

SisPinus - SISTEMA DE SIMULACIÓN DE CRECIMIENTO Y DE
PRODUCCIÓN DE *Pinus taeda* Y *Pinus elliottii*
EN EL BRASIL.

YEDA MARIA MALHEIROS DE OLIVEIRA*
EDILSON BATISTA DE OLIVEIRA**

En el Brasil, SisPinus consiste de un software para la simulación de crecimiento y de producción de *Pinus elliottii* Engel. y *Pinus taeda* L., en condiciones de manejo. El software originalmente fué desarrollado por William L. Hafley, profesor de ciencias forestales y estadística de la School of Forest Resources del North Carolina State University, USA con la denominación "NCSU - Managed pine plantation growth & yield simulator".

Para la adaptación, de este simulador, a las condiciones brasileiras, varias modificaciones se hicieron en el sistema original, por medio de un trabajo conjunto entre investigadores de la EMBRAPA/CENTRO NACIONAL DE PESQUISAS DE FLORESTAS y el profesor Hafley.

El SisPinus posibilita el pronóstico de crecimiento y de producción de plantaciones de *Pinus*. Para tal, son solicitados al usuario informaciones que son colocados en el vídeo, conforme la Tabla 1. El sistema fornecera estimativas sobre la producción y el crecimiento, por clases de diametro, a cada paso subsecuente, en función de diferentes épocas, intensidades e tipos de raleo que el técnico podra adoptar. Esto permite la selección de criterios de manejo y la planificación de raleos en función de la predicción de producción.

* Eng. Forestal, CREA nº 6932-D, PR, MS en Manejo Forestal. EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Caixa Postal, 319. CEP:83405-970, Colombo-PR-Brasil.

** Eng. Agronomo, CREA nº 1211-D, AC en Estadística. EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Caixa Postal 319. CEP:83405-970, Colombo-PR-Brasil.

TABLA 1. Informaciones solicitadas para operacionalización del SisPinus.

-
- <0> ESPÉCIE..... *P. taeda* ou *P. elliottii*
- <1> INDICE DE SÍTIO..... (xx.xx) metros
- <2> PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA EN EL 1º AÑO... (xx)
- <3> Nº DE ARBOLES PLANTADOS POR HA..... (xxxx)
- <4> OUTPUTS
- Edad Inicial.....(xx) (años)
- Edad Final.....(xx) (años)
- Intervalos de.....(xx) (años)
- <5> EDAD DEL PRIMERO RALEO..... (x) años
- <6> ECUACIÓN ALTURA/EDAD A SER UTILIZADA..... (nombre)
- <7> ECUACIÓN DE VOLUME A SER UTILIZADA..... (nombre)
-

Los campos identificados con " x " son destinados para la digitación de las informaciones solicitadas, conforme el ejemplo de la Tabla 2.

La operación <3> permite, que el operador informe el número de árboles del tallon en cualquier edad, o todavía, que informe la área basal por hectarea, o el diametro medio cuadrático (dg), lo que posibilitará la obtención de evaluaciones mas seguras. La operación <2> se refiere al porcentaje de supervivencia apenas en el primer año de edad. Con la operación <5>, se deberá indicar la edad del primer raleo.

El tipo de raleo (selectivo, sistemático o una combinación daqueles métodos) y su intensidad deben ser informados cuando el SisPinus solicitar. Despues de alimentado, de esta información, el Sispinus fornecerá de forma automática, en el video, la Tabla de Producción resultante hasta la edad en que el raleo tenga sido programado (Ejemplo 2.). Este procedimiento facilita la tomada de decisiones por el interesado, conocedor de las condiciones del tallon en el momento de la simulación del raleo.

En las operaciones <6> y <7> es presentado una Tabla con las ecuaciones disponibles, siendo posible la anexación de nuevos modelos.

TABLA 2. Respuesta del SisPinus.

Ejemplo 1. Sin raleos programados.

-
- <0> ESPÉCIE..... *P. taeda*
 - <1> INDICE DE SÍTIO..... 25.00 metros
 - <2> PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA EN EL 1º AÑO... 95
 - <3> Nº DE ÁRBOLES PLANTADOS POR HA..... 2500
 - <4> OUTPUTS
 - Edad Inicial.....03 (años)
 - Edad Final.....21 (años)
 - Intervalos de.....02 (años)
 - <5> EDAD DEL PRIMERO RALEO..... 0 años
 - <6> ECUACIÓN ALTURA/EDAD A SER UTILIZADA..... CNPFlorestas
 - <7> ECUACIÓN DE VOLUME A SER UTILIZADA..... Nº 1
-

Estas informaciones resultan en la siguiente Tabla de Producción:

TABLA DE PRODUCCIÓN (*Pinus taeda*)

Índice de Sitio (Edad ind. 15)		Densidad (Árboles/ha)		Porcentaje de supervivencia			Sobrev. Inicial (Árboles/ha)	
25.0		2500		95			2375	
Edad años	ALT DOM m	N/HA	DIAM MED cm	ALT MED m	AREA BASAL m2	VOLUME TOTAL m3 (c/c)	IMA	ICA
3	5.3	2374	7.7	4.5	11.0	24.9	8.3	20.6
5	9.5	2363	12.2	8.2	27.6	113.5	22.7	50.1
7	13.2	2329	14.7	11.5	39.6	228.3	32.6	58.6
9	16.6	2269	16.4	14.5	47.6	345.1	38.3	57.8
11	19.7	2184	17.5	17.2	52.8	452.8	41.2	52.2
13	22.4	2083	18.5	19.6	55.7	545.2	41.9	44.0
15	25.0	1972	19.2	21.8	56.9	619.3	41.3	34.7
17	27.4	1856	19.7	23.8	56.7	675.6	39.7	26.3
19	29.6	1741	20.5	25.8	57.6	742.0	39.1	31.6
21	31.7	1628	21.3	27.6	57.8	796.2	37.9	25.6

En seguida, el SisPinus preguntará si el usuario, desea una Tabla de Frecuencia por clases de diametro de la producción final.

Caso la respuesta sea negativa, el sistema vuelve al inicio (primera Tabla del Ejemplo 1), pronto para nuevos procesamientos. En el caso de respuesta afirmativa, deberá ser informado el Intervalo de Clase deseado. En la Tabla a seguir es presentado, un ejemplo con Intervalo de Clase de 2.0 cm.

TABLA DE FRECUENCIA PARA EDAD 21 AÑOS.

DIAMETRO LIM. de CLASE	N/HA	ALT MED	VOLUME M3 (c/c)
9.5 - 9.9	5	20.3	0.4
10.0 - 11.9	106	23.3	11.2
12.0 - 13.9	154	24.9	24.4
14.0 - 15.9	166	25.8	36.4
16.0 - 17.9	170	26.5	49.2
18.0 - 19.9	171	27.1	63.3
20.0 - 21.9	171	27.7	79.1
22.0 - 23.9	171	28.3	96.6
24.0 - 25.9	168	28.9	115.2
26.0 - 27.9	162	29.6	132.1
28.0 - 29.9	138	30.6	134.4
30.0 - 31.9	47	32.6	53.9
TOTAL	1629		796.2

Ejemplo 2. Condiciones identicas al ejemplo 1, pero con un raleo a los 8 años y otro a los 13 años.

- <0> ESPÉCIE..... *P. taeda*
- <1> INDICE DE SÍTIO..... 25.00 metros
- <2> PORCENTAJE DE SUPERVIVENCIA EN EL 1º AÑO... 95
- <3> Nº DE ÁRBOLES PLANTADOS POR HA..... 2500
- <4> OUTPUTS
 Edad Inicial....03 (años)
 Edad Final.....21 (años)
 Intervalos de...02 (años)
- <5> EDAD DEL PRIMERO RALEO..... 8 años
- <6> ECUACIÓN ALTURA/EDAD A SER UTILIZADA..... CNPFlorestas
- <7> ECUACIÓN DE VOLUME A SER UTILIZADA..... Nº 1

La siguiente Tabla de producción será presentada:

TABLA DE PRODUCCIÓN (*Pinus taeda*)

índice de Sitio (Edad ind. 15)		Densidad (Árboles/ha)		Porcentaje de supervivencia			Sobrev. Inicial (Árboles/ha)	
25.0		2500		95			2375	
EDAD años	ALT DOM m	N/HA	DIAM MED cm	ALT MED m	AREA BASAL m ²	VOLUME TOTAL m ³ (c/c)	IMA	ICA
3	5.3	2374	7.7	4.5	11.0	24.9	8.3	20.6
5	9.5	2363	12.2	8.2	27.6	113.5	22.7	50.1
7	13.2	2329	14.7	11.5	39.6	228.3	32.6	58.6
8	15.0	2302	15.6	13.1	44.0	287.3	35.9	59.0

PRONTO PARA RALEO

Tecla <ENTER> para continuar:

.....
Teclando ENTER aparecerá un cuadro con las operaciones de tipos de raleos y las instrucciones para el usuario indicar las intensidades deseadas.

Si la operación fué raleo selectivo, el usuario deberá indicar la área basal o, entonces, el número de arboles por hectarea que deberá permanecer en el tallon despues de la operación del raleo. Se el raleo es sistemático, indicar el número de líneas a ser removido (ej: 1 en cada 3 líneas). Para un raleo realizado segun una combinación daqueles métodos, el SisPinus procesará el raleo sistemático y, en seguida, en las líneas remanecentes, el selectivo, donde las informaciones solicitadas seran las mismas de las operaciones anteriores.

En este punto, el usuario podrá informar, también, se habra otro raleo y la edad de su realización.

Considerandose una simulación en que sea solicitado, a los 8 años, un raleo selectivo de 302 arboles, y a los 13 años otro raleo, sistemático, removriendose 1 en cada tres líneas, la TABLA DE PRODUCCIÓN tendra la siguiente continuación:

.....
EL TALLON FUÉ RALEADO POR LA REMOCIÓN DE 302 ÁRBOLES

		2000	16.6	13.3	41.8	277.6	REMOVIDO =	9.7
9	16.8	1960	17.3	14.7	46.0	337.4	38.6	59.8
11	19.9	1865	18.6	17.3	50.6	438.0	40.7	48.3
13	22.7	1751	19.6	19.7	52.8	520.4	40.8	38.7

EL TALLON FUÉ RALEADO POR LA REMOCIÓN DE 1 EN CADA 3 LINEAS

		1167	19.6	19.7	35.2	347.0	REMOVIDO =	173.5
15	24.9	1113	22.1	22.0	42.9	471.1	43.6	62.2
17	27.3	1054	24.5	24.1	49.5	596.0	45.8	59.2
19	29.5	991	26.2	26.0	53.3	693.7	46.2	45.4
21	31.6	927	27.4	27.9	54.8	764.6	45.1	32.2

Si el usuario solicitar Tablas de Frecuencia por clases de diametro, también con intervalos de clase de 2.0 cm se obtendra:

TABLA DE FRECUENCIA PARA ÁRBOLES REMOVIDAS EN LA EDAD DE 8 AÑOS.

DIAMETRO LIM. de CLASE	N/HA	ALT MED	VOLUME M3 (c/c)
4.0 - 5.9	13	10.6	0.1
6.0 - 7.9	90	11.5	1.5
8.0 - 9.9	111	12.0	3.1
10.0 - 11.9	41	9.2	1.6
12.0 - 13.9	26	9.5	1.5
14.0 - 15.9	14	9.8	1.1
16.0 - 17.9	6	10.2	0.6
18.0 - 19.9	2	10.5	0.3
TOTAL	303		9.7

TABLA DE FRECUENCIA PARA ÁRBOLES REMOVIDAS EN LA EDAD DE 13 AÑOS.

DIAMETRO LIM. de CLASE	N/HA	ALT MED	VOLUME M3 (c/c)
10.1 - 11.9	33	17.8	2.7
12.0 - 13.9	67	18.6	8.0
14.0 - 15.9	75	19.1	12.2
16.0 - 17.9	77	19.4	16.5
18.0 - 19.9	77	19.8	21.1
20.0 - 21.9	77	20.1	26.0
22.0 - 23.9	74	20.5	31.5
24.0 - 25.9	66	21.0	34.2
26.0 - 27.9	37	21.8	23.3
TOTAL	583		173.5

TABLA DE FRECUENCIA PARA EDAD DE 21 AÑOS.

DIAMETRO LIM. de CLASE	N/HA	ALT MED	VOLUME M3 (c/c)
14.0 - 15.9	11	23.4	2.3
16.0 - 17.9	47	24.8	12.8
18.0 - 19.9	74	25.6	25.9
20.0 - 21.9	90	26.3	39.7
22.0 - 23.9	99	26.9	53.7
24.0 - 25.9	103	27.4	67.5
26.0 - 27.9	104	28.0	80.5
28.0 - 29.9	101	28.5	91.9
30.0 - 31.9	94	29.1	102.9
32.0 - 33.9	83	29.7	105.4
34.0 - 35.9	66	30.4	97.4
36.0 - 37.9	43	31.3	71.7
38.0 - 39.9	12	32.7	24.2
TOTAL	927		764.6

La base de datos utilizados para el ajuste del programa viene siendo ampliada con nuevas mediciones y con datos obtenidos através de Empresas que plantan *Pinus*. Con estos datos se esta obteniendo estimativas mas precisas para el simulador, dentro de un proceso de aperfeccionamiento contínuo, objetivando también abrangir nuevas regiones y acompañar el mejoramiento genético de las especies.

Siguiendose los mismos procedimientos utilizados en el ajuste del sistema para las especies *P. taeda* y *P. elliottii* poderá haber una ampliación del SisPinus para prognose del crecimiento de la producción de otras especies de *Pinus*.

LITERATURA RECOMENDADAS:

Los aspectos del desenvolvimiento del SisPinus y de su base matematica pueden ser obtenidos através de las siguientes referencias bibliograficas:

HAFLEY, W.L. & BUFORD, M.A. A bivariate model for growth and yield prediction. Southern Journal of Applied Forestry, Bethesda, 31(1):237-47, 1985.

HAFLEY, W.L. & SCHREUDER, H.T. Statistical distribution for fitting diameter and hight data in even-aged stand. Can. J. Forest Res. 7:481-7, 1977.

HAFLEY, W.L. SMITH, W.D. & BUFORD M.A. A new yield production model for unthinned loblolly pine in plantations. Raleigh, Southern For. Res. Center, North Carolina State University, 1982, 63p. Technical Report nº 1.

OLIVEIRA, E.B. & OLIVEIRA, Y.M.M. SisPinus. Desenvolvimento e perspectivas. In: Encontro Brasileiro de Planejamento florestal, 2., Curitiba, 1991. Anais... Curitiba, EMBRAPA-CNPQ. 1991. (no prelo).

OLIVEIRA, Y.M.M. OLIVEIRA E.B. & HAFLEY, W.L. Classificação de sitio para povoamentos de *Pinus taeda* no sul do Brasil. In: Congresso Florestal Brasileiro, 6., Campos do Jordão, 1990. Anais... Campos do Jordão, SBS, 1990. p. 357-61.

OLIVEIRA, Y.M.M. OLIVEIRA E.B. & HAFLEY, W.L. SisPinus - Simulador de crescimento e produção de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* sob manejo no sul do Brasil. In: Encontro Brasileiro de Planejamento florestal, 1., Curitiba, 1989. Anais... Curitiba, EMBRAPA-CNPQ. 1989. p.107-18.

SCHREUDER, H.T. & HAFLEY, W.L. A useful bivariate distribution for describing stand structure of tree heights and diameter. Biometrics, 33:471-7, 1977.

SMITH, W.D. & HAFLEY, W.L. Evaluation of a loblolly pine plantation thinning model. Southern Journal of Applied Forestry, Bethesda, 10 (1):52-63, 1986.