

**CaracterizAR 2020 - Caracterización de Materiales**  
**1er Encuentro Virtual**  
**9 al 11 de Septiembre de 2020**



**Aplicación de métodos no destructivos  
para la caracterización de parámetros físico  
mecánicos de clones de *Eucalyptus* en la  
Provincia de Misiones**

Christian Bulman Hartkopf, Hugo E. Fassola, Pablo M. Stefani y  
Rosa A. Winck

# Introducción

La selección de arboles en pie incorpora estimaciones de las propiedades mecánicas para seleccionar especies, progenies o clones y evaluar las aplicaciones potenciales de la madera.

El objetivo de este trabajo fue caracterizar 5 clones de *Eucalyptus* a través del modulo de elasticidad dinámico y su relación con la densidad.

# Materiales y Métodos

El ensayo clonal de 11 años fue instalado por la EEA INTA Concordia en la localidad de Leandro N. Alem, provincia de Misiones, los clones ensayados fueron: *E. grandis* EG-157 y EG-26; *E. grandis* x *E. camandulensis* GC-24 y GC-27; *E. grandis* x *E. tereticornis* GT-31.



Vista del ensayo clonal de 11 años

# Materiales y Métodos

De los árboles en pie se midió el tiempo de traslado de una onda de impacto con un dispositivo *Tree Sonic* (Fakopp®), para posteriormente determinar la velocidad de propagación del sonido y calcular el MOEd mediante la siguiente fórmula:

$$\text{MOEd} = Dv \cdot VS^2$$

Donde: MOEd: módulo de elasticidad dinámico; Dv: densidad de la madera verde; VS: velocidad del sonido





Levantamiento de datos a campo: medición del tiempo de traslado de onda de impacto [ $\mu\text{s}$ ] a una distancia conocida de 1 m.



# Materiales y Métodos

También se extrajeron tarugos de la base del tronco para determinar las densidades verde  $D_v$ , anhidra  $D_o$ , saturada  $D_s$  y básica  $D_b$ .



Tarugos en estado verde



# Resultados

## Tabla de resultados del ensayo

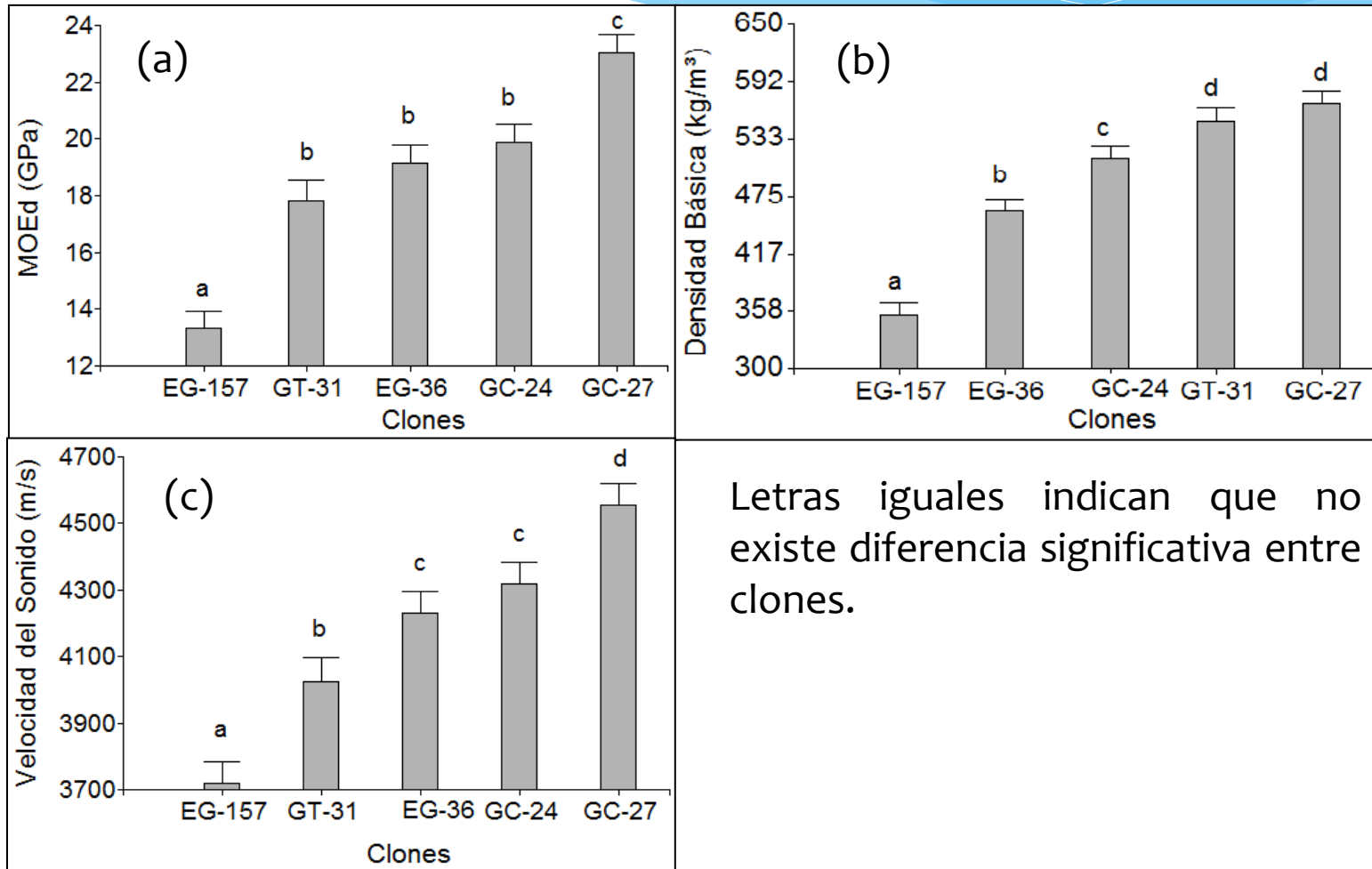
	VS (m/s)			Db (kg/m <sup>3</sup> )			MOEd (GPa)	
	n	Media	CV %	n	Media	CV %	Media	CV %
EG-157	12	3.796	4,7%	5	354	7,6%	13,30	7,1%
EG-36	12	4.304	3,8%	5	460	3,5%	19,15	8,7%
GC-24	11	4.347	3,6%	5	513	8,1%	19,90	10,1%
GC-27	11	4.517	3,9%	5	570	3,4%	23,04	4,9%
GT-31	8	4.014	3,8%	4	551	4,7%	17,83	4,4%

VS: Velocidad de onda de impacto; Db: Densidad básica; MOEd: Modulo de elasticidad dinámico; n: tamaño de la muestra; CV%: coeficiente de variación

Se puede observar que el clon GC-27 posee el mayor módulo de elasticidad, mayor densidad básica y velocidad. Esta respuesta no se percibe en los otros clones.

# Resultados

Diferencias entre materiales genéticos para las variables MOEd (a), Db (b) y VS (c)





# Resultados

## Correlación de Pearson: Correlación / Probabilidades

	VS (m/s)	MOEd (GPa)	Db (kg/m <sup>3</sup> )	Dv (kg/m <sup>3</sup> )	Do (kg/m <sup>3</sup> )	Ds (kg/m <sup>3</sup> )
VS (m/s)	1	0,000	7,30E-05	3,90E-03	7,80E-05	5,90E-04
MOEd (GPa)	0,97	1	1,10E-06	3,40E-05	1,10E-06	3,00E-05
Db (kg/m <sup>3</sup> )	0,72	0,82	1	3,40E-07	0,000	2,00E-09
Dv (kg/m <sup>3</sup> )	0,57	0,74	0,84	1	7,80E-07	5,00E-06
Do (kg/m <sup>3</sup> )	0,72	0,82	0,99	0,82	1	1,70E-08
Ds (kg/m <sup>3</sup> )	0,65	0,74	0,90	0,79	0,88	1

En este análisis se utilizaron todas las muestras para observar el comportamiento de las variables, por arriba de la diagonal p-valor, y por debajo coeficiente de correlación. Se observa que la velocidad del sonido (VS) explica mejor el modulo dinámico ( $R^2= 0,97$ ) que la densidad ( $R^2= 0,74$  y  $0,82$ ) y las diferencias entre las variables son altamente significativas para un nivel de confianza del 95% ( $p<0,05$ ).

# Conclusiones

El clon GC-27 presentó mayor calidad estructural respecto a los demás, debido a valores superiores de VS, MOEd y Db. Mientras que el EG-157, presentó menores valores para las tres variables analizadas.

La velocidad del sonido es buen estimador de la rigidez de la madera lateral y puede ser utilizado para la caracterización de materiales en pie. Los **híbridos** de *Eucalyptus* mostraron valores superiores de los parámetros indicadores del comportamiento físico-mecánico respecto a los *Eucalyptus grandis* **puros**.

# Recomendaciones

La elección de la materia prima va a depender del uso final de la misma.

La madera de estos clones aún debe ser sometida a ensayos destructivos para certificar los resultados.

# Agradecimientos



- \* ANPCyT por el financiamiento (PICT 2016 0445).
- \* Propietario del terreno Sr. Ricardo Schesani.
- \* Los Ingenieros Javier Oberschelp y Leonel Harrand de EEA-INTA Concordia quienes instalaron el ensayo.
- \* Los Técnicos de INTA Diego Bogado y Diego Aquino por colaborar en las mediciones.