



Universidad  
del Cauca

# Detección Automática de Condiciones Agroclimáticas para Siembra de Cultivos en Zonas Tropicales y Subtropicales mediante Métodos de Ensamble

**MSc. Iván Darío López**

**Director:**

**PhD. Juan Carlos Corrales**

Popayán, Colombia  
2016



GRUPO DE INGENIERIA  
TELEMÁTICA



Departamento de  
**Telemática**

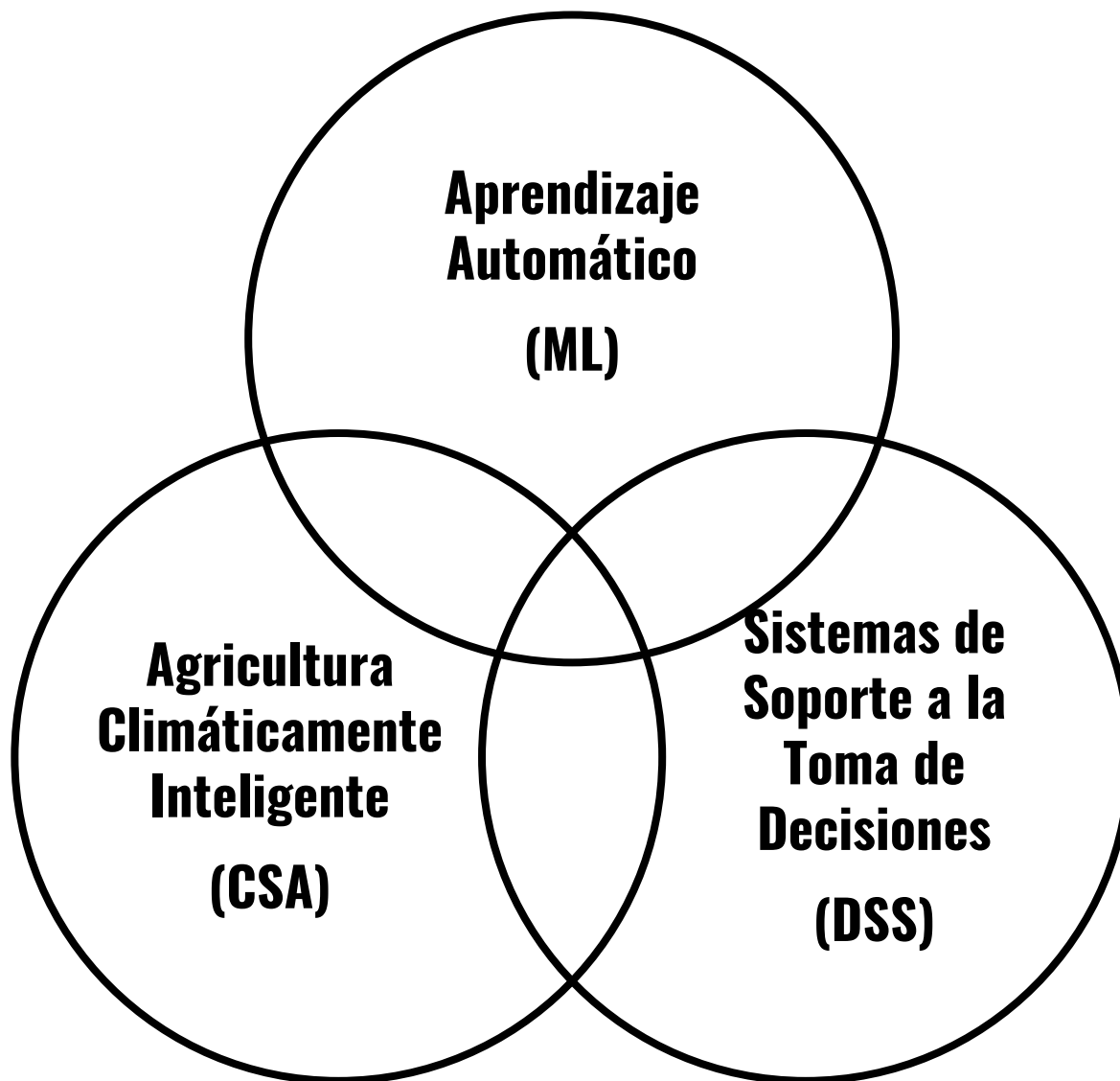


**COLCIENCIAS**  
Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

# Agenda

- Contexto
- Escenario de Motivación
- Trabajos Relacionados
- Brechas
- Pregunta de Investigación
- Objetivos
- Avances

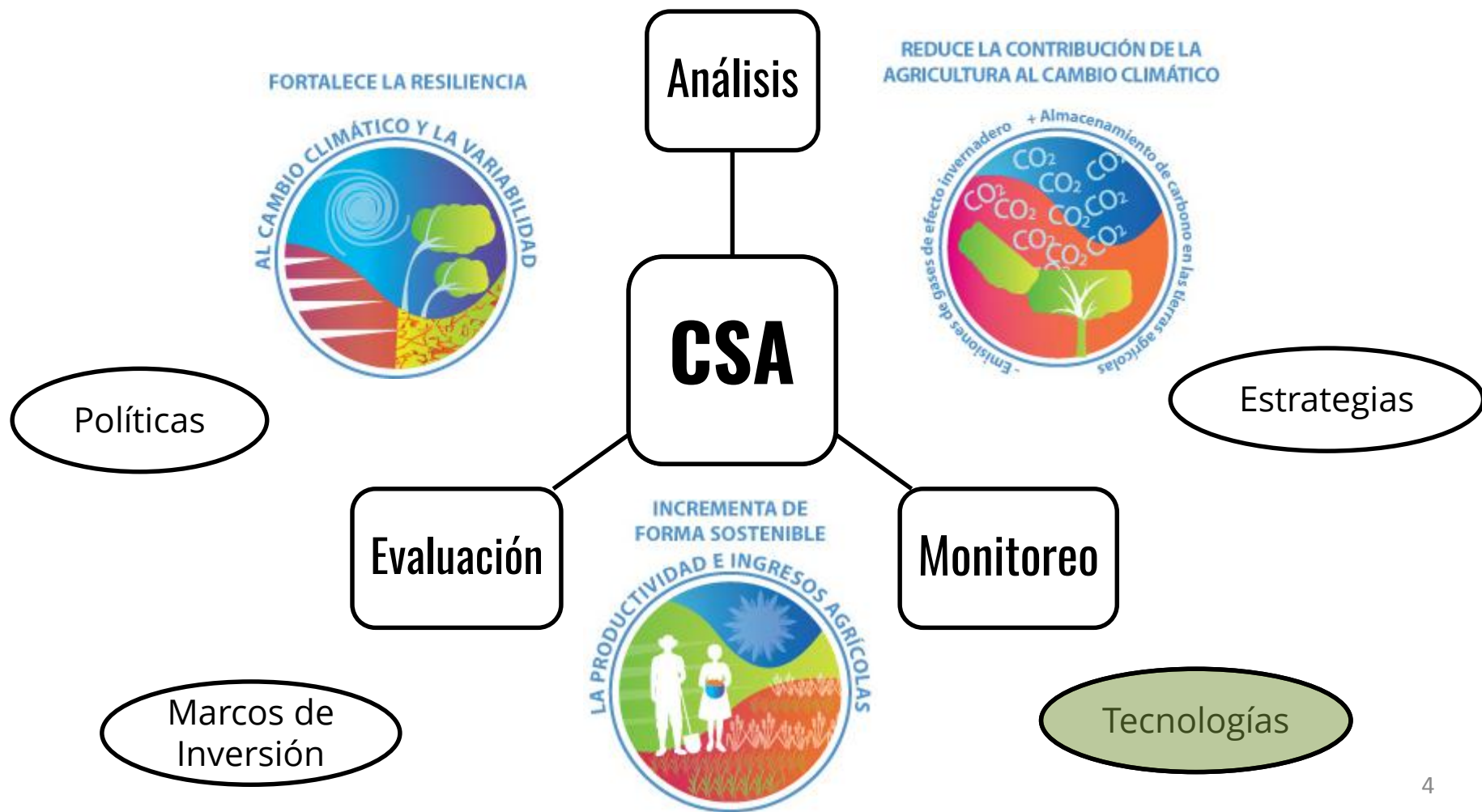


# Agricultura Climáticamente Inteligente (CSA)



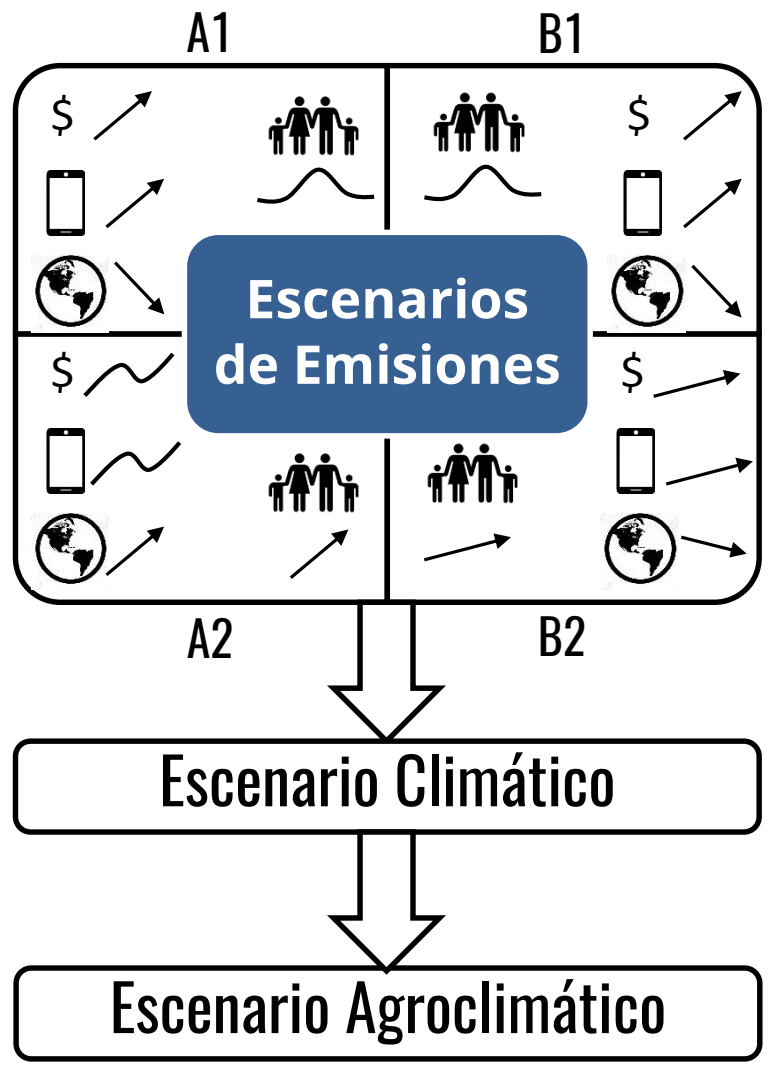
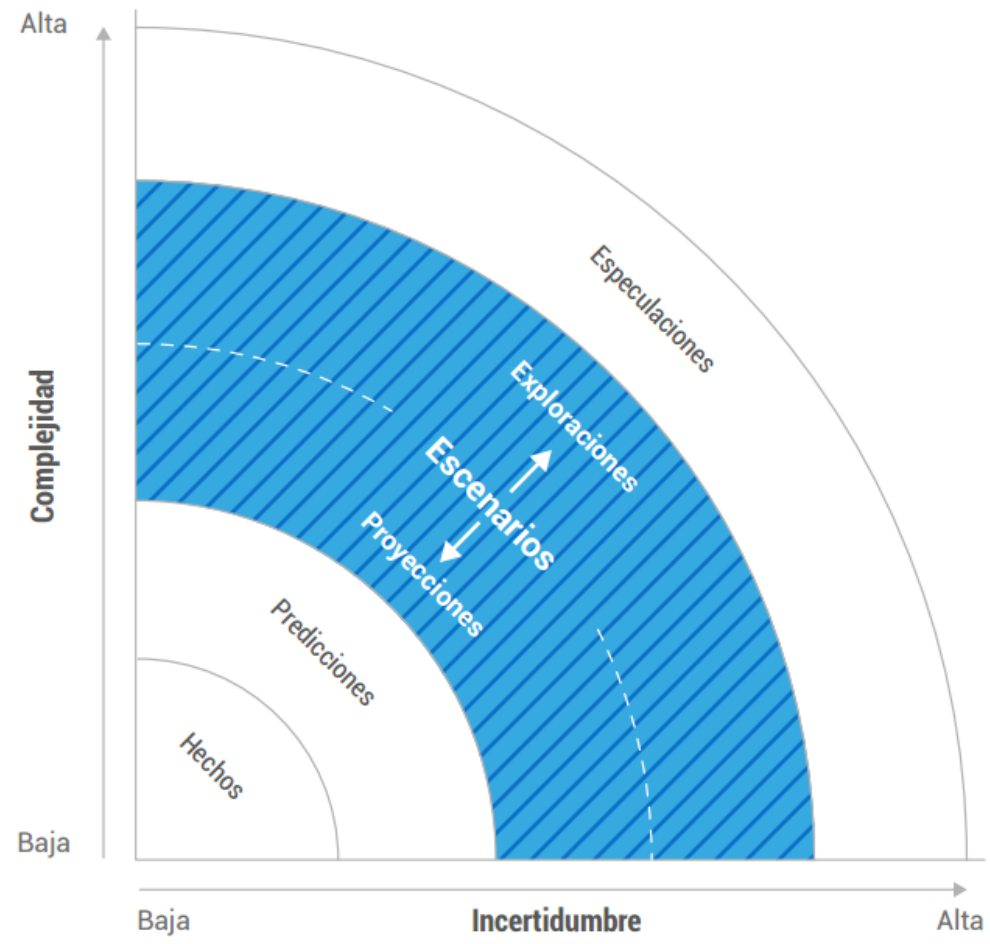
Food and Agriculture Organization of the United Nations

**Enfoque** que permite guiar acciones para **reorientar los sistemas agrícolas** con el fin de desarrollar y garantizar la seguridad alimentaria en un **clima cambiante**. (FAO, 2010)



# Escenarios Climáticos

Representación del clima que se observaría en la atmósfera en las diferentes épocas futuras. (IPCC, 2013)



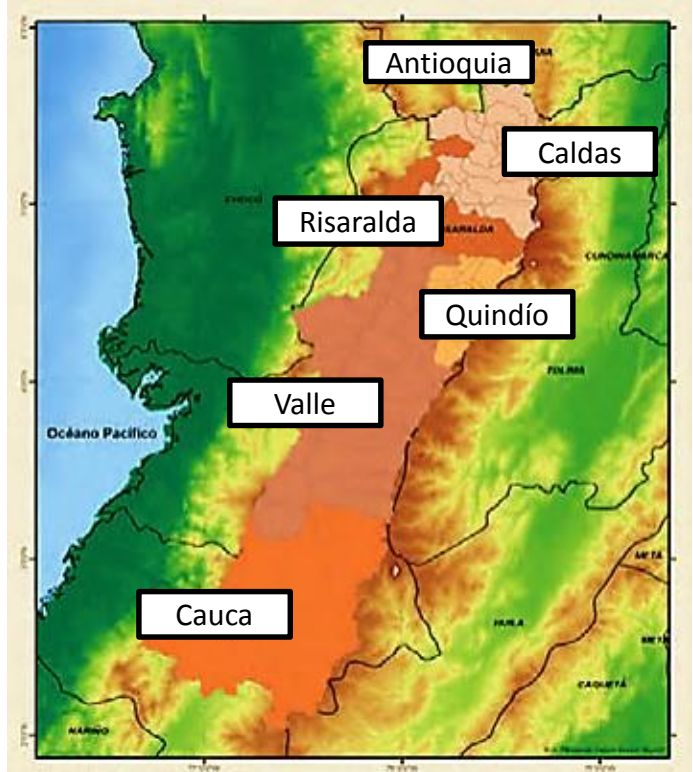
# Agricultura, Vulnerabilidad y Adaptación (AVA)

Metodología para medir la **vulnerabilidad** del sector agrícola. (AVA, 2013)

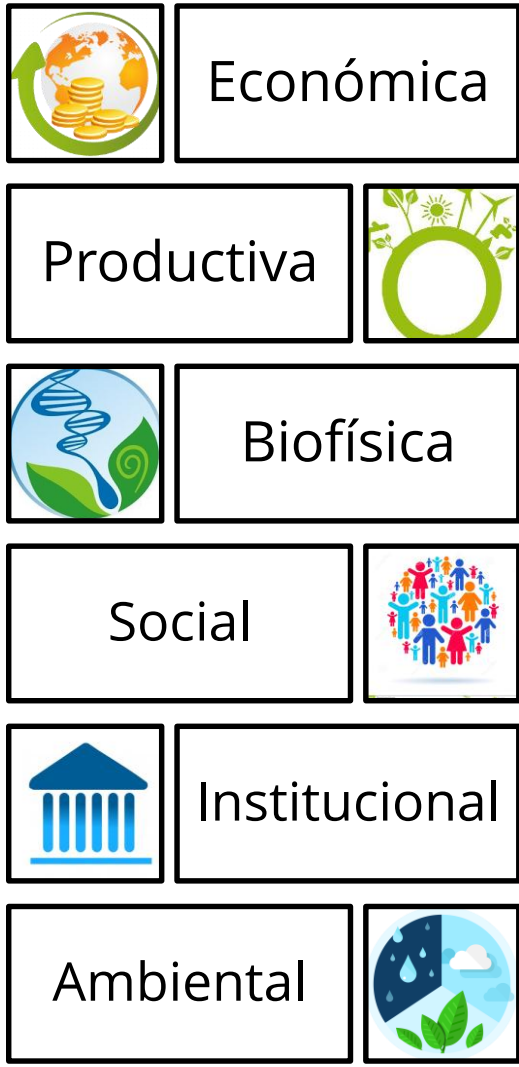


Climate & Development Knowledge Network

Cuenca Alta del Río Cauca, Colombia



**Dimensiones**

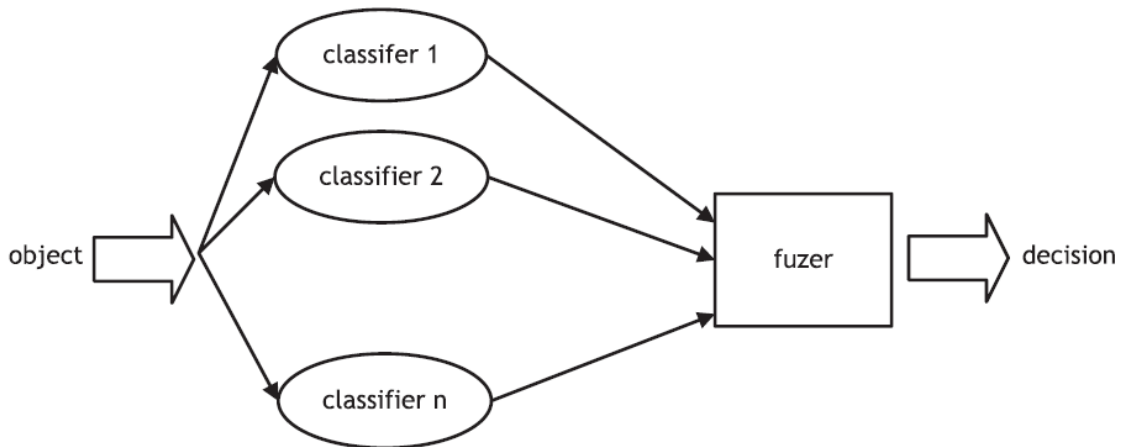




# Aprendizaje Automático (ML)

Estudio y construcción de algoritmos que pueden **aprender** y hacer **predicciones** sobre diferentes conjuntos de datos. (Simon, 2013), (Kohavi, 1998)

## Sistemas de Múltiples Clasificadores - MCS (Métodos de Ensamble / Ensamble de Clasificadores / Métodos Combinados de Aprendizaje) (Hansen y Salamon, 1990)

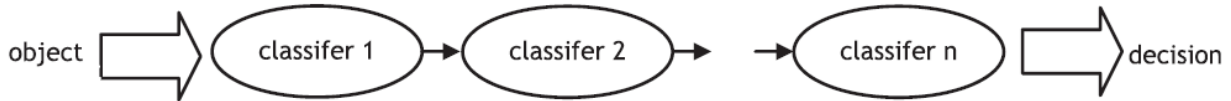


### Combinación de Clasificadores

- Boosting
- Bagging
- Random Forest

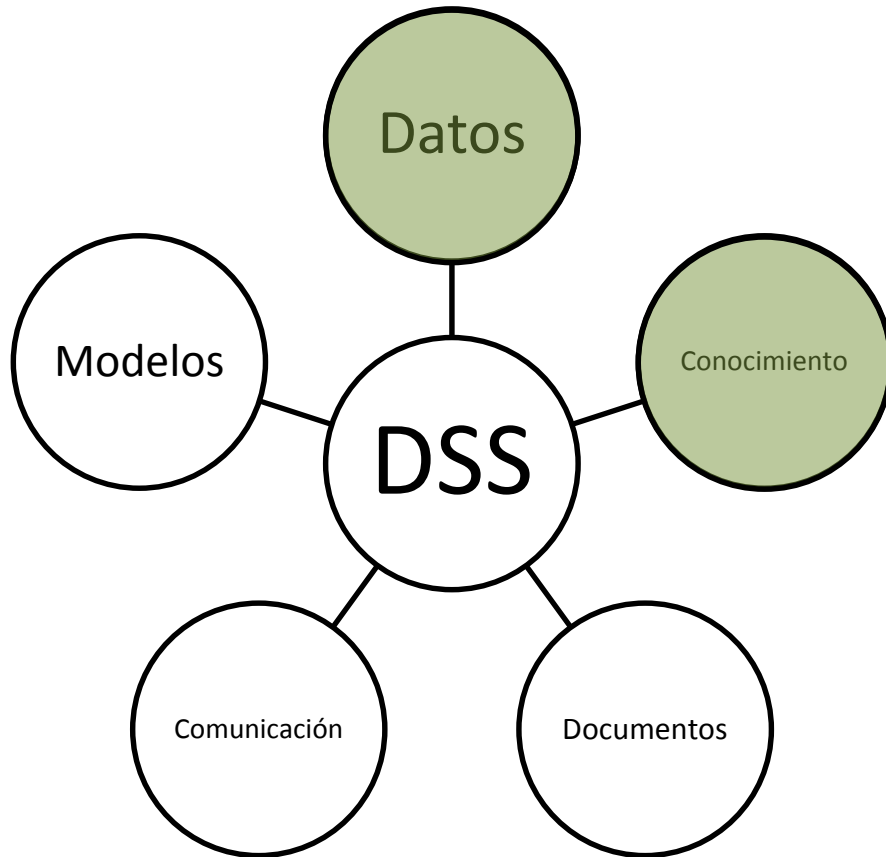
### Combinación de Salidas

- Average
- Voting
- Stacking
- Grading
- Arbiter Trees
- Combiner Trees



# Sistema de Soporte a la Toma de Decisiones (DSS)

Sistema informático utilizado para servir de **apoyo**, más que automatizar, el proceso de toma de decisiones. (Keen, 1980)

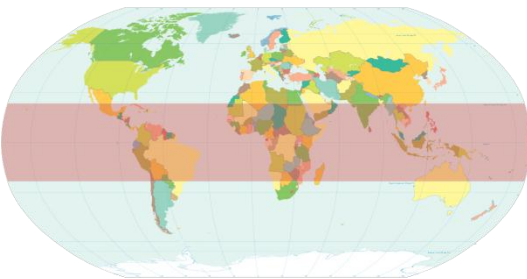
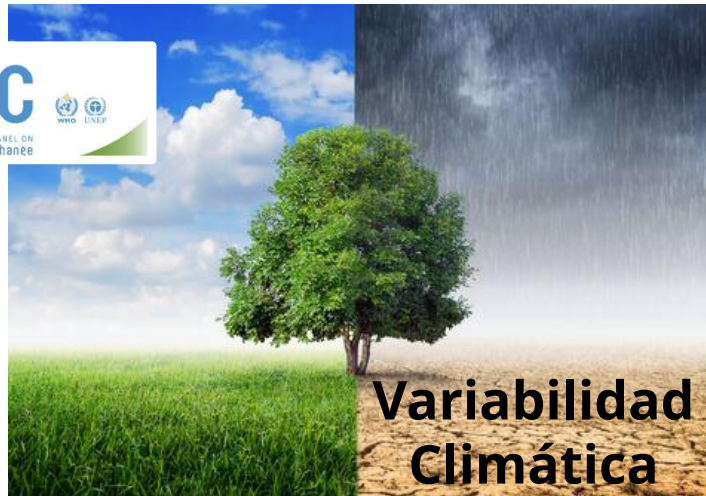
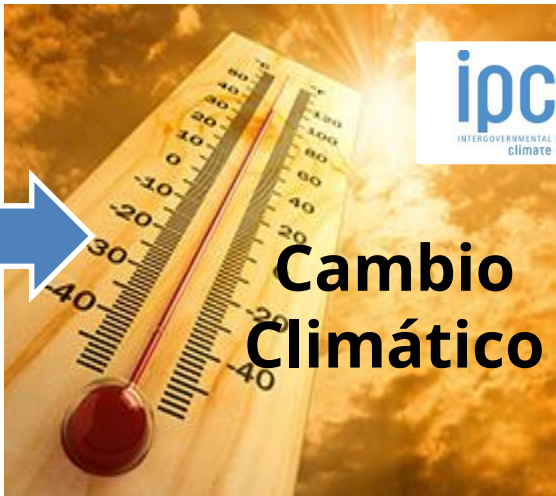
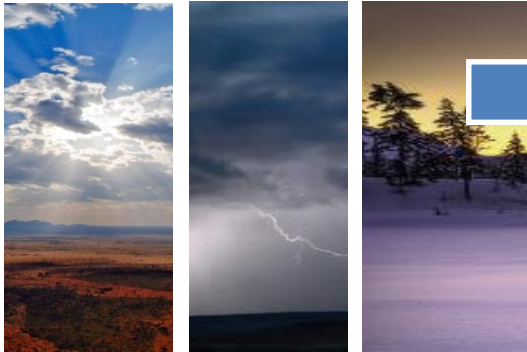


## Roles de un DSS

- Realizar Predicciones
- Exhibir capacidad de análisis y modelado
- Soportar decisiones no estructuradas y semi-estructuradas



## Condiciones Agroclimáticas



## Agricultura y Seguridad Alimentaria



**Datos del sector:**

- Representa el **40%** de las exportaciones
- El **21%** de la población depende directamente de la agricultura como fuente de empleo

**¿Qué nos espera?**

- Aumento de Temp: **2.5 °C**
- Incremento de Prec: **2.5 %**
- En más del **60%** de las áreas actualmente cultivadas se verá impactado el **80%** de los cultivos

**Implicaciones:**

- Baja productividad
- Pérdidas económicas
- Déficit de alimentos



(IPCC, 2007), (CIAT, 2013), (Van Ommen, 2014)

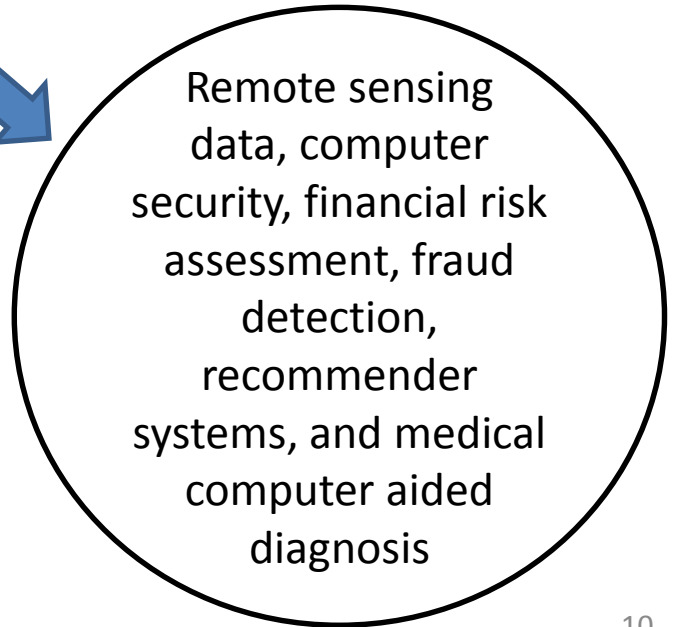
# Mapeo Sistemático

Aplicaciones actuales de los MCS

## Algoritmos de Clasificación:

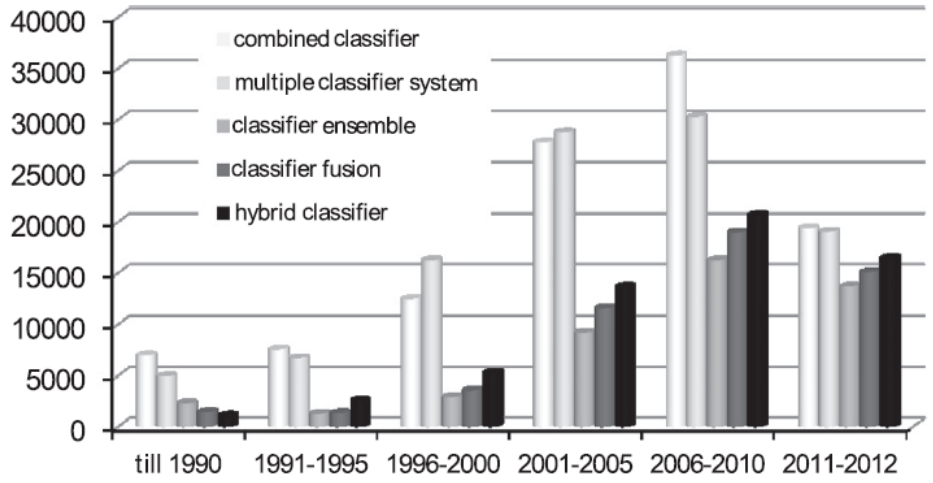
- Multi-Layer Perceptron (MLP)
- k-Nearest Neighbor (kNN)
- Radial Basis Function (RBF)
- Support Vector Machines (SVM)
- Probabilistic Neural Networks (PNNs)
- Decision Trees (DT)

(Woźniak et.al., 2013)

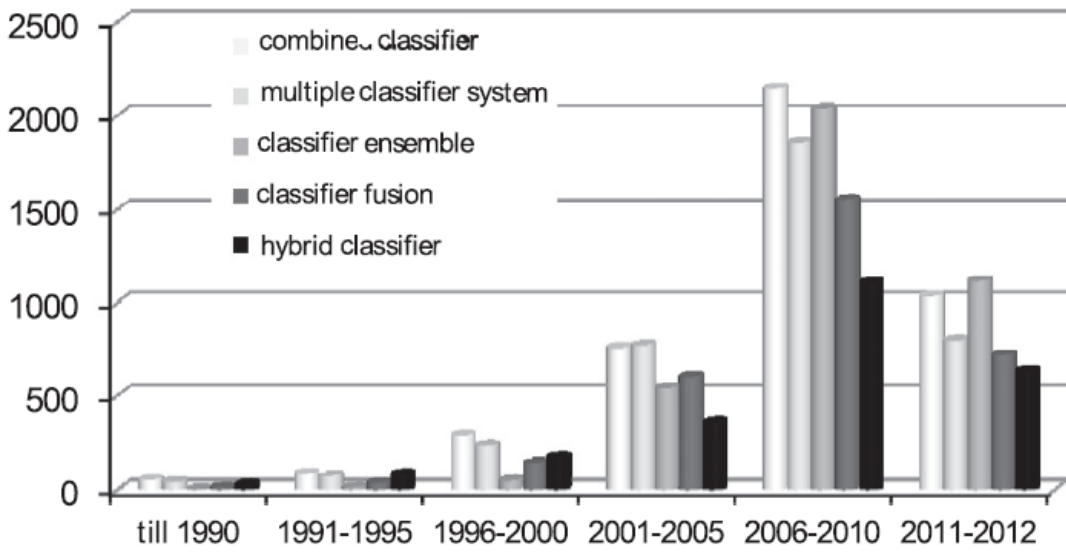
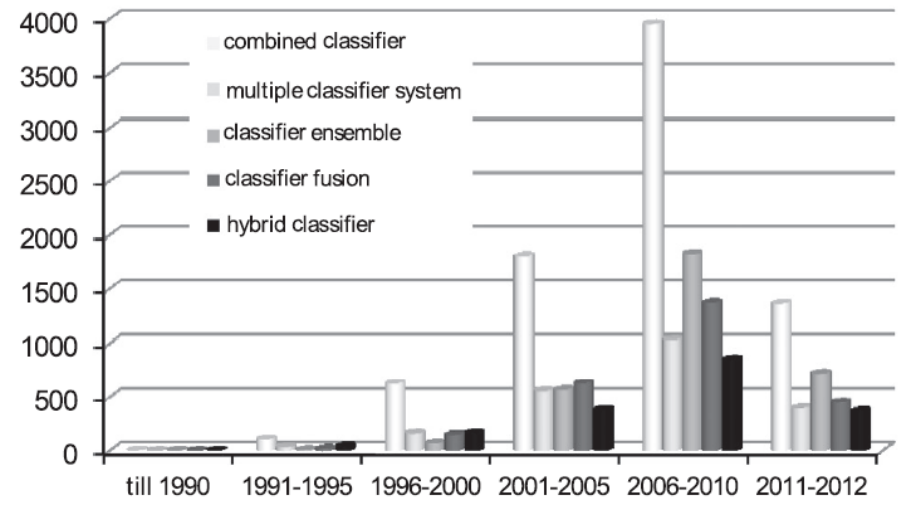


# Mapeo Sistemático

Búsquedas en las principales BD bibliográficas



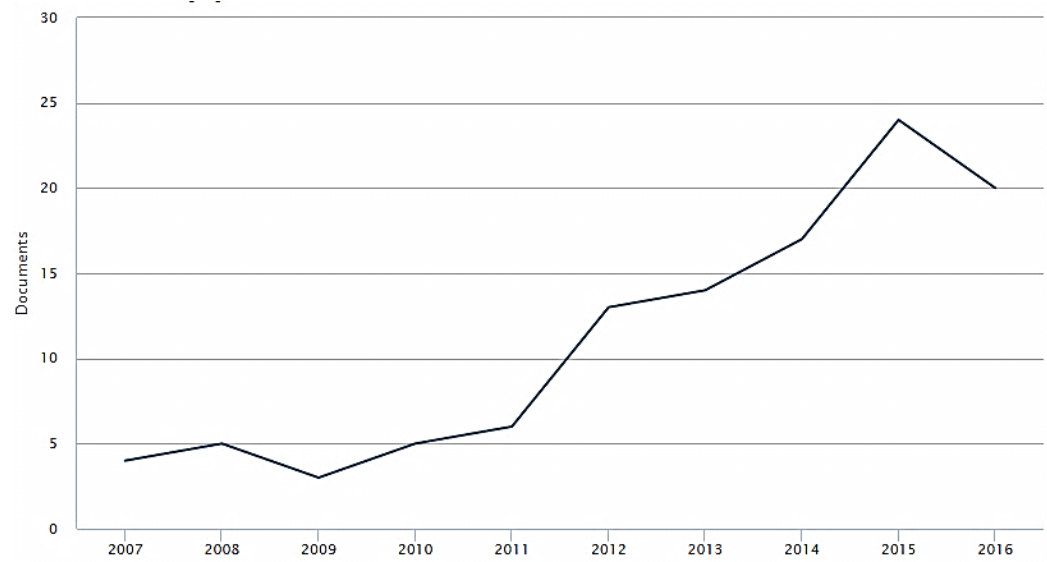
WEB OF SCIENCE™



(Woźniak et.al., 2013)

# Mapeo Sistemático

Cadena de búsqueda	# doc.
"ensemble methods" AND agriculture	20
("multiple classifier system" OR "MCS") AND agriculture	32
("multiple classifier system" OR "MCS") AND DSS AND crops	26
("multiple classifier system" OR "MCS") AND DSS AND (agriculture OR crops)	47
("multiple classifier system" OR "MCS") AND DSS AND (agriculture OR crops) AND climate OR "climate change" OR "climate variability")	59
<b>Total de trabajos</b>	<b>184</b>
<b>Total de trabajos (criterios de exclusión)</b>	<b>111</b>



## Adaptabilidad de Cultivos

Trabajo	Autor	Año	Cultivo	Enfoque
Climate change, effective water use for irrigation and adaptability of maize: A case study in southern Italy	Monaco et. al.	2014	Maíz	Simulación - Modelo SWAP
Grape (Vitis vinifera) compositional data spanning ten successive vintages in the context of abiotic growing parameters	Cozzolino et. al.	2010	Uva	Análisis estadístico
Adaptability of citrus in subtropics of China under future climatic scenario	Du et. al.	2010	Cítricos	Simulación - DSSAT
Vulnerability and adaptability of wheat production in different climatic zones of Pakistan under climate change scenarios	Sultana et. al.	2009	Trigo	Simulación - CSM-Cropsim-CERES-Wheat Model
Simulating the impact of climate change on rice yield using CERES-rice model	Swain et. al.	2009	Arroz	Simulación - CERES-rice model

## MCS y Producción de Cultivos

Trabajo	Autor	Año	Enfoque
Crop Production-Ensemble Machine Learning Model for Prediction	Balakrishnan et. al.	2016	AdaSVM, AdaNaive
Two-level classifier ensembles for coffee rust estimation in Colombian crops	Corrales et. al.	2016	SVM, ANN, Decision Trees
An effective antifreeze protein predictor with ensemble classifiers and comprehensive sequence descriptors	Yang et. al.	2015	Random Forest
Machine Learning Facilitated Rice Prediction in Bangladesh	Rahman et. al.	2014	ANN, Random Trees
Agroecological zones simulator (AZS): A component based, open-access, transparent platform for climate change - Crop productivity impact assessment in Latin America	Confalonieri et. al.	2012	Random Forest
Multi-algorithm ensemble reconstruction of surface soil moisture over China from AMSR-E	Lu et. al.	2012	KNN, Decision Trees



## Adaptabilidad de Cultivos

Trabajo	Autor	Año	Brecha
Climate change, effective water use for irrigation and adaptability of maize: A case study in southern Italy	Monaco et. al.	2014	Sólo se presentan <b>estimaciones de producción</b> (con base en históricos) o de la <b>capacidad de adaptación</b> de un cultivo (escenarios futuros de cambio climático) sin añadir <b>otra información de valor</b> que puede ser relevante para la toma de decisiones.
Grape (Vitis vinifera) compositional data spanning ten successive vintages in the context of abiotic growing parameters	Cozzolino et. al.	2010	
Adaptability of citrus in subtropics of China under future climatic scenario	Du et. al.	2010	
Vulnerability and adaptability of wheat production in different climatic zones of Pakistan under climate change scenarios	Sultana et. al.	2009	
Simulating the impact of climate change on rice yield using CERES-rice model	Swain et. al.	2009	

## MCS y Producción de Cultivos

Trabajo	Autor	Año	Brecha
Crop Production-Ensemble Machine Learning Model for Prediction	Balakrishnan et. al.	2016	No se realiza un análisis de los datos teniendo en cuenta <b>diferentes dimensiones</b> (económica, política, social, entre otras)
Two-level classifier ensembles for coffee rust estimation in Colombian crops	Corrales et. al.	2016	
An effective antifreeze protein predictor with ensemble classifiers and comprehensive sequence descriptors	Yang et. al.	2015	
Machine Learning Facilitated Rice Prediction in Bangladesh	Rahman et. al.	2014	No consideran la integración de <b>fuentes de datos heterogéneas</b> en la construcción de los conjuntos de datos de entrada
Agroecological zones simulator (AZS): A component based, open-access, transparent platform for climate change - Crop productivity impact assessment in Latin America	Confalonieri et. al.	2012	
Multi-algorithm ensemble reconstruction of surface soil moisture over China from AMSR-E	Lu et. al.	2012	

## Pregunta de Investigación

¿Cómo identificar escenarios agroclimáticos futuros para determinar condiciones propicias en la siembra de diferentes cultivos en zonas tropicales y subtropicales?



# Hipótesis

La combinación de técnicas de fusión de datos y métodos de ensamble permite identificar escenarios agroclimáticos futuros para determinar condiciones propicias en la siembra de diferentes cultivos en zonas tropicales y subtropicales

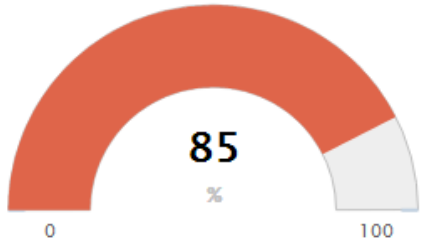
## Objetivo General

Proponer un método de detección automática de escenarios agroclimáticos futuros, para determinar condiciones propicias en la siembra de diferentes cultivos en zonas tropicales y subtropicales

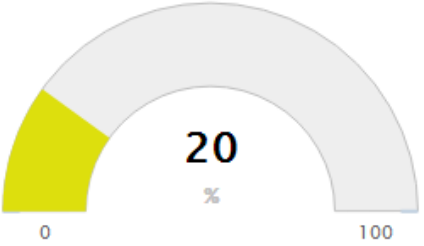
## Objetivos Específicos

1. Estructurar uno o más conjuntos de datos fusionando información de diferentes dimensiones para caracterizar escenarios agroclimáticos futuros.
2. Construir un MCS que permita detectar condiciones agroclimáticas apropiadas para la siembra de cultivos.
3. Evaluar experimentalmente el método propuesto por medio de un prototipo que utilice datos de diferentes zonas y cultivos pertenecientes a zonas tropicales y subtropicales del territorio colombiano.

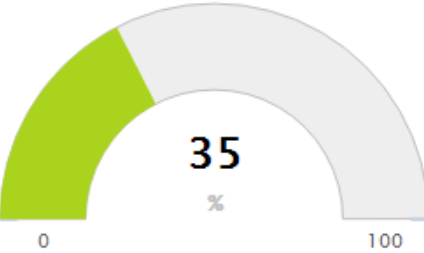
**Construcción del estado del arte**



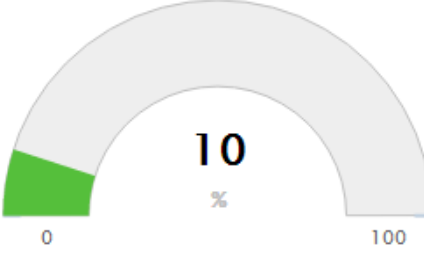
**Desarrollo de anteproyecto**



**Búsqueda de conjuntos de datos**



**Desarrollo de 2 artículos científicos**



# Referencias

- Opitz, D.; Maclin, R. (1999). "Popular ensemble methods: An empirical study". *Journal of Artificial Intelligence Research* 11: 169–198. doi:10.1613/jair.614.
- Polikar, R. (2006). "Ensemble based systems in decision making". *IEEE Circuits and Systems Magazine* 6 (3): 21–45. doi:10.1109/MCAS.2006.1688199.
- Rokach, L. (2010). "Ensemble-based classifiers". *Artificial Intelligence Review* 33 (1-2): 1–39. doi:10.1007/s10462-009-9124-7.
- Kuncheva, L. and Whitaker, C., Measures of diversity in classifier ensembles, *Machine Learning*, 51, pp. 181-207, 2003
- Sollich, P. and Krogh, A., Learning with ensembles: How overfitting can be useful, *Advances in Neural Information Processing Systems*, volume 8, pp. 190-196, 1996.
- Brown, G. and Wyatt, J. and Harris, R. and Yao, X., Diversity creation methods: a survey and categorisation., *Information Fusion*, 6(1), pp.5-20, 2005.
- Accuracy and Diversity in Ensembles of Text Categorisers. J. J. García Adeva, Ulises Cerviño, and R. Calvo, *CLEI Journal*, Vol. 8, No. 2, pp. 1 - 12, December 2005.
- IPCC, 2007. Climate Change 2007. Synthesis report.  
[http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar4/syr/ar4\\_syr.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessmentreport/ar4/syr/ar4_syr.pdf)
- IFPRI, 2009. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias. Cambio Climático. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación. Washington D.C. FAO, 1997. La agricultura y los cambios climáticos la función de la FAO



Universidad  
del Cauca

# Preguntas



GRUPO DE INGENIERIA  
TELEMÁTICA



Departamento de  
**Telemática**



**COLCIENCIAS**  
Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

Universidad del Cauca  
Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones