

# Resultados propuestas de investigación.

Avances en el proyecto “Análisis de Oportunidades Energéticas con Fuentes Alternativas en el Departamento de Nariño - ALTERNAR”.

Componente: Biomasa

Grupo de Investigación en Ingeniería Eléctrica y Electrónica<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería Electrónica  
Universidad de Nariño

Agosto 2015

# Agenda

- 1 Planteamiento del problema.
- 2 Trabajos relacionados.
- 3 La propuesta...
- 4 Ejecución de la propuesta...
  - Los datos...
  - Pre-procesamiento...
  - Modelado...
  - Extrapolado y visualización de resultados...

# Agenda

- 1 Planteamiento del problema.
- 2 Trabajos relacionados.
- 3 La propuesta...
- 4 Ejecución de la propuesta...
  - Los datos...
  - Pre-procesamiento...
  - Modelado...
  - Extrapolado y visualización de resultados...

# Planteamiento del problema

- Ubicación de potenciales lugares donde las condiciones de biomasa resulten apropiadas.
- No existen series de tiempo disponibles para la región.
- Estos dependen de un trabajo de campo en la zona (costoso).

# Algunas alternativas

- Acceso a un amplio repositorio de imágenes satelitales (Landsat).
- Acceso a estudios previos de estimación de biomasa (2002-03).
- Disponibilidad de implementaciones para la generación de modelos de regresión.
- Diversos estudios han explorado el uso de imágenes satelitales para la estimación de biomasa.

# Agenda

- 1 Planteamiento del problema.
- 2 Trabajos relacionados.
- 3 La propuesta...
- 4 Ejecución de la propuesta...
  - Los datos...
  - Pre-procesamiento...
  - Modelado...
  - Extrapolado y visualización de resultados...

# Trabajos relacionados

- Klemas [2013] presenta una metodología para detectar cambios en los niveles de biomasa en diferentes zonas costeras de USA usando imágenes Lidar y regresión lineal.
- Baccini et al. [2008] usan imágenes MODIS y árboles de decisión para estimar el índice AGB (above-ground biomass) en una extensa área del África tropical.
- De manera similar, Mitchard et al. [2009] usan imágenes de radar para predecir AGB en cuatro reservas y parques naturales africanos clasificando diversos tipos de corteza terrestre.

# Trabajos relacionados

- Muukkonen and Heiskanen [2007] usan imágenes MODIS y ASTER para estimar biomasa con el fin de levantar un inventario de captura de carbono.
- Powell et al. [2010] utilizan nuevas técnicas de regresión para la generación de modelos de biomasa utilizando esta vez imágenes Landsat.
- En Hall et al. [2006] se introduce el método bioSTRUCT el cual genera correlaciones entre las bandas de imágenes Landsat y valores nominales de AGB medidas en laboratorio.

# Agenda

- 1 Planteamiento del problema.
- 2 Trabajos relacionados.
- 3 La propuesta...  
4 Ejecución de la propuesta...
  - Los datos...
  - Pre-procesamiento...
  - Modelado...
  - Extrapolado y visualización de resultados...

# Objetivo

Calcular modelos de regresión de biomasa a partir de bandas de imágenes satelitales Landsat para la generación de mapas de biomasa en el departamento de Nariño.

# Metodología

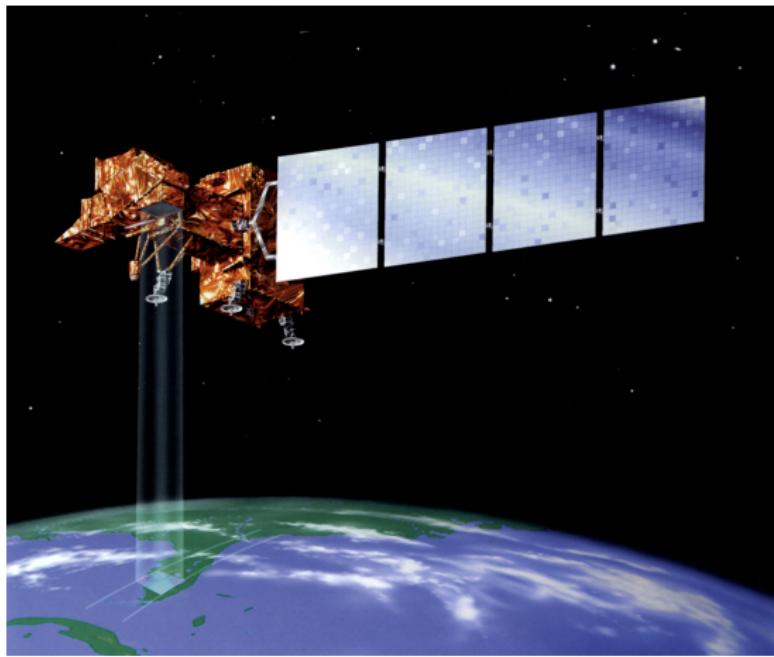
- Obtener un banco de imágenes satelitales del área de estudio desde los repositorios de libre acceso de Landsat.
- Seleccionar las técnicas de regresión y parámetros más apropiados.
- Aplicar las técnicas seleccionadas sobre los datos procesados para la obtención de los modelos de regresión.
- Extrapolar y visualizar los resultados obtenidos.

# Agenda

- 1 Planteamiento del problema.
- 2 Trabajos relacionados.
- 3 La propuesta...
- 4 Ejecución de la propuesta...
  - Los datos...
  - Pre-procesamiento...
  - Modelado...
  - Extrapolado y visualización de resultados...

# Landsat 7

- Landsat 7 (L7) Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)

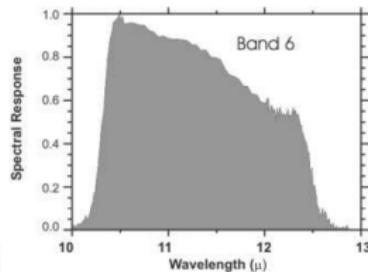
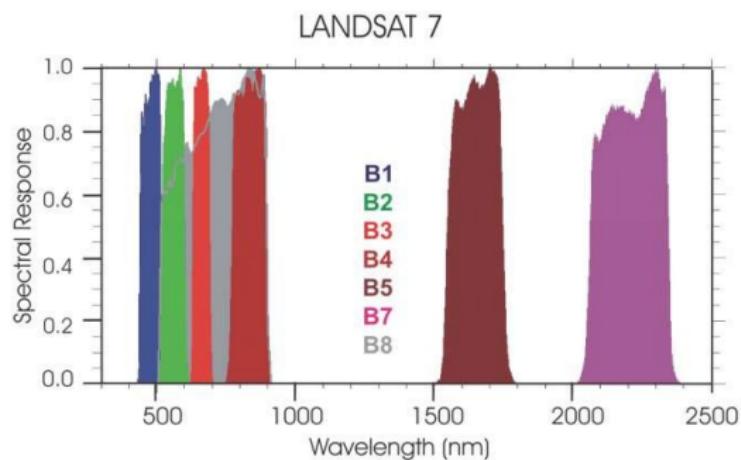


# Landsat 7

- Landsat 7 (L7) Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)
  - Disponible desde Abril de 1999.
  - Intervalo de repetición cada 16 días.
  - Una banda pancromática con resolución espacial de 15m.
  - Tres bandas visibles para el azul, verde, rojo a 30m.
  - Tres bandas infrarrojas a 30m.
  - Una banda térmica a 60m.

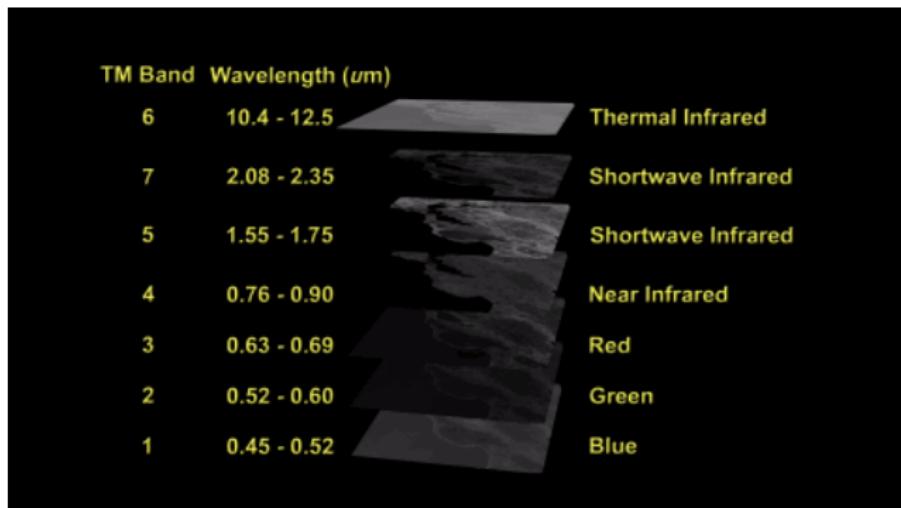
# Landsat 7

- Landsat 7 (L7) Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)



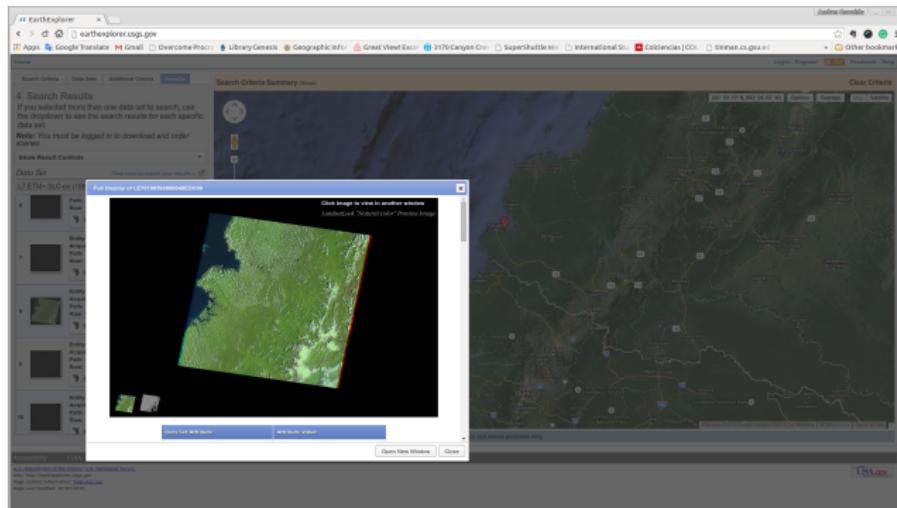
# Landsat 7

- Landsat 7 (L7) Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+)



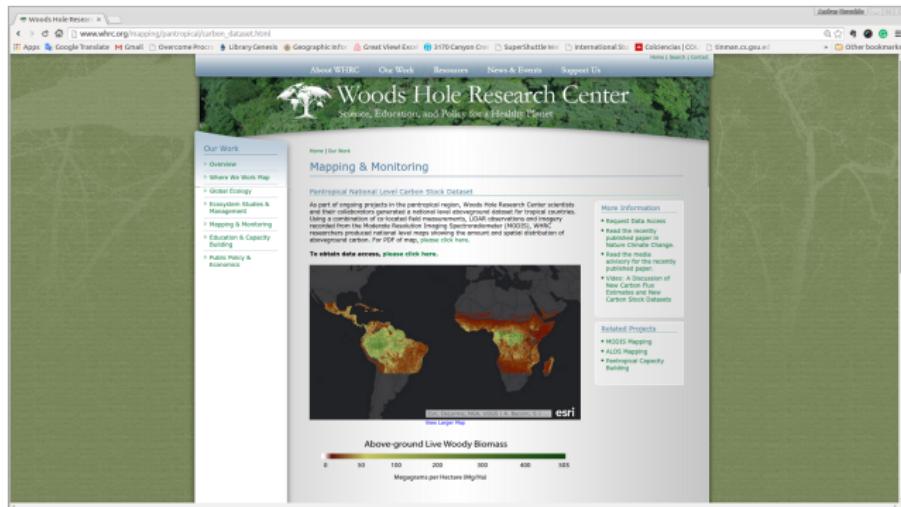
# Landsat 7

- Earth Explorer



# Pantropical National Level Carbon Stock Dataset

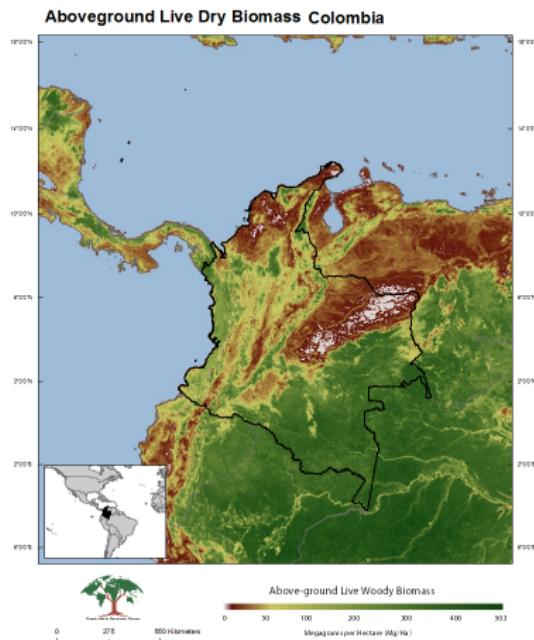
## • The Woods Hole Research Center



[Baccini et al., 2012]

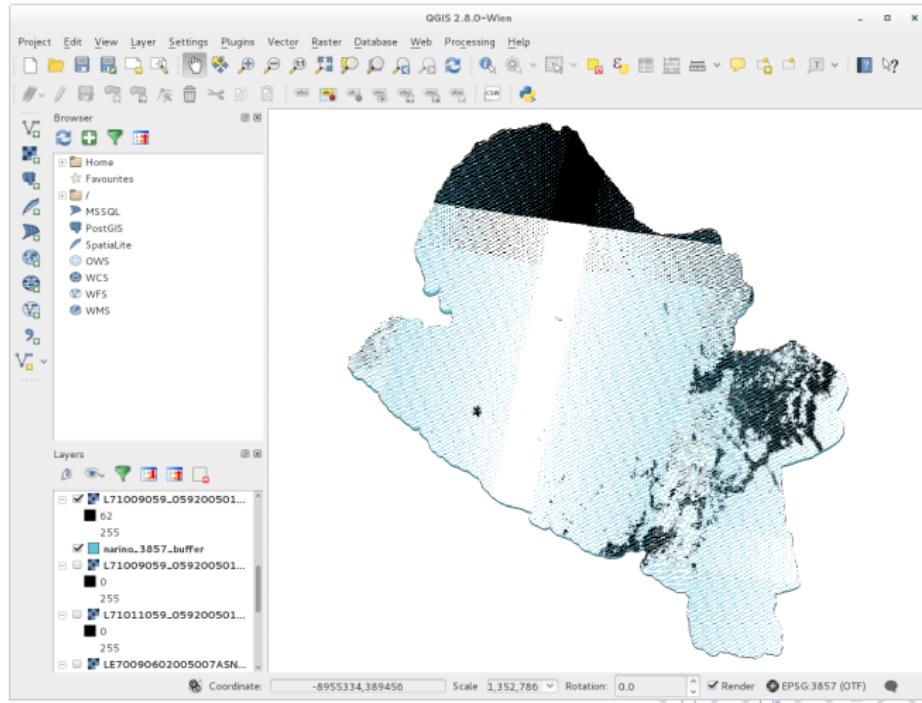
# Pantropical National Level Carbon Stock Dataset

- The Woods Hole Research Center



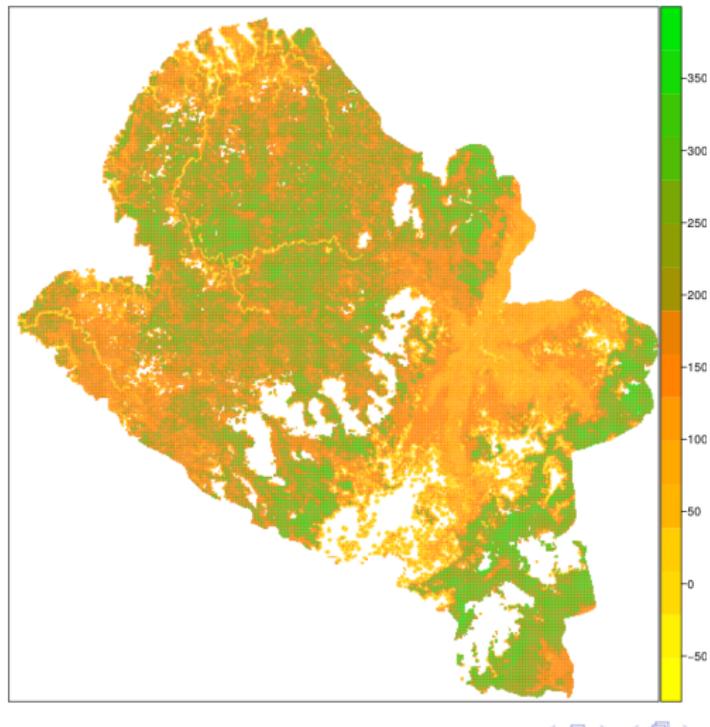
# Landsat ETM+

- Combinación, recorte, cálculo de reflectancia y eliminación de píxeles nublados.



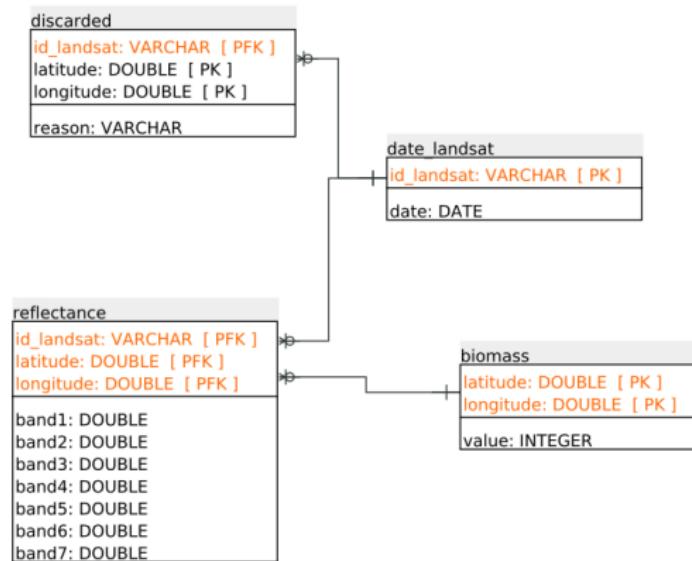
# The Woods Hole Research Center

- Clip y eliminación de píxeles nulos



# Gestión en bases de datos relacional

- Esquema de la base de datos procesada...



# Selección de técnicas de regresión

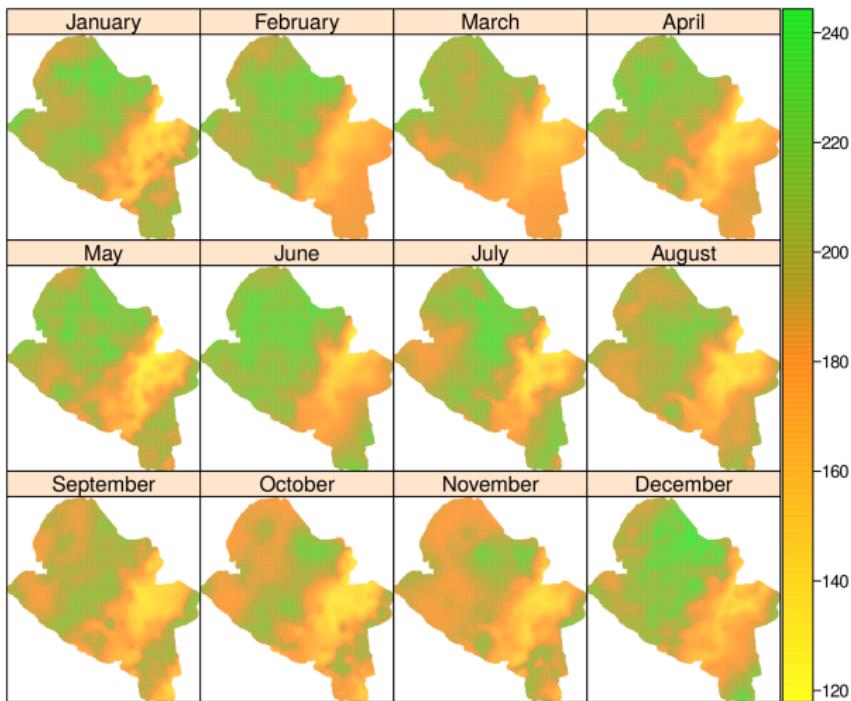
- Paquete rminer [Cortez, 2010a], [Cortez, 2010b]

## 1.5. Conjunto de 1009 datos y 35 muestras

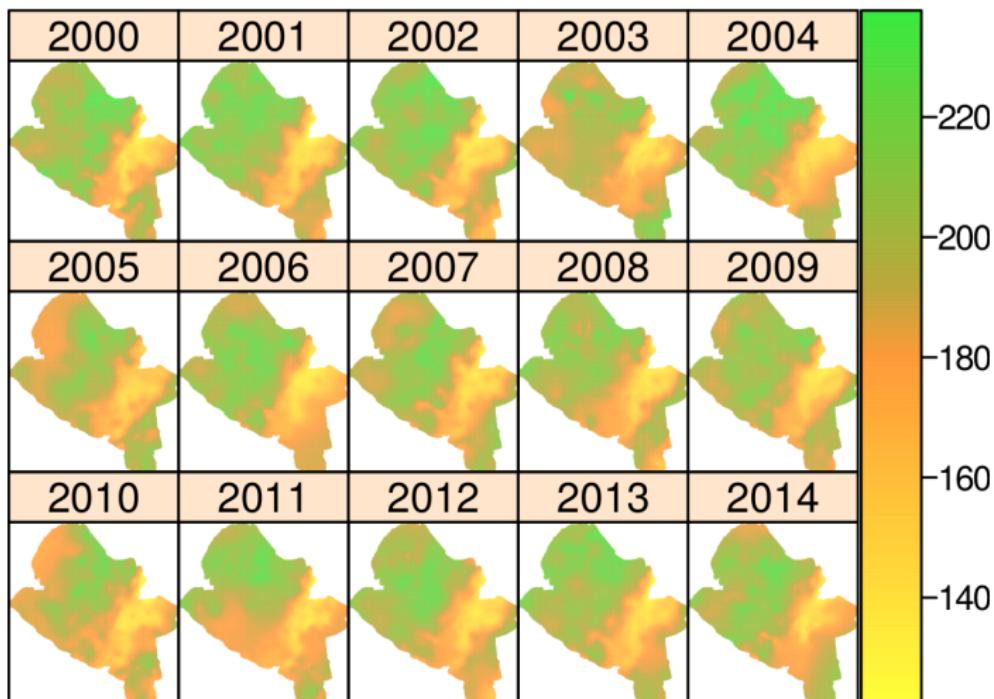
	SAE	MAE	RAE	RMSE	COR	R2
ctree	10406.58225	30.88007	65.04650	40.02893	0.69401	0.48165
rpart	10197.95826	30.26100	63.74249	39.37592	0.70520	0.49730
kknn	9147.51425	27.14396	57.17667	36.86581	0.74955	0.56182
mlp	9000.95905	26.70908	56.26063	35.73037	0.76809	0.58996
mlpe	8791.27839	26.08688	54.95001	<b>33.91572</b>	0.79244	0.62796
ksvm	<b>8463.32951</b>	<b>25.11374</b>	<b>52.90017</b>	34.67996	<b>0.79832</b>	<b>0.63731</b>
randomForest	8931.29430	26.50236	55.82519	34.93439	0.77899	0.60683
mr	10591.61645	31.42913	66.20305	39.10858	0.71055	0.50488
mars	8842.91866	26.24011	55.27279	33.96852	0.79161	0.62665
cubist	9012.54150	26.74345	56.33302	35.70576	0.77611	0.60235
pcr	10337.63121	30.67546	64.61552	38.59290	0.72023	0.51873
plsr	10337.63121	30.67546	64.61552	38.59290	0.72023	0.51873
cppls	10337.63121	30.67546	64.61552	38.59290	0.72023	0.51873

Cuadro 5: Métricas de modelos analizados con 35 muestras

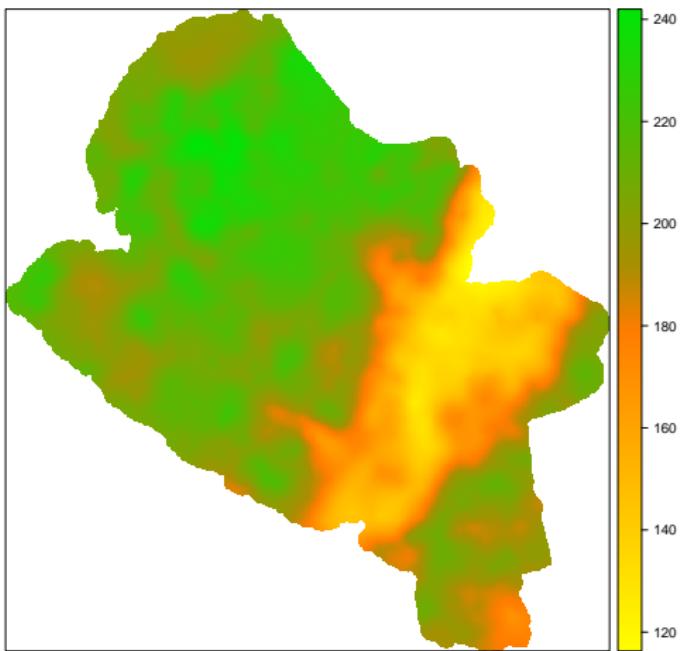
## Por meses



## Por años



# General



- A. Baccini, N. Laporte, S. J. Goetz, M. Sun, and H. Dong. A first map of tropical africa's above-ground biomass derived from satellite imagery. *Environmental Research Letters*, 3(4):045011, October 2008. ISSN 1748-9326. doi: 10.1088/1748-9326/3/4/045011. URL <http://iopscience.iop.org/1748-9326/3/4/045011>.
- A. Baccini, S. J. Goetz, W. S. Walker, N. T. Laporte, M. Sun, D. Sulla-Menashe, J. Hackler, P. S. A. Beck, R. Dubayah, M. A. Friedl, S. Samanta, and R. A. Houghton. Estimated carbon dioxide emissions from tropical deforestation improved by carbon-density maps. *Nature Climate Change*, 2(3):182–185, January 2012. ISSN 1758-678X, 1758-6798. doi: 10.1038/nclimate1354. URL <http://tiles.arcgis.com/tiles/tWF28TdwCm3ZaV7m/arcgis/rest/services/PantropicBiomassFull/MapServer>.
- Paulo Cortez. Data mining with neural networks and support vector machines using the R/rminer tool. In *Advances in Data Mining. Applications and Theoretical Aspects*, pages 572–583. Springer, 2010a. URL [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-14400-4\\_44](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-14400-4_44).
- Paulo Cortez. Sensitivity analysis for time lag selection to forecast seasonal time series using neural networks and support vector machines. pages 1–8. IEEE, July 2010b. ISBN 978-1-4244-6916-1. doi: 10.1109/IJCNN.2010.5596890. URL <http://ieeexplore.ieee.org/lpdocs/epic03/wrapper.htm?arnumber=5596890>.
- R.J. Hall, R.S. Skakun, E.J. Arsenault, and B.S. Case. Modeling forest stand structure attributes using landsat ETM+ data: Application to mapping of aboveground biomass and stand volume. *Forest Ecology and Management*, 225(1-3):378–390, April 2006. ISSN 03781127. doi: 10.1016/j.foreco.2006.01.014. URL <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0378112706000235>.

Victor Klemas. Remote sensing of coastal wetland biomass: An overview. *Journal of Coastal Research*, 290:1016–1028, September 2013. ISSN 0749-0208. doi: 10.2110/jcoastre.12-0536.

- 10.2112/JCOASTRES-D-12-00237.1. URL  
<http://jcronline.org/doi/abs/10.2112/JCOASTRES-D-12-00237.1>.
- E. T. A. Mitchard, S. S. Saatchi, I. H. Woodhouse, G. Nangendo, N. S. Ribeiro, M. Williams, C. M. Ryan, S. L. Lewis, T. R. Feldpausch, and P. Meir. Using satellite radar backscatter to predict above-ground woody biomass: A consistent relationship across four different african landscapes. *Geophysical Research Letters*, 36(23):n/a–n/a, 2009. ISSN 1944-8007. doi: 10.1029/2009GL040692. URL  
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2009GL040692/abstract>.
- P. Muukkonen and J. Heiskanen. Biomass estimation over a large area based on standwise forest inventory data and ASTER and MODIS satellite data: A possibility to verify carbon inventories. *Remote Sensing of Environment*, 107(4):617–624, April 2007. ISSN 0034-4257. doi: 10.1016/j.rse.2006.10.011. URL  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003442570600407X>.
- Scott L. Powell, Warren B. Cohen, Sean P. Healey, Robert E. Kennedy, Gretchen G. Moisen, Kenneth B. Pierce, and Janet L. Ohmann. Quantification of live aboveground forest biomass dynamics with landsat time-series and field inventory data: A comparison of empirical modeling approaches. *Remote Sensing of Environment*, 114(5):1053–1068, May 2010. ISSN 0034-4257. doi: 10.1016/j.rse.2009.12.018. URL  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425709003745>.