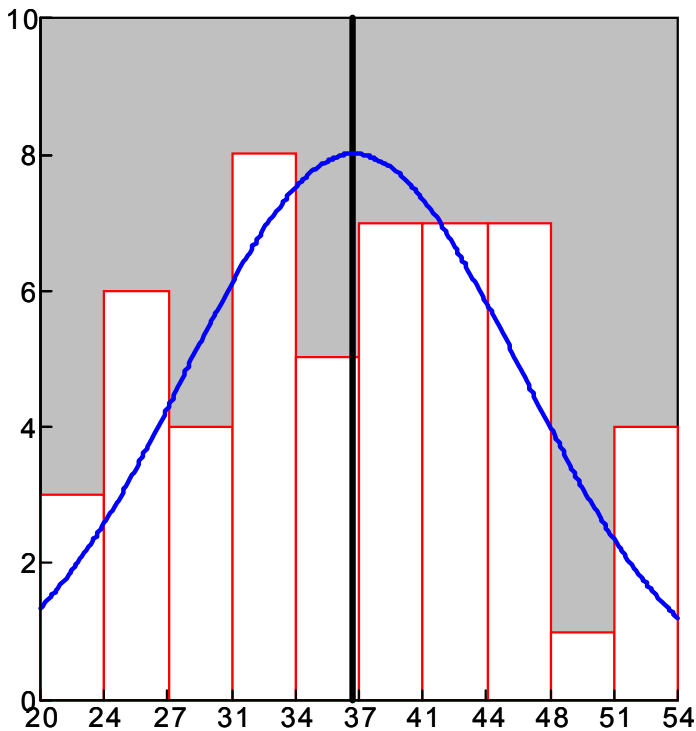
PT RN	Cara Tangencial	Cara Radial	Cara Transversal
Samples	184	184	184
Min	14.3	12.7	23.0
Max	67.5	65.2	77.4
Mean	36.5	32.8	40.5
SD	10.90	10.70	9.67
Skewness	0.659	0.539	0.657
Kurtosis	0.075	-0.045	0.501
IC 90%	35.18 a 37.83	31.53 a 34.14	39.31 a 41.66

Dureza Janka en probetas de *E. grandis* de RN



EG RN	Cara Tangencial	Cara Radial	Cara Transversal
Samples	102	102	102
Min	22.3	19.8	40.1
Max	94.1	73.7	95.8
Mean	45.5	42.3	63.7
SD	13.5	11.7	13.4
Skewness	0.802	0.303	0.299
Kurtosis	1.426	-0.197	-0.631
IC 90%	43.3 a 47.7	40.4 a 44.25	61.52 a 65.94

Dureza Janka en probetas de *E. grandis* de RV

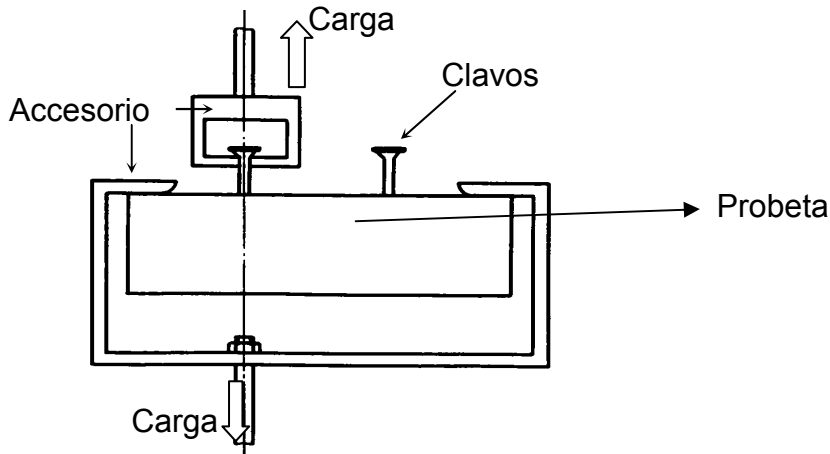


EG RV	Cara Tangencial
Samples	52
Min	20.4
Max	54.5
Mean	37.1
SD	8.9
Skewness	0.032
Kurtosis	-0.811
IC 90%	35.1 a 39.2

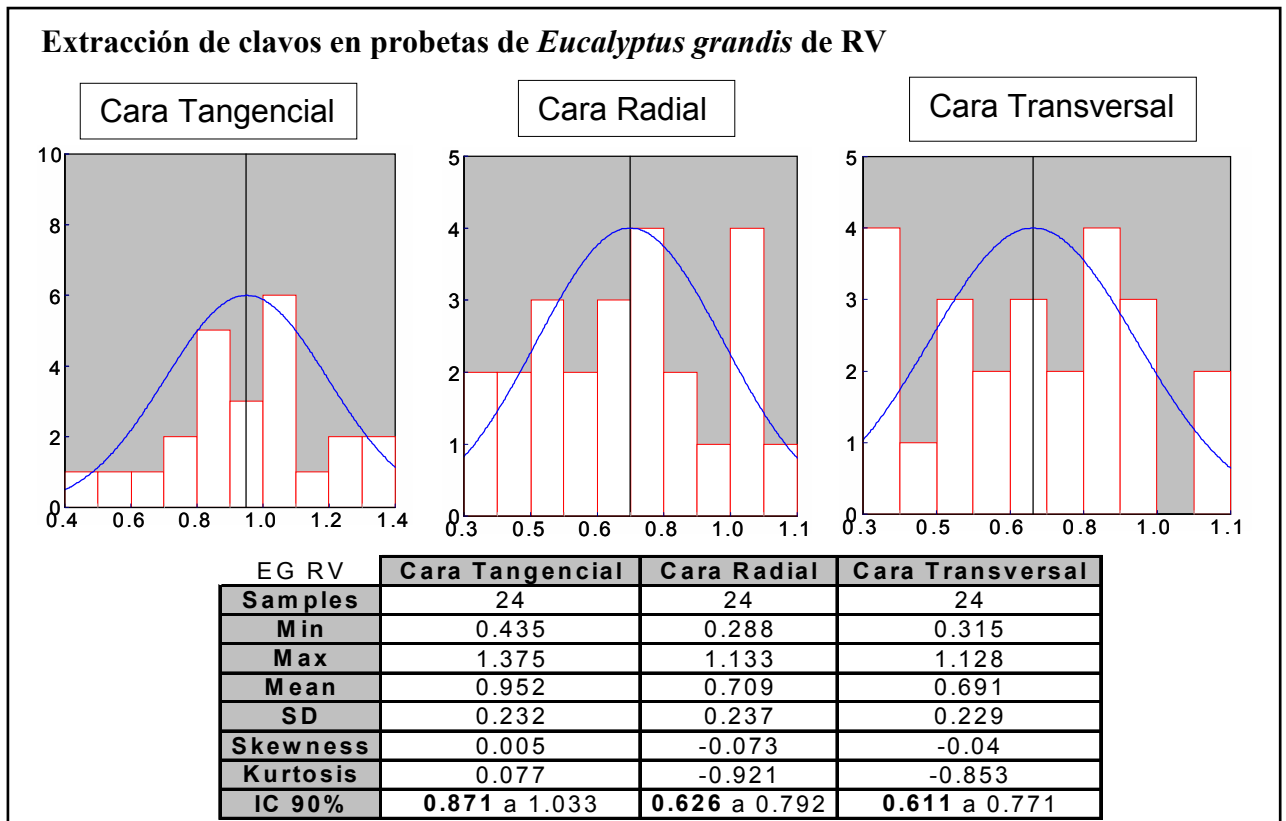
3.5.6. Resultados parciales de otros ensayos realizados.

3.5.6.1. Extracción de clavos (kN)

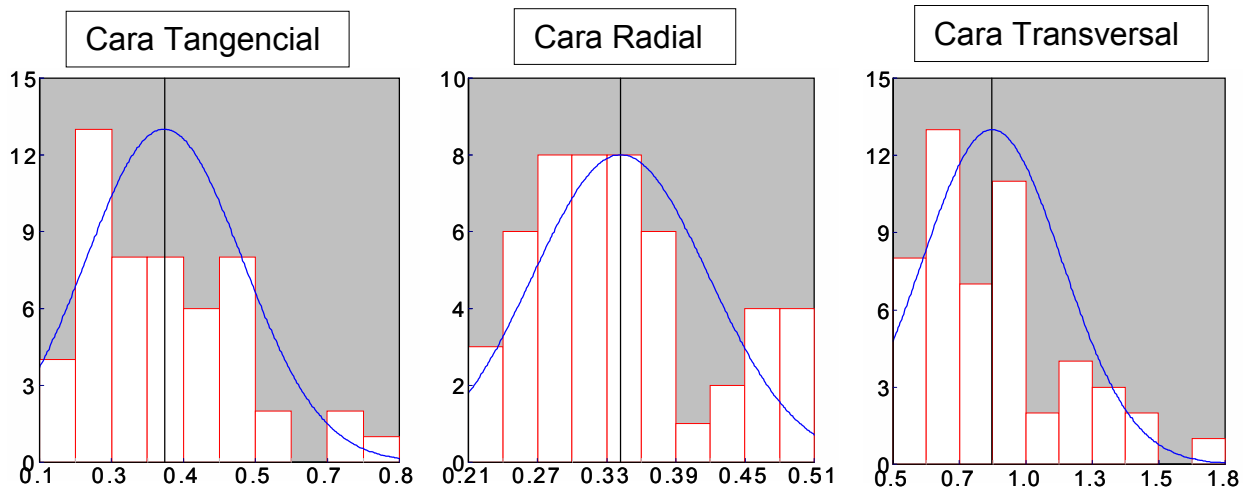
A continuación se presenta un esquema del ensayo de extracción de clavos, observándose el accesorio utilizado.



Algunos de los resultados obtenidos se presentan en los siguientes cuadros:



Extracción de clavos en probetas de *Pinus elliottii* de RN



PT RV	Cara Tangencial	Cara Radial	Cara Transversal
Samples	52	50	51
Min	0.140	0.211	0.482
Max	0.823	0.507	1.77
Mean	0.377	0.341	0.867
SD	0.149	0.0754	0.272
Skewness	0.878	0.593	1.116
Kurtosis	0.643	-0.392	1.321
IC 90%	0.342 a 0.411	0.324 a 0.359	0.803 a 0.931

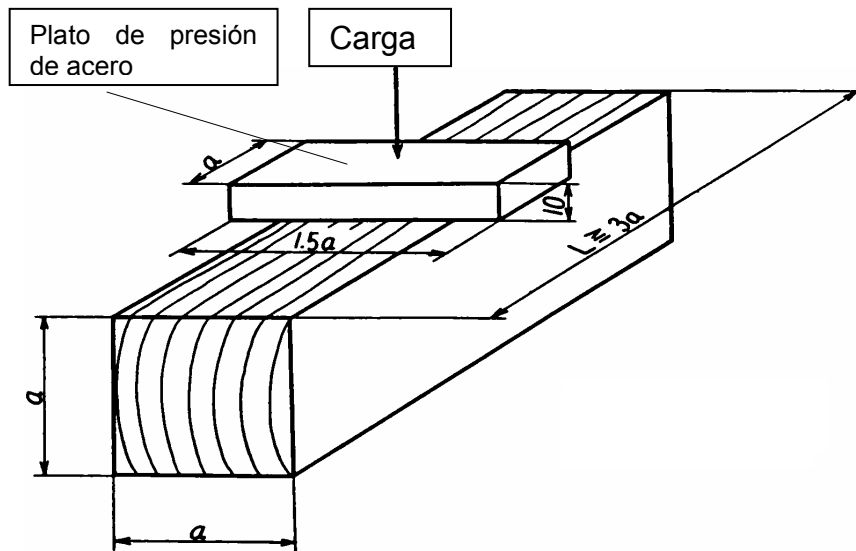
3.5.6.2. Compresión Perpendicular a las fibras en pequeñas probetas (MPa)

En este ensayo, debido a que el número de muestras es muy pequeño (y no se observa una distribución normal), no se muestran ni las gráficas, ni algunos de los parámetros estadísticos que se presentaron en otras propiedades. A modo de información general, se presenta una tabla resumida con los resultados obtenidos.

	Compresión Perpendicular a las fibras (MPa)			
	<i>Eucalyptus grandis</i> RV		<i>Pinus elliottii</i> RN	
	Cara Tangencial	Cara Radial	Cara Tangencial	Cara Radial
Samples	17	6	6	8
Min	3.4	3.6	4.9	3.6
Max	6.6	7.2	9.4	9.0
Mean	4.7	5.5	7.4	5.5
SD	1.0	1.3	1.8	1.8

3.5.6.3. Compresión perpendicular parcial en cara tangencial y radial (MPa)

A continuación se presenta un esquema del ensayo de compresión perpendicular parcial sobre cara radial.

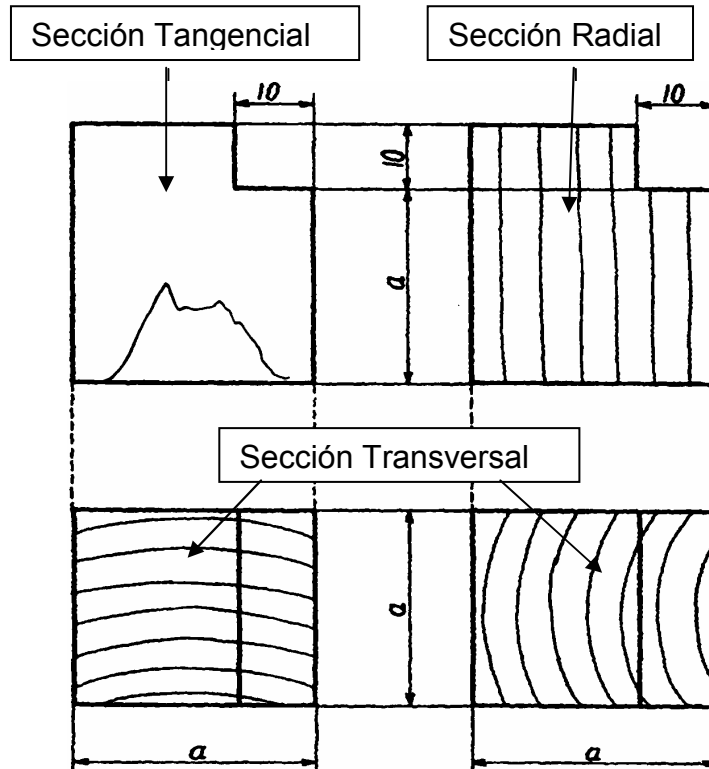


Al igual que en compresión perpendicular, en este ensayo se presenta una tabla resumida de los resultados obtenidos. El resultado de resistencia máxima se calcula con la carga para un 5% de deformación en el espesor de la probeta

	Compresión Perpendicular Parcial (MPa)			
	<i>Eucalyptus grandis</i> RV		<i>Pinus elliottii</i> RN	
	Cara Tangencial	Cara Radial	Cara Tangencial	Cara Radial
Samples	11	13	14	14
Min	9.4	6.7	6.3	7.5
Max	17.2	20.7	12.8	14.3
Mean	12.8	12.1	9.5	12.8
SD	2.6	4.1	1.7	2.6

3.5.6.4. Corte Paralelo en cara tangencial y en cara radial (MPa)

A continuación se presenta un esquema de las probetas utilizadas para el ensayo de corte paralelo:



Algunos resultados obtenidos:

	Corte Paralelo (MPa)			
	<i>Eucalyptus grandis</i> RV		<i>Pinus elliottii</i> RN	
	Cara Tangencial	Cara Radial	Cara Tangencial	Cara Radial
Samples	17	10	24	25
Min	9.2	7.3	6.0	4.6
Max	16.2	11.2	16.3	11.9
Mean	12.1	8.5	10.4	9.7
SD	2.2	1.1	2.6	1.7

4. TABLA PARA CONVERSIÓN DE UNIDADES

A continuación se presenta un tabla de conversión de unidades para transformar los resultados que se presentan en este informe a otras unidades.

DE:	A:	Factor
Pascal (Pa)	kgf/cm²	1,0197E-05
Mega Pascal (MPa)	kgf/cm²	10,1972
Joule (J)	kgf.m/cm²	0,1020
Newton (N)	kgf	0,1020
g/cm³	lbs/ft³	62,4280
Pascal (Pa)	lbs/in²(psi)	1,450E-04
Mega Pascal (MPa)	lbs/in²(psi)	1,450E+02
Solo para Dureza Janka		
Mega Pascal (MPa)	kN	0,1000
Mega Pascal (MPa)	kgf	10,1972

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGRICULTURE HANDBOOK 72; *Wood Handbook*, Wood as an engineering material, USDA, 1999.
2. ANNUAL BOOK OF ASTM STANDARDS 2000. Volume 04-10, Wood. American Society for Testing and Materials, 2000: 708 p.
3. JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD; JIS Z 2101, JIS Z 2111 JIS Z 2113 JIS Z 2114 JIS Z 2116, Japanese Standard Association.
4. PÉREZ del CASTILLO, A. / Módulo de Elasticidad Y Módulo de Rotura en Tablas de Tamaño Real de *Pinus elliottii* del Sur de Uruguay; Informe de Investigación N°7, LATU-JICA, 2001: 35p.
5. PÉREZ del CASTILLO, A. / Propiedades Mecánicas y Calidad de Madera de *Eucalyptus grandis* del Norte de Uruguay; Informe de Investigación N°4, LATU-JICA, 2001: 35p.
6. PÉREZ FAVARO, A.; DE CASTRO, R.; OHTA, S./ Ensayos de propiedades mecánicas de *Pinus taeda* por seis métodos no destructivos, Informe de Investigación N°1, LATU-JICA LATU, 2000: 24 p.
7. TUSET, R.; DURÁN, F./ Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización, 1986. Editorial hemisferio Sur. 688 p.

LABORATORIO TECNOLÓGICO DEL URUGUAY

Sector Productos Forestales

Av. Italia 6201 – CP 11500 – Montevideo, Uruguay
Tel: (+598-2)601-3724 Int. 321 Fax: (+598-2)601-8554
e-mail: rdecas@latu.org.uy