

## Caracterización del híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* “F2” para su utilización en vigas laminadas encoladas

### **Alfredo A. Guillaumet**

Prof. Investigador, Univ. Tecnológica Nacional  
Venado Tuerto, Argentina  
[aaguillaumet@rec.utn.edu.ar](mailto:aaguillaumet@rec.utn.edu.ar)



### **Roberto D. Manavella**

Prof. Investigador, Univ. Tecnológica Nacional  
Venado Tuerto, Argentina  
[rdmvt@yahoo.com](mailto:rdmvt@yahoo.com)



### **María Cecilia Filippetti**

Prof. Investigador, Univ. Tecnológica Nacional  
Venado Tuerto, Argentina  
[cecilia\\_filippetti@hotmail.com](mailto:cecilia_filippetti@hotmail.com)



### **Jacinto Diab**

Prof. Investigador, Univ. Tecnológica Nacional  
Venado Tuerto, Argentina  
[jacintodiab@frvt.utn.edu.ar](mailto:jacintodiab@frvt.utn.edu.ar)



### **Alberto Armas**

Prof. Investigador, Univ. Tecnológica Nacional  
Venado Tuerto, Argentina  
[albertoarmas@gmail.com](mailto:albertoarmas@gmail.com)



**Palabras clave** – Híbrido pinus elliottii, vigas laminadas, clasificación tablas, Pinus elliottii x caribaea

**Keywords:** Hybrid Pinus elliottii, glued laminated timber, wooden board, Pinus elliottii x caribaea

### **RESUMEN**

El objetivo es caracterizar el Híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* implantado en la Provincia de Misiones, Argentina y evaluar su utilización en vigas de madera laminada encolada. Se ensayaron 170 tablas según Normativa Europea. Los resultados experimentales se clasificaron según los parámetros normados para el *Pinus taeda* y *elliotti* (IRAM 9662/3), obteniéndose propiedades mecánicas similares. Dado que calificaron pocas probetas, se proponen nuevos valores límites. Se determinó para tablas clase 1, con anillos de crecimiento hasta 20 mm, valores de resistencia a la flexión de 20 N/mm<sup>2</sup> y módulo de elasticidad global medio de 10000 N/mm<sup>2</sup>. Para tablas clase 2, con anillos de crecimiento hasta 30mm, se estableció una resistencia a la flexión de 12 N/mm<sup>2</sup> y módulo de elasticidad global medio de 6000 N/mm<sup>2</sup>. El aumento del espesor de los anillos de crecimiento, permitió calificar un mayor número de probetas, manteniendo similar resistencia a la flexión, pero con disminución del módulo de elasticidad global medio. Este híbrido produce un mayor volumen anual de madera que los *Pinus*

taeda y elliotii, con propiedades resistentes similares, demostrando un buen potencial para su utilización en la fabricación de vigas de madera laminada encolada.

## **ABSTRACT**

The objective is to characterize the Hybrid *Pinus elliotii* var. *elliotii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* implanted in the County of Misiones, Argentina and to evaluate their use in glued laminate wooden beams. 170 wood boards were rehearsed according to European Normative. The experimental results were classified according to the normalized parameters for the *Pinus taeda* and *elliotti* (IRAM 9662/3), being obtained similar mechanical properties. Since, a low number of units qualified in the test, we propose new values limits. We determined for boards class 1, with rings of growth up to 20 mm, resistance values to the flexion of 20 N/mm<sup>2</sup> and medium module of elasticity global of 10000 N/mm<sup>2</sup>. For boards class 2, with rings of growth up to 30mm, the flexion resistance settled down to 12 N/mm<sup>2</sup> and the medium module of elasticity global 6000 N/mm<sup>2</sup>. The increase of the thickness of the rings of growth, allowed qualifying a bigger number of test specimen, maintaining similar resistance to the flexion, but with decrease of the medium module of global elasticity. This hybrid one produces a bigger wooden annual volume than the *Pinus taeda* and *elliottii*, with similar resistant properties, demonstrating a good potential for their use in the glued laminate production of wooden beams.

## **1. Introducción**

La construcción en madera en la República Argentina no está muy difundida. Tradicionalmente se utilizó madera proveniente de bosques nativos (Lapacho, Virapitá, Anchico). La limitación de la tala y la dificultad para obtener escuadrías grandes, comenzó a generar la utilización de vigas laminadas encoladas.

La producción de vigas laminadas encoladas, que en sus orígenes fue de calidad muy variable, comenzó a ordenarse a partir del año 2005 con la puesta en vigencia de las Normas IRAM 9660-1 y 9660-2, que normalizan los requisitos de fabricación y control.

Hasta la implementación de las normas mencionadas, Argentina no poseía un sistema de clasificación en clases resistentes. También en el año 2005 se aprobaron las Normas IRAM 9662 - 1/2/3 para clasificación visual por resistencia de las tablas de *Araucaria Angustifolia*, *Eucalyptus grandis*, y *Pinus taeda* y *elliottii*, todas ellas provenientes de bosques implantados en la Mesopotamia Argentina. Los ensayos para determinar las propiedades de las distintas especies, se realizaron siguiendo los lineamientos de la Normativa Europea.

Actualmente Argentina no posee un Reglamento para el Cálculo de Estructuras de Madera. Durante el año 2011 saldrá a discusión pública la primera versión del mismo. Uno de los mayores inconvenientes encontrados en la elaboración, fue la obtención de datos confiables para la redacción de los suplementos que presentarán los valores admisibles para las distintas especies y procedencia. Los ensayos disponibles a la fecha cubren parcialmente la necesidad de información.

El Reglamento en trámite pretende incentivar el uso de madera proveniente de bosques implantados para ser utilizados en la construcción. Esto implica la necesidad de aumentar la actividad de caracterización tecnológica y clasificación resistente para más especies y lugares de procedencia, para incorporarla a la normativa de vigas laminadas encoladas o de madera aserrada.

El sector forestal, a través de la hibridación y clonación, trabaja para mejorar la producción de madera y sus propiedades. Debido a esto, se amplían las variantes para clasificar.

## **2. Material y Métodos**

### **2.1 Material**

Para los ensayos se utilizaron tablas aserradas de árboles con 10 años de desarrollo del Híbrido *Pinus elliotii* var. *elliotii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* implantados en la localidad de Esperanza, Provincia de Misiones, Argentina, obtenidos en operaciones de segundo raleo y

provenientes de forestaciones que han tenido una poda o desrame artificial hasta los 6 m de altura.

La especie es un híbrido, resultado de una cruce entre dos especies de *Pinus*, una el *Pinus caribaea* variedad *hondurensis*, que aporta el polen y la otra el *Pinus elliottii*, que aporta la parte femenina. El material proviene de plantines logrados por semilla de una segunda generación de cruce entre las especies mencionadas, por lo tanto se la denomina comercialmente como “híbrido F2”.

“Desde la década del 80, la Argentina cuenta con antecedentes de introducciones de materiales híbridos de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* provenientes de Australia. Sin embargo, fue a principios de los 90 cuando se realizaron introducciones desde ese país a nivel comercial, las cuales dieron origen a las casi 6.000 has implantadas en la región”. Gauchat et al, 2005.

Según Malan F.S. , 1995, “...el *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, es una de las especies más promisoras encontradas en Australia y Sudáfrica, en lo que respecta a calidad de madera, resistencia al frío y crecimiento volumétrico”. El híbrido tuvo, según los resultados a los que llegó este investigador, un crecimiento volumétrico un 37 % en promedio superior al *Pinus elliottii* y un poco inferior al *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*.

Rockwood, et. al., 1991, estudiando al híbrido en el sudeste de Queensland, nos dice que “...el híbrido, ha reemplazado en suelos mal drenados, al *Pinus elliottii*; y al *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* en los suelos bien drenados; debido a su total superioridad tanto en el ritmo de crecimiento, adaptabilidad al medio, rectitud del tronco y propiedades de la madera...”

De acuerdo a Pereyra et al, 2007, “...de los datos de contracción se obtiene que el índice de anisotropía es de 1,28, el cual representa un valor considerado dentro del rango de 1,2 a 1,5, que es madera muy buena. Cuanto más cerca este el valor de anisotropía a 1, se considera que la madera es más estable y no tendrá dificultades en el secado de la misma...”.

Considerando las referencias anteriores, se podría deducir que este híbrido, se presenta como un material apto para su uso en la construcción.

## 2.2 Método

Se procedió al relevamiento de los defectos de 170 tablas de 50 cm de longitud cada una, de acuerdo a la Norma UNE-EN 1310: 1997, obtenidas de una muestra de 100 tablas aserradas de 1 pulgada de espesor por 4 pulgadas de ancho y 2,20 metros de largo.

Para el procedimiento experimental se respetaron las prescripciones de la Norma UNE –EN 408:2003 y las tareas se llevaron a cabo en los laboratorios de la Facultad Regional Venado Tuerto de la Universidad Tecnológica Nacional. Para la medición de cargas se utilizó una celda de carga máxima 5000 N y lectura mínima 5 N. Las deformaciones se determinaron a través de un comparador de precisión de 0,01 mm. La figura 1 ilustra el dispositivo de ensayo.

Los ensayos se realizaron colocando el nudo o agrupamiento de nudos de mayor dimensión en el tercio central de la probeta. La deformación se determinó en el centro de la luz y en el centro del eje de tracción.

Para determinar el valor de las propiedades se utilizaron las Normas: UNE-EN 408:2003; FprEN 408:2010 (E) y UNE EN 384:2010.

La resistencia a flexión se calcula de acuerdo a la expresión 1



Figura 1, dispositivo de ensayo

$$f_m = \frac{3 F a}{b h^2} \quad (1)$$

$f_m$  Resistencia a flexión en N / mm<sup>2</sup>

$F$  Carga máxima, en Newton

$a$  Distancia entre un punto de carga y el apoyo más próximo en el ensayo de flexión, en milímetros

$b$  Ancho de la tabla

$h$  Altura de la tabla

El modulo de elasticidad global a flexión se determinó utilizando el módulo de elasticidad transversal con dos valores a)  $G = \infty$  y b)  $G = 650$  N/mm<sup>2</sup>, en ambos casos mediante la expresión 2:

$$E_{m.g} = \frac{3 a l^2 - 4 a^3}{2 b h^3 \left( 2 \frac{w_2 - w_1}{F_2 - F_1} - \frac{6 a}{5 G b h} \right)} \quad (2)$$

$l$  : Longitud de la tabla

$w_2 - w_1$  : Incremento de la deformación en mm

$F_2 - F_1$  : Incremento de carga en N

$G$  : Módulo de elasticidad transversal en N/mm<sup>2</sup>

Los valores del 5º Percentil de Resistencia a la Flexión se corrigieron a un canto de referencia de 150 mm y en función del número y tamaño de la muestra. Los valores medios de módulo de elasticidad global a flexión y de densidad se corrigieron por contenido de humedad.

### 3. Resultados y Discusión

Los resultados experimentales se analizaron de acuerdo a tres criterios: en primer lugar se determinaron los valores sobre la totalidad de las probetas ensayadas, en segundo lugar se utilizó como límite entre clases los que fija la Norma IRAM 9662/3 para el *Pinus taeda* y *elliottii*, y en tercer lugar se propusieron nuevos valores para los límites. El análisis se centró en tres defectos: dimensión de agrupamiento de nudos en relación a la base de la tabla, presencia de médula y dimensión de los anillos de crecimiento.

#### 3.1. Resultados sobre la totalidad de las probetas.

En la tabla 1 se presentan los valores obtenidos para la totalidad de las probetas.

Parámetro	Unidad	Valor medio	5º Percentil	Máximo	Mínimo	Nº Prob.
Resistencia a la flexión	N/mm <sup>2</sup>	28	12	78	8	169
Módulo de elasticidad global con $G = \infty$	N/mm <sup>2</sup>	6.800	3.360	21.270	2.481	164
Módulo de elasticidad global con $G = 650$ N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	7.102	3.420	23.656	2.516	164
Dimensión del anillo de crecimiento anual	mm	19	10	42	6	156
Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	472	375	736	142	169

Tabla 1: Valores de las propiedades para todas las probetas ensayadas

De los valores de la tabla 1, se observa una gran dispersión de valores en las propiedades mecánicas, en la densidad y en los anillos de crecimiento anuales. La clasificación visual permitirá homogeneizar las clases, logrando mejorar los percentiles y los valores medios.

### 3.2. Análisis de acuerdo a la IRAM 9662/3 para el *Pinus taeda* y *elliottii*.

La tabla 2 presenta los criterios que establece la Norma IRAM 9662/3 para asignar las clases resistentes.

Defecto	Unidad	Clase 1	Clase 2
Médula	-	No se admite	Se admite
Nudosidad	cm/cm	Menor o igual a 1/3	Menor o igual a 2/3
Anillos de Crecimiento	mm	menor que 10	Menor que 15

Tabla 2: Criterios para asignar clases resistentes según Norma IRAM 9662/3

Utilizando los criterios mencionados, se confeccionaron las tablas 3 y 4 que corresponden a los valores de las propiedades y características para cada clase resistente del híbrido. Se observa que la densidad presenta valores similares para ambas clases resistentes.

Parámetro	Unidad	Valor medio	5º Percentil	Máximo	Mínimo	Nº Prob.
Resistencia a la flexión	N/mm <sup>2</sup>	47	21	72	17	8
Módulo de elasticidad global con G=∞	N/mm <sup>2</sup>	12.545	4.976	21.270	3.924	8
Módulo de elasticidad global con G=650N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	13.602	5.118	23.656	4.004	8
Dimensión del anillo de crecimiento anual	mm	9	6	10	6	8
Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	558	407	690	372	8

Tabla 3: Valores de las propiedades de las probetas que clasifican Clase 1 según IRAM N° 9662/3

Parámetro	Unidad	Valor medio	5º Percentil	Máximo	Mínimo	Nº Prob.
Resistencia a la flexión	N/mm <sup>2</sup>	34	13	78	11	42
Módulo de elasticidad global con G=∞	N/mm <sup>2</sup>	7.864	3.857	14.149	3.217	41
Módulo de elasticidad global con G=650N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	8.252	3.930	15.260	3.269	41
Dimensión del anillo de crecimiento anual	mm	13	9	15	7	42
Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	513	397	736	374	42

Tabla 4: Valores de las propiedades de las probetas que clasifican Clase 2 según IRAM N° 9662/3

La tabla 5 presenta los valores esperables para el *Pinus taeda* y *elliottii* de acuerdo a la Norma IRAM 9662/3. Los valores expresados se obtuvieron mediante ensayos de acuerdo a la Norma UNE-EN 408:1995. El módulo de elasticidad determinado, es el global a flexión sin la influencia del módulo de elasticidad transversal “G”, es decir que, de acuerdo a la expresión del FprEN 408:2010 se calculó con G=∞.

Clase de resistencia	Resistencia a la flexión	Módulo de Elasticidad	Densidad
	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	Kg/m <sup>3</sup>
1	18	12000	420
2	11	7000	390

Tabla 5: Valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad según la Norma IRAM 9662/3

Bajo las mismas condiciones de clasificación, el Híbrido presenta según las tablas 3 y 4 valores de módulo de elasticidad global medio con G=∞ similares al *Pinus taeda* y *elliottii* y valores de resistencia a la flexión 5º percentil ligeramente superiores.

Con el criterio utilizado, los resultados obtenidos son satisfactorios para las clases 1 y 2, aunque calificaron muy pocas probetas, ya que el 70% de las probetas ensayadas quedó sin clase. Esto motiva a considerar nuevos valores límites para el Híbrido.

### 3.3. Análisis de acuerdo a nuevos límites entre clases resistentes.

Para establecer nuevos límites que permitan el ingreso de más probetas en cada clase, se mantienen las mismas exigencias para la nudosidad y la presencia de médula, y se modifica el tamaño del anillo de crecimiento.

La tabla 6 presenta los valores característicos del Híbrido admitiendo en la Clase 1 anillos de crecimiento hasta 15 mm, y comparando con los valores de la tabla 3, se observa que se mantiene el valor de la resistencia a flexión del 5º percentil.

Parámetro	Unidad	Valor medio	5º Percentil	Máximo	Mínimo	Nº Prob.
Resistencia a la flexión	N/mm <sup>2</sup>	48	20.4	78	17	23
Módulo de elasticidad global con $G=\infty$	N/mm <sup>2</sup>	10.926	4.805	21.270	3.924	23
Módulo de elasticidad global con $G=650\text{N/mm}^2$	N/mm <sup>2</sup>	11.684	4.921	23.656	4.004	23
Dimensión del anillo de crecimiento anual	mm	12	7	15	6	23
Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	538	378	690	372	23

Tabla 6: Valores de las propiedades de las probetas admitiendo en Clase 1 anillos hasta 15 mm

En la tabla 7 se admite en la Clase 1, anillos de crecimiento hasta 20 mm, que comparada con los valores de la tabla 3, muestra que la resistencia a la flexión se sigue manteniendo, pero experimenta una disminución importante el módulo de elasticidad global y disminuye en menor grado la densidad del 5º percentil.

Parámetro	Unidad	Valor medio	5º Percentil	Máximo	Mínimo	Nº Prob.
Resistencia a la flexión	N/mm <sup>2</sup>	40	20	78	17	45
Módulo de elasticidad global con $G=\infty$	N/mm <sup>2</sup>	9.106	3.964	21.270	3.802	45
Módulo de elasticidad global con $G=650\text{N/mm}^2$	N/mm <sup>2</sup>	9.642	4.054	23.656	3.884	45
Dimensión del anillo de crecimiento anual	mm	15	7	20	6	45
Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	503	357	690	306	45

Tabla 7: Valores de las propiedades de las probetas admitiendo en Clase 1 anillos hasta 20 mm

Para la clase 2 se realiza un estudio similar. La tabla 8 presenta los valores característicos del Híbrido, admitiendo anillos de crecimiento hasta 25 mm y comparando con los valores de la tabla 4, no se aprecian diferencias significativas en el valor de la resistencia a la flexión 5º percentil, pero disminuye el módulo de elasticidad global en casi un 20 %.

Parámetro	Unidad	Valor medio	5º Percentil	Máximo	Mínimo	Nº Prob.
Resistencia a la flexión	N/mm <sup>2</sup>	26	13	46	11	98
Módulo de elasticidad global con $G=\infty$	N/mm <sup>2</sup>	6.340	3.421	12.756	2.585	94
Módulo de elasticidad global con $G=650\text{N/mm}^2$	N/mm <sup>2</sup>	6.579	3.490	13.602	2.621	94
Dimensión del anillo de crecimiento anual	mm	18	11	24	7	98
Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	470	372	736	142	98

Tabla 8: Valores de las propiedades de las probetas admitiendo en Clase 2 anillos hasta 25 mm

En la tabla 9 se admiten anillos de crecimiento hasta 30 mm y comparando con los valores de la tabla 8, se advierten valores similares en la resistencia a la flexión y en el módulo de elasticidad global.



Parámetro	Unidad	Valor medio	5º Percentil	Máximo	Mínimo	Nº Prob.
Resistencia a la flexión	N/mm <sup>2</sup>	25	12	43	10	92
Módulo de elasticidad global con $G=\infty$	N/mm <sup>2</sup>	6.105	3.363	12.756	2.481	88
Módulo de elasticidad global con $G=650\text{N/mm}^2$	N/mm <sup>2</sup>	6.325	3.426	13.602	2.516	88
Dimensión del anillo de crecimiento anual	mm	19	11	30	7	93
Densidad	Kg/m <sup>3</sup>	468	383	736	142	93

Tabla 9: Valores de las propiedades de las probetas admitiendo en Clase 2 anillos hasta 30 mm.

Del análisis de los valores anteriores, se deduce que para ambas clases, el aumento de la dimensión de los anillos de crecimiento no afecta a la resistencia a la flexión 5º percentil, pero sí a su módulo de elasticidad global medio.

Estos resultados corresponden a árboles de 10 años, cosechados en segundo raleo, con mucha madera juvenil. Para confirmar las propiedades, se prevé realizar ensayos sobre madera proveniente de árboles de 14 años de desarrollo, edad a la que está prevista la tala rasa del monte estudiado.

#### 4. Conclusiones

Si se le aplican al Híbrido las condiciones de clasificación previstas en la Norma IRAM 9662/3 para el *Pinus taeda* y *elliottii*, éste presenta propiedades similares a las especies mencionadas, pero con pocas probetas calificando para la clase 1.

Si se admiten mayores dimensiones para los anillos de crecimiento, se pueden incorporar a las clases 1 y 2 un mayor número de probetas, manteniendo similar resistencia a la flexión, pero con una disminución en el módulo de elasticidad global.

La resistencia a la flexión está condicionada fundamentalmente por la dimensión de los nudos o agrupamientos de nudos y la presencia de médula.

La especie produce un mayor volumen anual de madera que el *Pinus taeda* y *elliottii*, con similares propiedades resistentes lo que le otorga un buen potencial para su utilización en la fabricación de vigas de madera laminada encolada, ampliando el campo de aplicación del Híbrido hacia productos de mayor valor agregado, ya que hasta el momento sólo es utilizado para la elaboración de pasta y la fabricación de tablas machihembradas.

#### 5 - Agradecimientos

A la firma Pindó S.A. de la Localidad de Esperanza, Provincia de Misiones, Argentina, que colaboró con el proyecto aportando la madera para los estudios, y en particular al Ing. Hugo Reis que se comprometió en todo momento con la realización del trabajo.

A los alumnos de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Venado Tuerto de la Universidad Tecnológica Nacional, que colaboraron con el relevamiento de defectos y ensayo de las probetas.

#### 6. Referencias Bibliográficas

- Asociación Española de Normalización y Certificación. UNE-EN 408, (2004). "Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas". Madrid. España
- Asociación Española de Normalización y Certificación UNE-EN 384, (2010). "Madera estructural. Determinación de los valores característicos de las propiedades mecánicas y la densidad". Madrid. España.
- Asociación Española de Normalización y Certificación UNE-EN 1310 (1997), "Madera aserrada y madera en rollo. Método de medida de las singularidades". Madrid. España
- Comité Europeo de Normalización FprEN 408:2010, (2010). "Estructuras de madera. Madera aserrada y madera laminada encolada para uso estructural. Determinación de algunas propiedades físicas y mecánicas". CEN. Brussel.
- Gauchat M.E.; Rodríguez G.H.; Belaver E.; Bischof D. (2005). "Pinus elliottii var. elliottii x P. caribaea var. hondurensis. Híbridos de alta productividad combinando crecimiento y forma". Revista IDIA XXI, Nro. 8. Ediciones INTA, Buenos Aires, Argentina

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. IRAM 9662/1 (2005) “Madera laminada encolada estructural. Clasificación visual de las tablas por resistencias. Parte 1: Tablas de pino Paraná (*Araucaria angustifolia*). Buenos Aires, Argentina.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. IRAM 9662/2 (2005) “Madera laminada encolada estructural. Clasificación visual de las tablas por resistencias. Parte 2: Tablas de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). Buenos Aires, Argentina.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. IRAM 9662/3 (2005) “Madera laminada encolada estructural. Clasificación visual de las tablas por resistencias. Parte 3: Tablas de pino taeda y ellioti (*Pinus taeda* y *elliottii*). Buenos Aires, Argentina.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. IRAM 9660-1 (2005) “Madera laminada encolada estructural. Parte 1: Clases de resistencia y requisitos de fabricación y de control”. Buenos Aires, Argentina.

Instituto Argentino de Normalización y Certificación. IRAM 9660-2 (2005). “Madera laminada encolada estructural. Parte 2: Métodos de ensayo”. Buenos Aires, Argentina.

Malan F.S.(1995). The Basic Wood Properties and sawtimber quality o South African grown *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea*. Division of Forest Science and Technology CSIR, Suid-Afrikaanse Bosbouydskrif-nr 173.

Pereyra, O.; Suirezs, T.M.; Bobadilla, E.A.; Weber, E.M.; Gamarra, N.G. (2007). “Estudio de los pesos específicos aparentes, contracciones, hinchamiento, anisotropía y punto de saturación de fibras de la madera del híbrido *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*”. *III Congreso Iberoamericano de productos forestales*. Buenos Aires. ISSN 1851-0695.

Rockwood D.L.; Hardading, K.L; Nicles, DG (1991). “Variation in the Wood Properties of the *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* F1 Hybrid, Its Parental Species, and Backcross to *Pinus elliottii* in Australia”.