

Aplicacións de R na xestión forestal

II Xornada de Usuarios de R en Galicia
Santiago de Compostela

Manuel Arias Rodil
Ulises Diéguez Aranda



Unidade de Xestión Forestal Sostible (UXFS), Departamento de Enxeñaría
Agroforestal, Universidade de Santiago de Compostela
Escola Politécnica Superior, R/ Benigno Ledo, 27002 Lugo, España

01/10/2015

Métodos cuantitativos na xestión forestal

- Xestión forestal → información cuantitativa
- Entidade básica de xestión: **rodal**

Métodos cuantitativos na xestión forestal

- Xestión forestal → información cuantitativa
- Entidade básica de xestión: **rodal**

Rodal

Parte do monte uniforme en canto a especie ou grupo de especies principales, idade, calidade e estado

Métodos cuantitativos na xestión forestal

- Xestión forestal → información cuantitativa
- Entidade básica de xestión: **rodal**

Rodal

Parte do monte uniforme en canto a especie ou grupo de especies principales, idade, calidade e estado

Xestión forestal

- Estado actual da masa forestal: **inventario**
- Predición de crecemento: **modelos**

Métodos cuantitativos na xestión forestal

- Xestión forestal → información cuantitativa
- Entidade básica de xestión: **rodal**

Rodal

Parte do monte uniforme en canto a especie ou grupo de especies principales, idade, calidade e estado

Xestión forestal

- Estado actual da masa forestal: **inventario**
- Predición de crecimiento: **modelos**

Inventario e modelización

Inventario

- Obxectivo → coñecer os recursos existentes
- Estratitificación e mostraxe

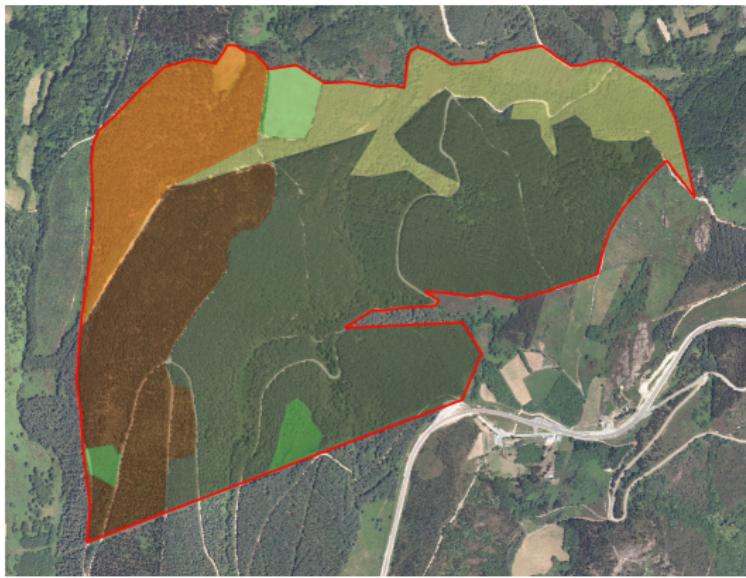
Inventario

- Obxectivo → coñecer os recursos existentes
- Estratitificación e mostraxe



Inventario

- Obxectivo → coñecer os recursos existentes
- Estratitificación e mostraxe

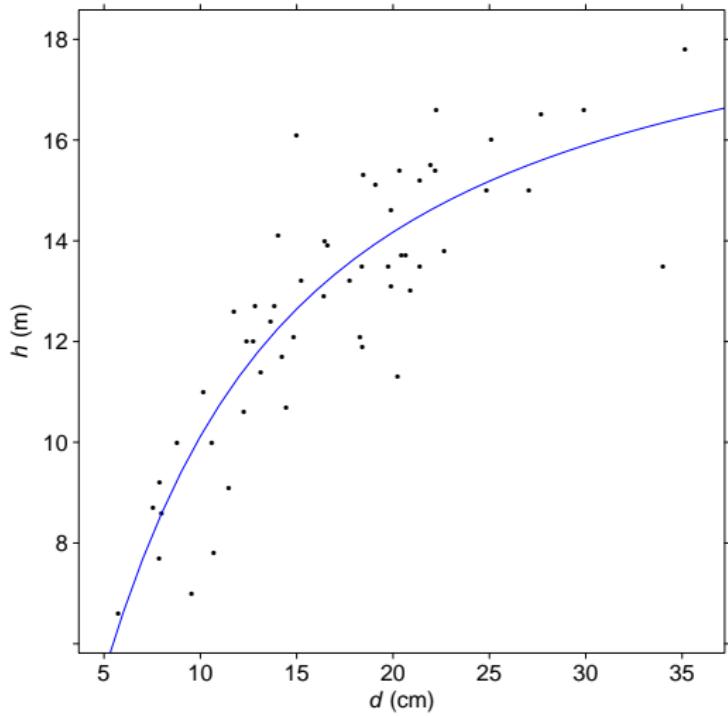


Inventario

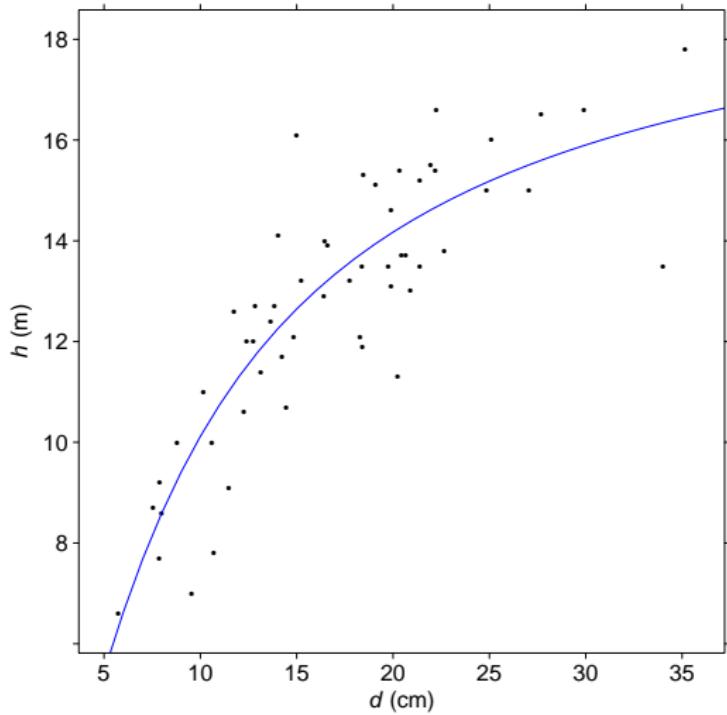
- Obxectivo → coñecer os recursos existentes
- Estratitificación e mostraxe



Axuste de ecuacións locais



Axuste de ecuacións locais



■ `nls()`

Agregación de variables

Exemplo

Módulo de procesamento do SPF para os bosques templados de México → agregación por monte, estrato e parcela

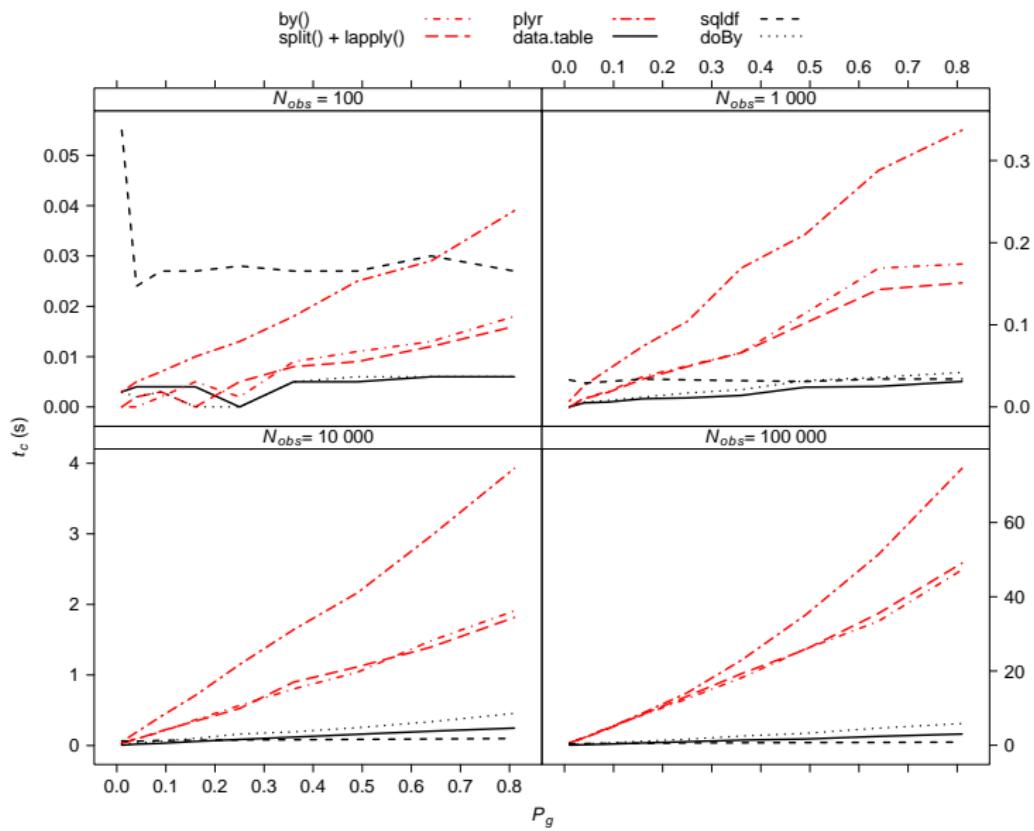
Agregación de variables

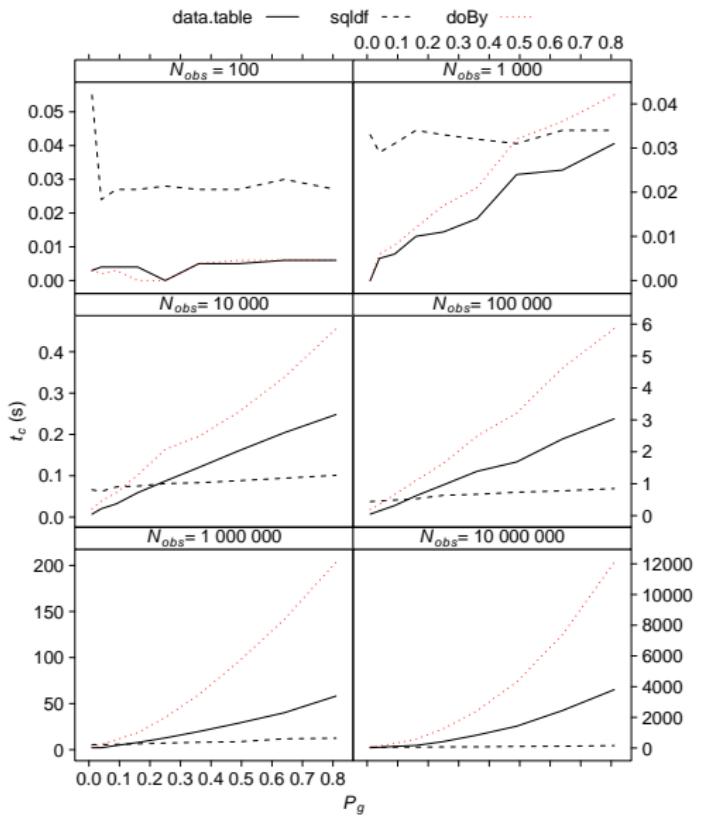
Exemplo

Módulo de procesamento do SPF para os bosques templados de México → agregación por monte, estrato e parcela

Varias alternativas

- `by()`
- `split() + lapply()`
- `plyr` (Wickham, 2011)
- `data.table` (Dowle y col., 2014)
- `sqldf` (Grothendieck, 2014)
- `doBy` (Højsgaard y col., 2014)





Agregación de variables

sqldf

Alto número de grupos en
relación ó número de
observacións → > 15-20 %

Agregación de variables

sqldf

Alto número de grupos en
relación ó número de
observacións → > 15-20 %

data.table

Baixo número de grupos en
relación ó número de
observacións → < 15-20 %

Agregación de variables

`sqldf`

Alto número de grupos en
relación ó número de
observacións → > 15-20 %

`data.table`

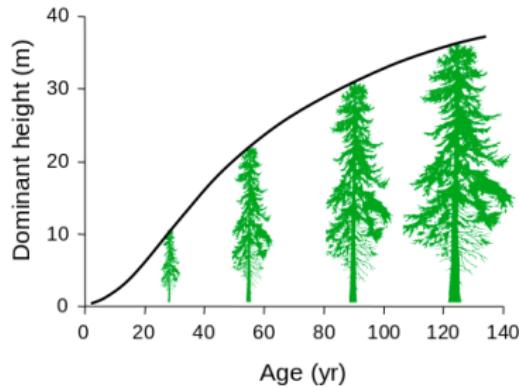
Baixo número de grupos en
relación ó número de
observacións → < 15-20 %

Procesado de datos de inventario

`data.table`

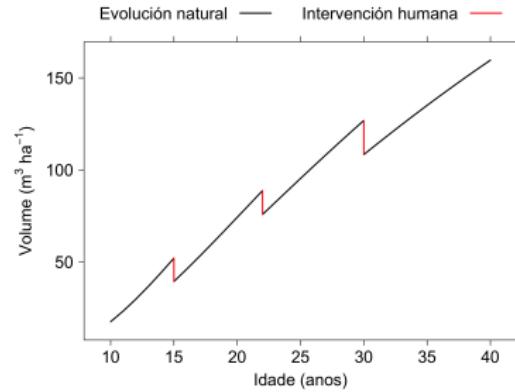
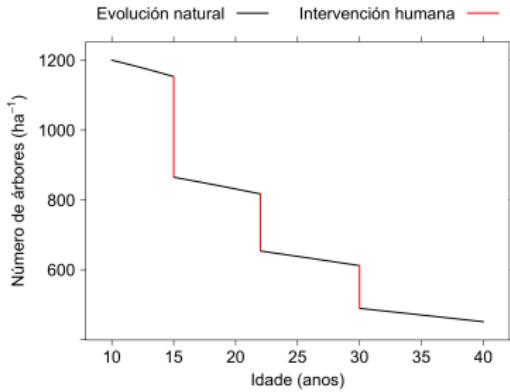
Modelización

- Modelo: abstracción simplificada da realidade → árbores ou rodais
- Sistema forestal
 - Evolución natural
 - Cambios instantáneos (intervención humana)



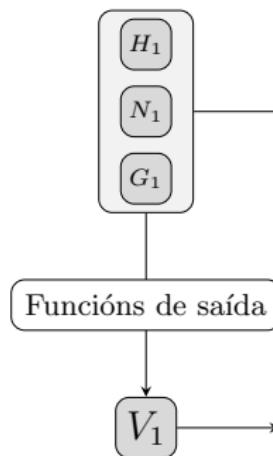
Modelización

- Modelo: abstracción simplificada da realidade → árbores ou rodais
- Sistema forestal
 - Evolución natural
 - Cambios instantáneos (intervención humana)

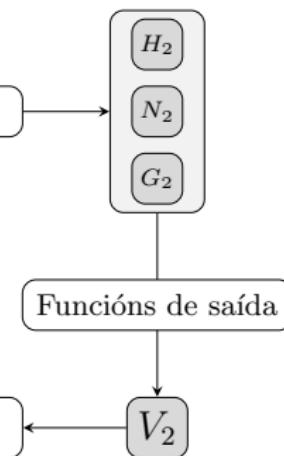


Modelo dinámico de rodal

Variables de estado (t_1)

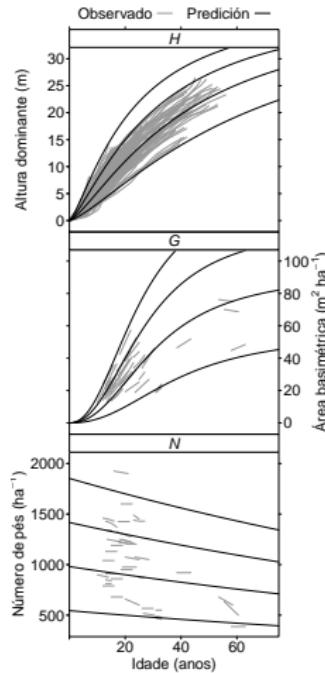


Variables de estado (t_2)

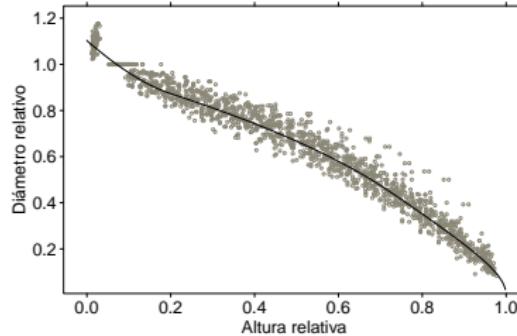
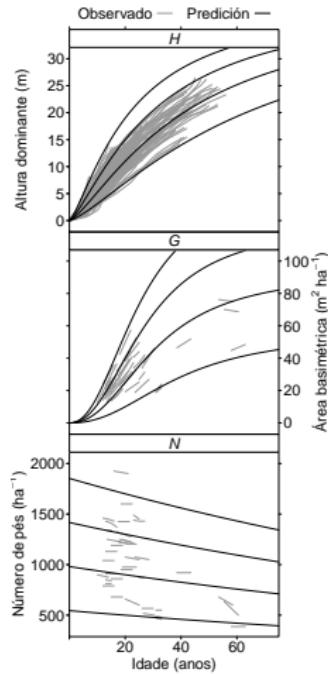


$$\text{Crecemento} = V_2 - V_1$$

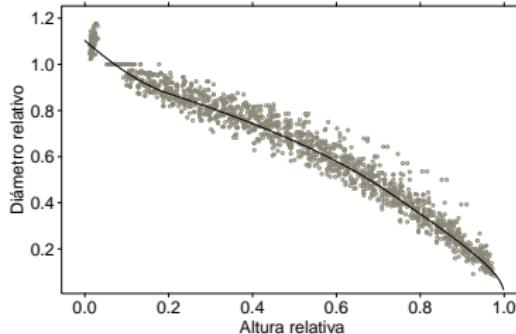
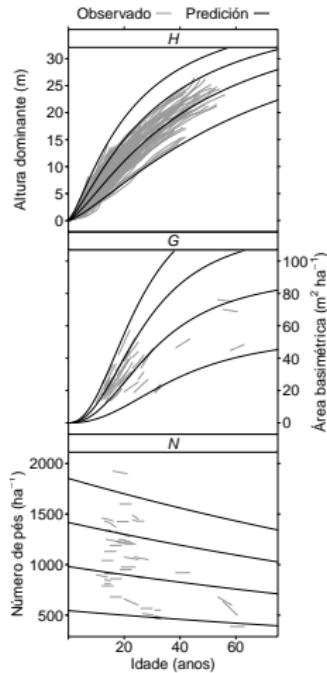
Axuste de modelos



Axuste de modelos



Axuste de modelos



Ferramentas

- `nls()`
- `systemfit` (HenningSEN y Hamann, 2007)
- `nlme` (Pinheiro y col., 2013)
- ...

Simulación e optimización

Simulación

- Modelo dinámico → implementación en R → **simulador**
- Compoñentes → funcións definidas en R
- Variables de entrada
 - Condicions iniciais do rodal
 - Programa selvícola a aplicar

Simulación

- Modelo dinámico → implementación en R → **simulador**
- Compoñentes → funcións definidas en R
- Variables de entrada
 - Condicions iniciais do rodal
 - Programa selvícola a aplicar

Simulación

- Modelo dinámico → implementación en R → **simulador**
- Compoñentes → funcións definidas en R
- Variables de entrada
 - Condicións iniciais do rodal
 - Programa selvícola a aplicar

Simulación

- Modelo dinámico → implementación en R → **simulador**
- Compoñentes → funcións definidas en R
- Variables de entrada
 - Condicións iniciais do rodal
 - Programa selvícola a aplicar

Simulación

- Modelo dinámico → implementación en R → **simulador**
- Compoñentes → funcións definidas en R
- Variables de entrada
 - Condicións iniciais do rodal
 - Programa selvícola a aplicar

Implementación

- Paradigma funcional
- Paradigma orientado a obxectos: clases S3 e S4

Simulación

- Modelo dinámico → implementación en R → **simulador**
- Compoñentes → funcións definidas en R
- Variables de entrada
 - Condicións iniciais do rodal
 - Programa selvícola a aplicar

Implementación

- Paradigma funcional
- Paradigma orientado a obxectos: clases S3 e S4

Simulación

- Modelo dinámico → implementación en R → **simulador**
- Compoñentes → funcións definidas en R
- Variables de entrada
 - Condicións iniciais do rodal
 - Programa selvícola a aplicar

Implementación

- Paradigma funcional
- Paradigma orientado a obxectos: clases S3 e S4

Xestión forestal

Niveis de toma de decisións

- **Rodal:** sen ter en conta os que o rodean
- **Monte:** xestión conxunta dos rodais que forman parte dun monte

Xestión forestal

Niveis de toma de decisións

- **Rodal:** sen ter en conta os que o rodean
- **Monte:** xestión conxunta dos rodaís que forman parte dun monte

Optimización a nivel rodal

Optimizar a xestión → diferentes obxectivos

Número, momento, tipo e intensidade das cortas

- Busca en profundidade (Russell y Norvig, 2009)
- Hooke e Jeeves (1961)
- Métodos baseados en poboacións de solucións:
 - Evolución diferencial (Storn y Price, 1997)
 - Enxamio de partículas (Kennedy y Eberhart, 1995)
 - ...

Optimización a nivel rodal

Optimizar a xestión → diferentes obxectivos

Número, momento, tipo e intensidade das cortas

- Busca en profundidade (Russell y Norvig, 2009)
- Hooke e Jeeves (1961)
- Métodos baseados en poboacións de solucións:
 - Evolución diferencial (Storn y Price, 1997)
 - Enxamio de partículas (Kennedy y Eberhart, 1995)
 - ...

Optimización a nivel rodal

Optimizar a xestión → diferentes obxectivos

Número, momento, tipo e intensidade das cortas

- Busca en profundidade (Russell y Norvig, 2009)
- Hooke e Jeeves (1961)
- Métodos baseados en poboacións de solucións:
 - Evolución diferencial (Storn y Price, 1997)
 - Enxamio de partículas (Kennedy y Eberhart, 1995)
 - ...

Optimización a nivel rodal

Optimizar a xestión → diferentes obxectivos

Número, momento, tipo e intensidade das cortas

- Busca en profundidade (Russell y Norvig, 2009)
- Hooke e Jeeves (1961)
- Métodos baseados en poboacións de solucións:
 - Evolución diferencial (Storn y Price, 1997)
 - Enxamio de partículas (Kennedy y Eberhart, 1995)
 - ...

Optimización a nivel rodal

Optimizar a xestión → diferentes obxectivos

Número, momento, tipo e intensidade das cortas

- Busca en profundidade (Russell y Norvig, 2009)
- Hooke e Jeeves (1961)
- Métodos baseados en poboacións de solucións:
 - Evolución diferencial (Storn y Price, 1997)
 - Enxamio de partículas (Kennedy y Eberhart, 1995)
 - ...

Algoritmos

Implementación
propria en R

Optimización a nivel rodal

Optimizar a xestión → diferentes obxectivos

Número, momento, tipo e intensidade das cortas

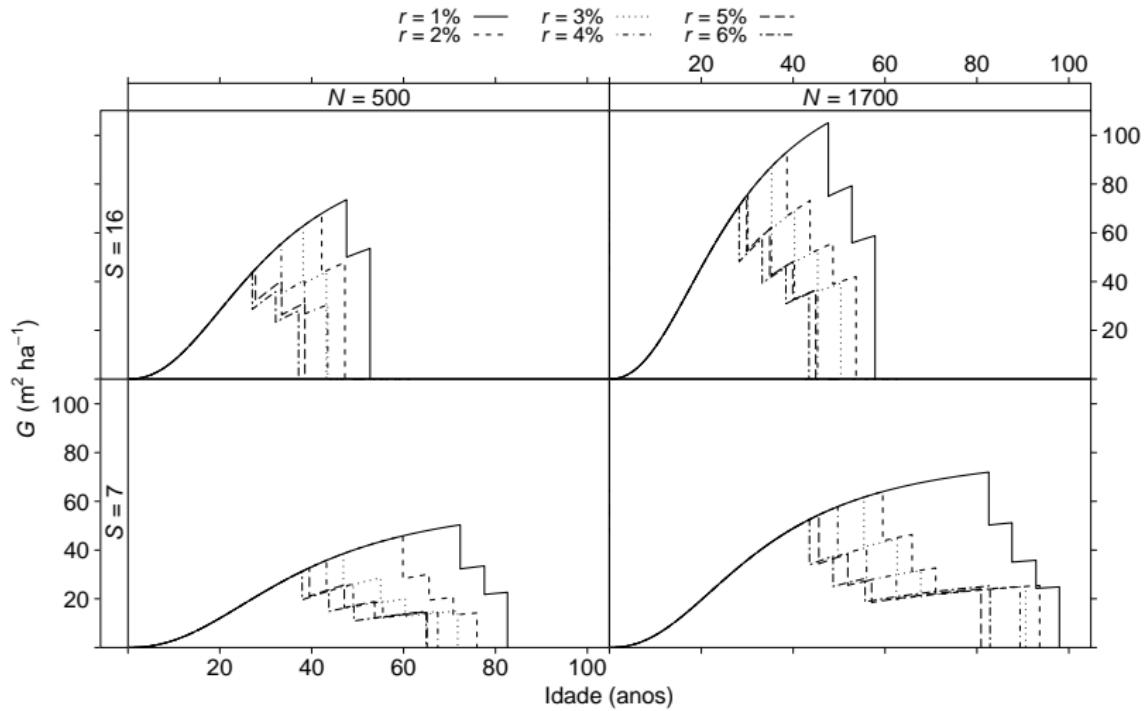
- Busca en profundidade (Russell y Norvig, 2009)
- Hooke e Jeeves (1961)
- Métodos baseados en poboacións de solucións:
 - Evolución diferencial (Storn y Price, 1997)
 - Enxamio de partículas (Kennedy y Eberhart, 1995)
 - ...

Algoritmos

Implementación
propia en R

- `optim()`
- `dfoptim` (Varadhan y Borchers, 2011)
- `DEoptim` (Mullen y col., 2011)

Optimización a nivel rodal



Optimización a nivel monte

Optimización

Programación no espazo e no tempo das cortas

Optimización a nivel monte

Optimización

Programación no espazo e no tempo das cortas

Restricións → espaciais e temporais

Optimización a nivel monte

Optimización

Programación no espazo e no tempo das cortas

Restricións → espaciais e temporais

Técnicas

- Programación lineal → lpSolveAPI (Konis, 2014)
- Heurísticos
 - Recocido simulado → optim()
 - Algoritmos xenéticos → GA (Scrucca, 2012)
 - Busca tabú → tabuSearch (Domíjan, 2012)
 - ...

Optimización a nivel monte

Optimización

Programación no espazo e no tempo das cortas

Restricións → espaciais e temporais

Técnicas

- Programación lineal → lpSolveAPI (Konis, 2014)
- Heurísticos
 - Recocido simulado → optim()
 - Algoritmos xenéticos → GA (Scrucca, 2012)
 - Busca tabú → tabuSearch (Domijan, 2012)
 - ...

Utilidades transversais

lattice

- Curva de aprendizaxe → más pendente que ggplot2
- Máis eficiente
- Máis flexible
- Exemplos

lattice

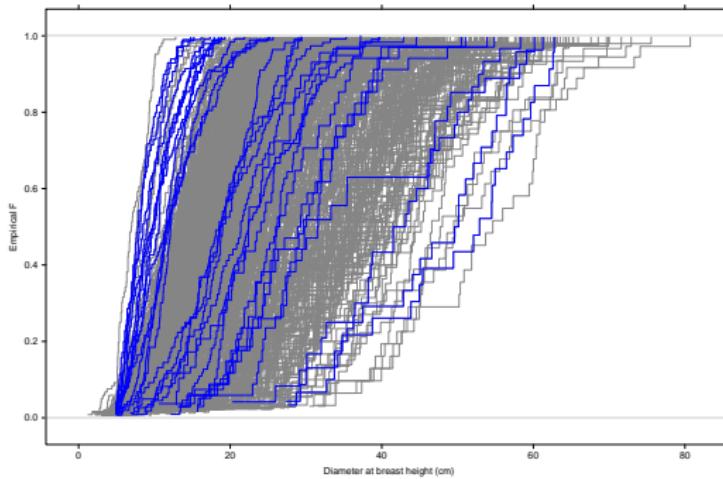
- Curva de aprendizaxe → más pendente que ggplot2
- Máis eficiente
- Máis flexible
- Exemplos

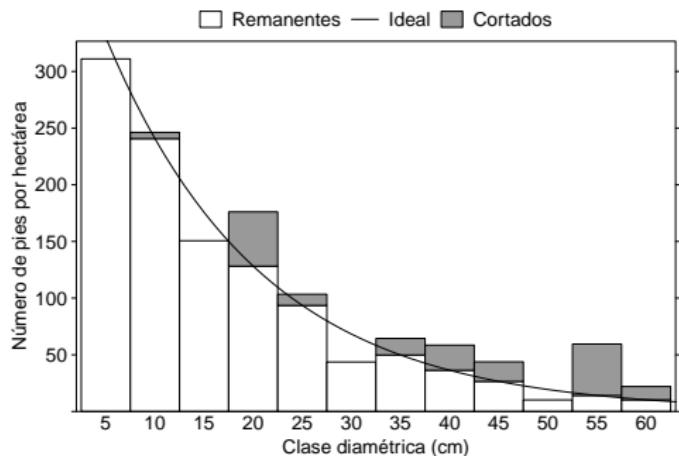
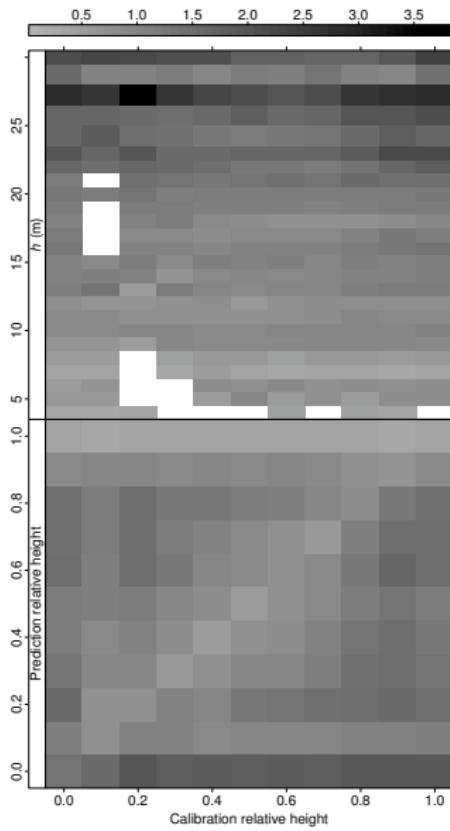
lattice

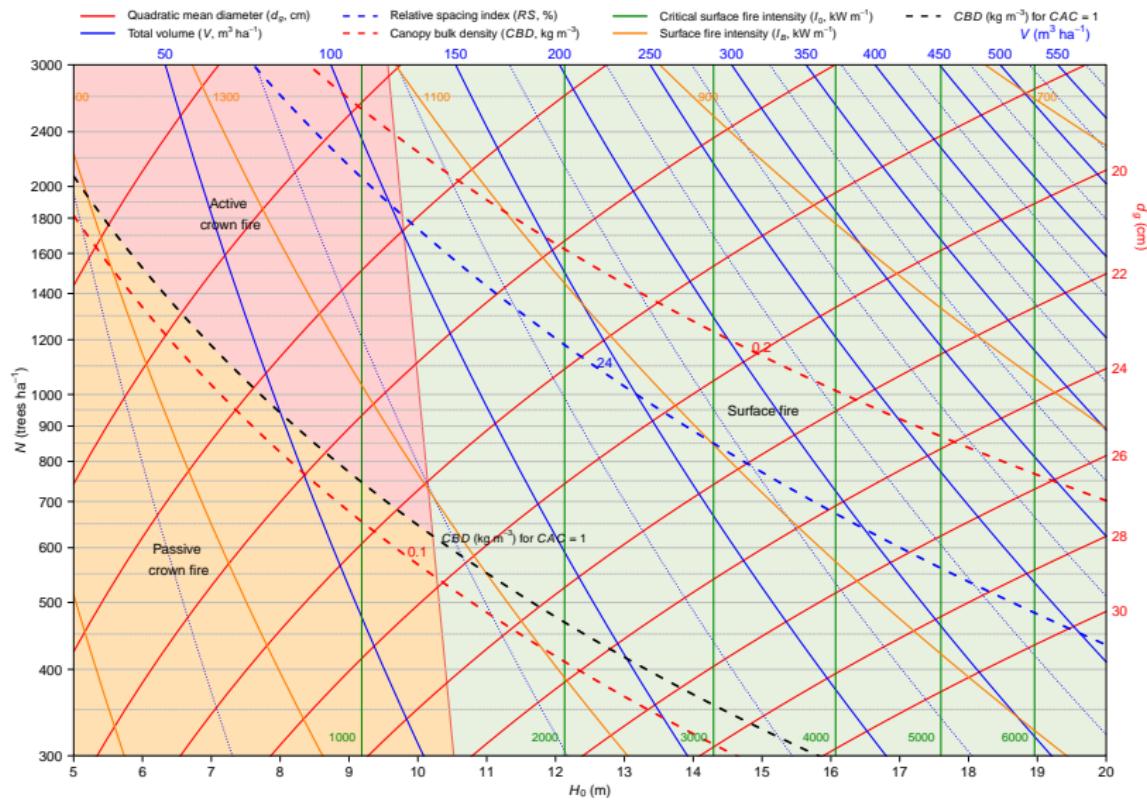
- Curva de aprendizaxe → más pendente que ggplot2
- Máis eficiente
- Máis flexible
- Exemplos

lattice

- Curva de aprendizaxe → más pendente que ggplot2
- Máis eficiente
- Máis flexible
- Exemplos







Paquete de R

- Varios módulos
 - Procesado de datos de inventario
 - Prediccións dos modelos
 - Simulación de programas selvícolas
 - Optimización a nivel rodal
 - Optimización a nivel monte
- Principais especies forestais de Galicia
- Inclusión de funcións xenéricas → calquera especie e rexión

Paquete de R

- Varios módulos
 - Procesado de datos de inventario
 - Prediccións dos modelos
 - Simulación de programas selvícolas
 - Optimización a nivel rodal
 - Optimización a nivel monte
- Principais especies forestais de Galicia
- Inclusión de funcións xenéricas → calquera especie e rexión

Paquete de R

- Varios módulos
 - Procesado de datos de inventario
 - Prediccións dos modelos
 - Simulación de programas selvícolas
 - Optimización a nivel rodal
 - Optimización a nivel monte
- Principais especies forestais de Galicia
- Inclusión de funcións xenéricas → calquera especie e rexión

Referencias I

-  Domijan, K. (2012). *tabuSearch: R based tabu search algorithm.*
-  Dowle, M, T Short, S Lianoglou, A Srinivasan, R Saporta y E Antoneyan (2014). *data.table: Extension of data.frame.*
-  Grothendieck, G (2014). *sqldf: Perform SQL Selects on R Data Frames.*
-  Henningsen, A. y J. D. Hamann (2007). «*systemfit: a package for estimating systems of simultaneous equations in R*». En: *J. Stat. Softw.* 23.4, págs. 1-40.
-  Højsgaard, S, U. Halekoh, J. Robison-Cox, K. Wright y A. A Leidi (2014). *doBy: doBy - Groupwise summary statistics, LSmeans, general linear contrasts, various utilities.*

Referencias II

-  Hooke, R. y T. A. Jeeves (1961). «“Direct Search” solution of numerical and statistical problems». En: *J. Assoc. Comput. Mach.* 8, págs. 212-229.
-  Kennedy, J. y R. Eberhart (1995). «Particle swarm optimization». En: *IEEE Int. Conf. Neural Networks*. Perth, Australia: IEEE Service Center, págs. 1942-1948.
-  Konis, K. (2014). *lpSolveAPI: R interface for lp_solve version 5.5.2.0*.
-  Mullen, K, D Ardia y D. Gil (2011). «DEoptim: sn R package for global optimization by differential evolution». En: *J. Stat. Softw.* 40.6, págs. 1-26.
-  Pinheiro, J. C., D. M. Bates, S. DebRoy, D. Sarkar y R. C. Team (2013). *nlme: Linear and Nonlinear Mixed Effects Models*.

Referencias III

-  Russell, S. y P. Norvig (2009). *Artificial intelligence: a modern approach*. Prentice-Hall, pág. 1132.
-  Scrucca, L. (2012). «GA: a package for genetic algorithms in R». En: *J. Stat. Softw.* 53.4, págs. 1-37.
-  Storn, R. y K. Price (1997). «Differential evolution—a simple and efficient heuristic for global optimization over continuous spaces». En: *J. Glob. Optim.* 11.4, págs. 341-359.
-  Varadhan, R. y H. W. Borchers (2011). *dfoptim: derivative-free optimization*.
-  Wickham, H (2011). «The Split-Apply-Combine Strategy for Data Analysis». En: *Hadley Wickham* 40.1, págs. 1-29.