

# Del suelo al chocolate: cómo la investigación puede contribuir con el cacao en Colombia

**Mayesse da Silva, Científica Suelos**

[m.a.dasilva@cgiar.org](mailto:m.a.dasilva@cgiar.org)

17 de Mayo  
Barranquilla, Colombia

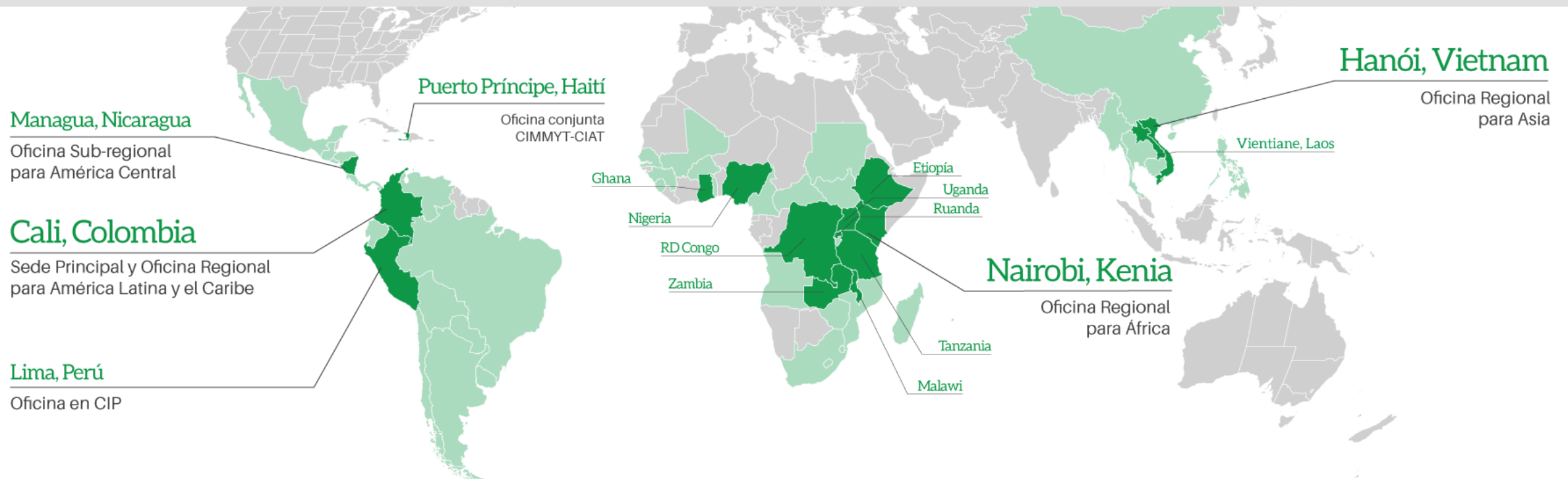
# Esquema de la presentación

- Sobre CIAT
- Suelos y agua
- Genética
- Mercados

# EL CIAT ALREDEDOR DEL MUNDO

Trabajamos en 53 países desde 21 oficinas

**Reducir el hambre y la pobreza, y mejorar la nutrición humana en los trópicos a través de investigación dirigida a incrementar la agricultura eco-eficiente**



# Suelos y agua

Our vision, a sustainable food future

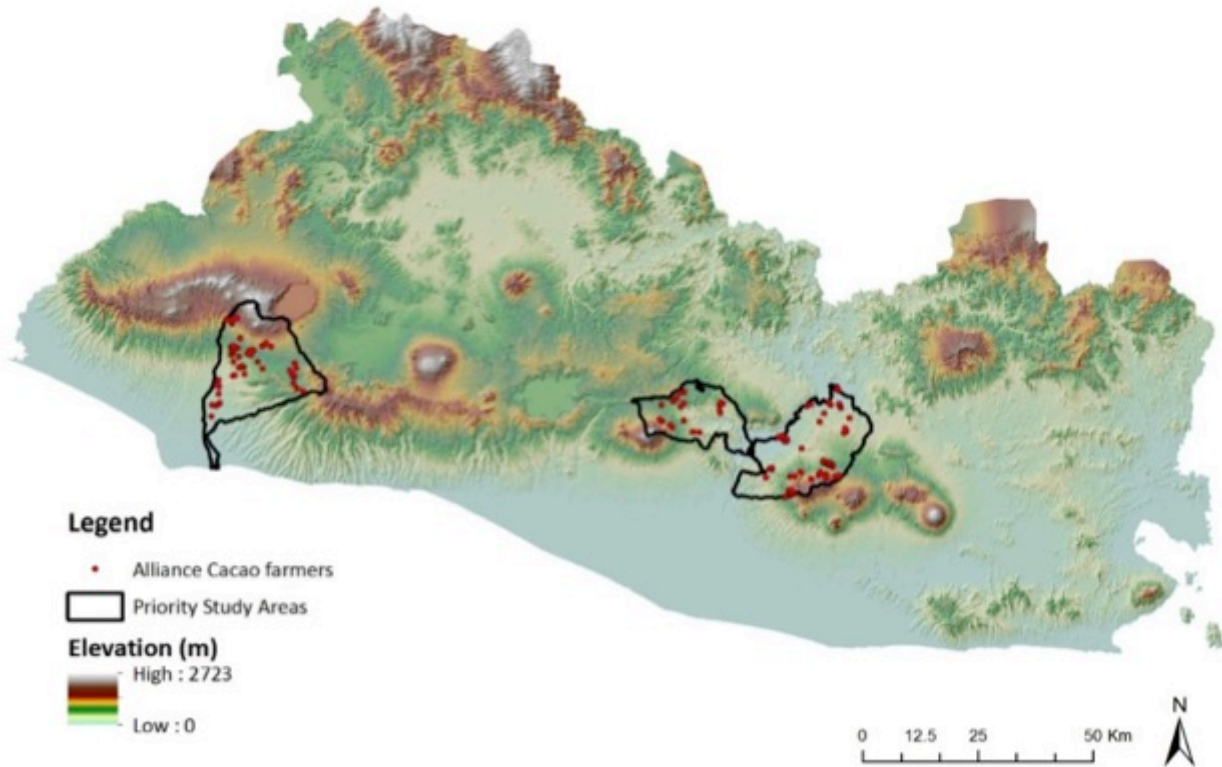




## Evaluación hidrológica y recomendaciones para el manejo de agua y suelo en cultivos de Cacao en El Salvador

Jefferson Valencia, Fredy Monserrate,  
Mayesse Da Silva, Marcela Quintero

# Recopilación y preparación de información disponible

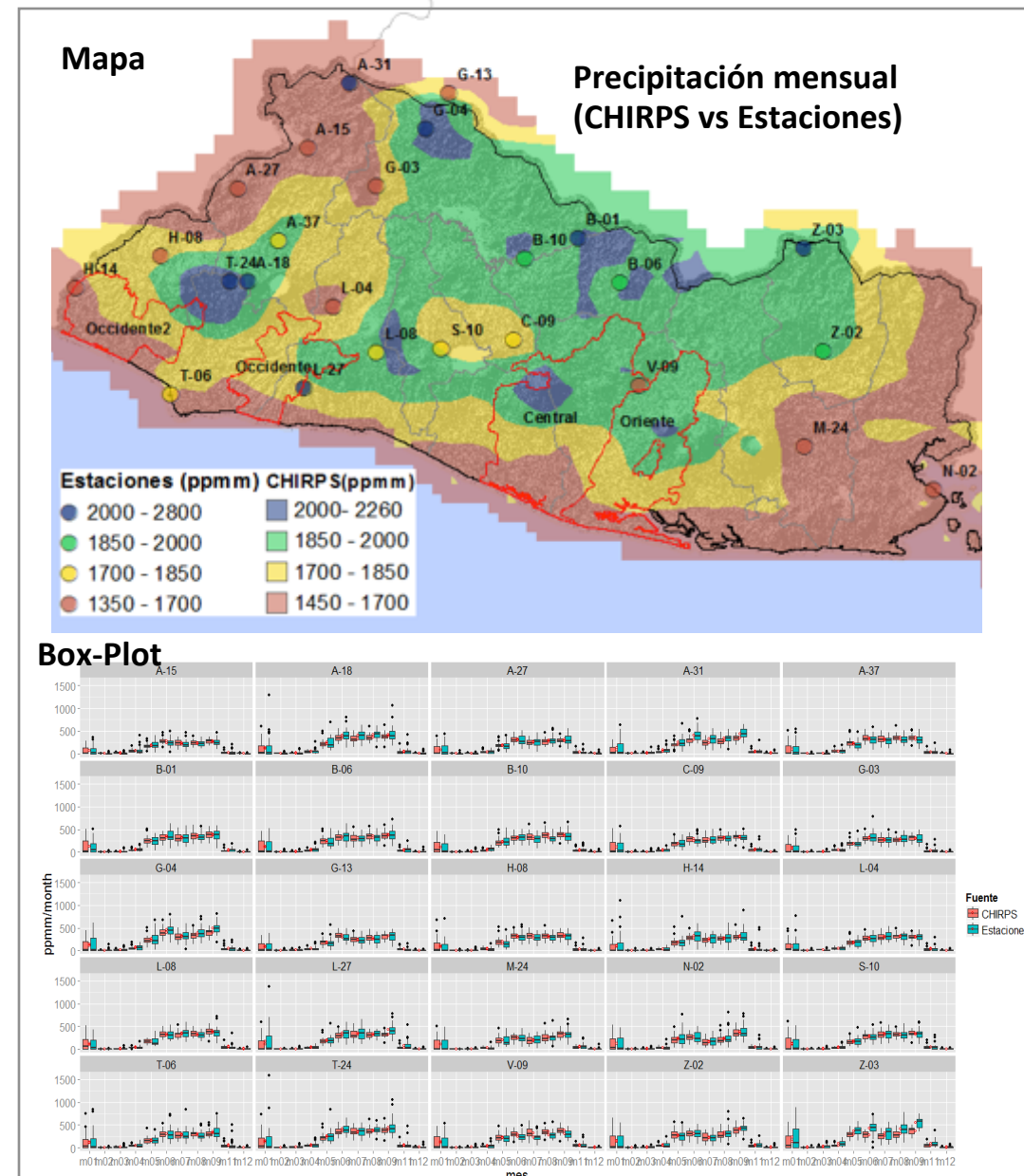


## Información Utilizada/Generada:

Precipitación (CHIRPS\* y datos estaciones SMN), ETo (Modis), Suelos\*\* (Textura-%Arena, %Limo, %Arcilla-, Materia Orgánica, Capacidad de Campo, Punto de Marchitez Permanente, Capacidad de almacenamiento de agua), Escorrentia\*\*, Precipitación efectiva\*\*, Humedad del suelo\*\*, Evapotranspiración real\*\*, percolación\*\*, requerimiento hidrico mensual\*\*, índices de humedad para cacao\*\*.

\* Climate Hazard Group InfraRed Precipitation with Station (CHIRPS)- mensual 5km de resolución espacial ([ftp://ftp.chg.ucsb.edu/pub/org/chg/products/CHIRPS-2.0/camer-carib\\_monthly/](ftp://ftp.chg.ucsb.edu/pub/org/chg/products/CHIRPS-2.0/camer-carib_monthly/))

\*\* Calculados para la zona priorizada



# Mapeo digital de suelos

Co-variables

$$S = f(S, C, O, R, P, A, N)$$

McBratney et al. (2003)

Datos topográficos:

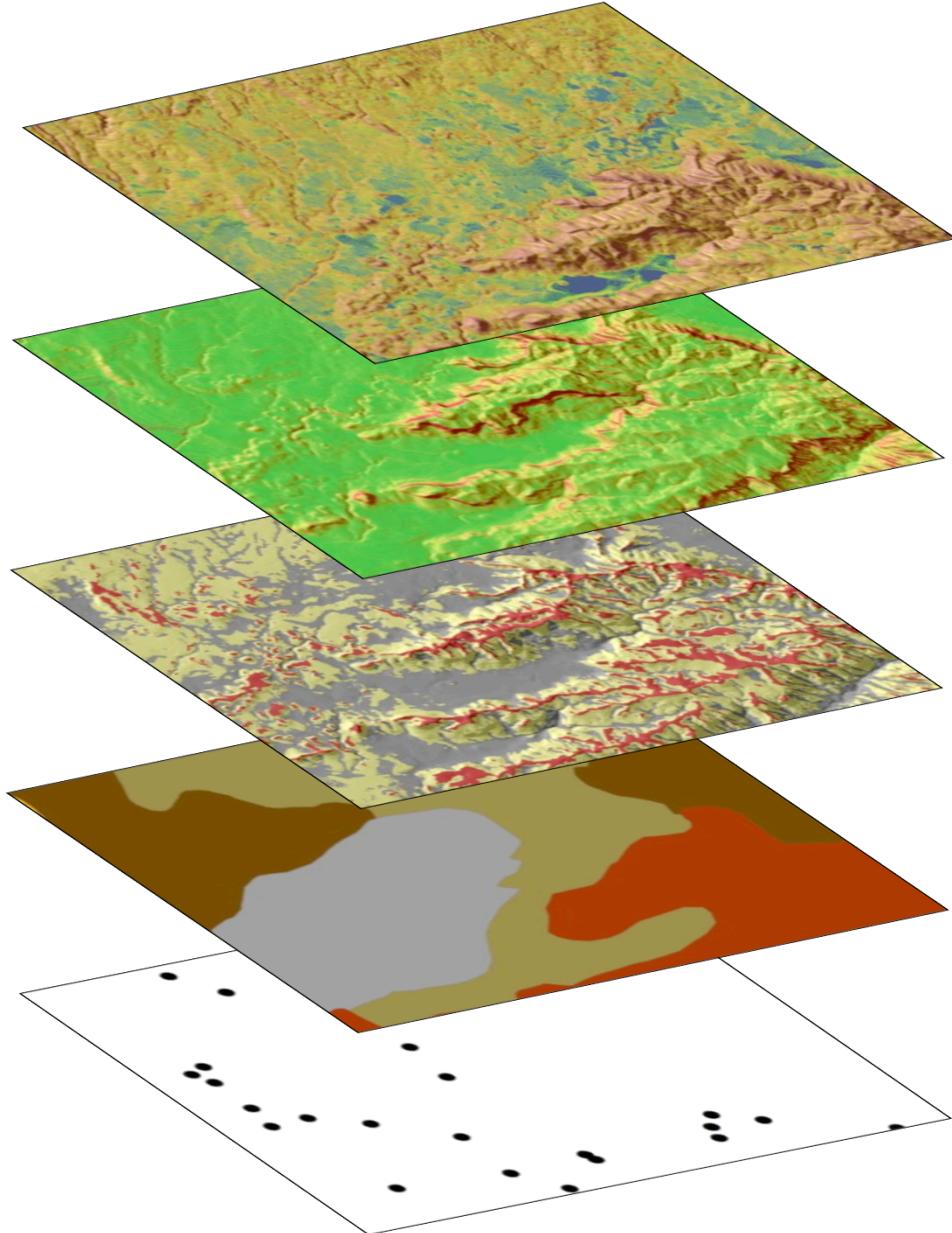
TWI

Pendiente

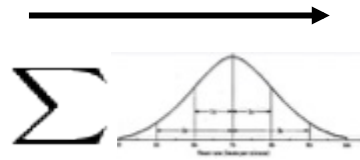
Formas del paisaje

Datos Históricos de suelo:

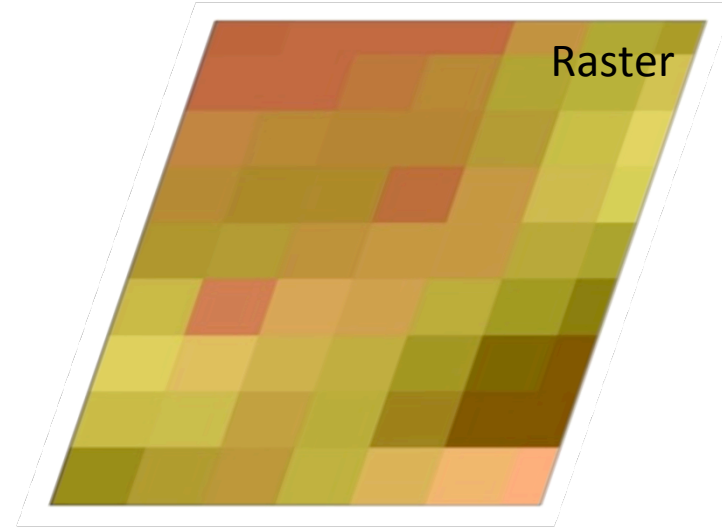
Mapas existentes,  
muestras de campo



$S = f()$   
Función de predicción  
- Lógicas difusas -

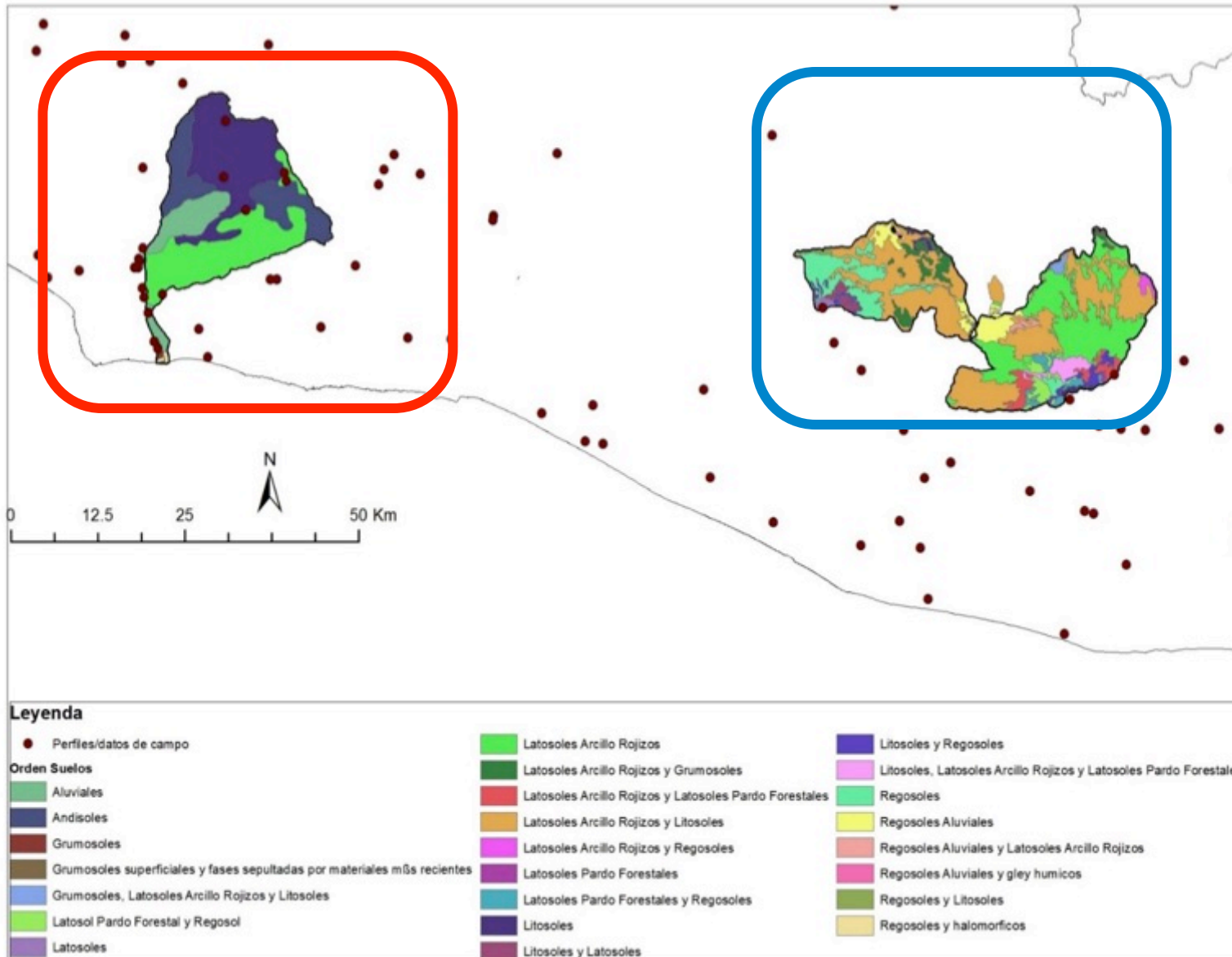


(ZHU; BAND, 1994;  
ZHU et al., 1996, 1997, 2001;  
ZHU, 1997)



Mapas de Suelo (arcilla, arena, PMP, CC, WHC)

# Datos de suelos

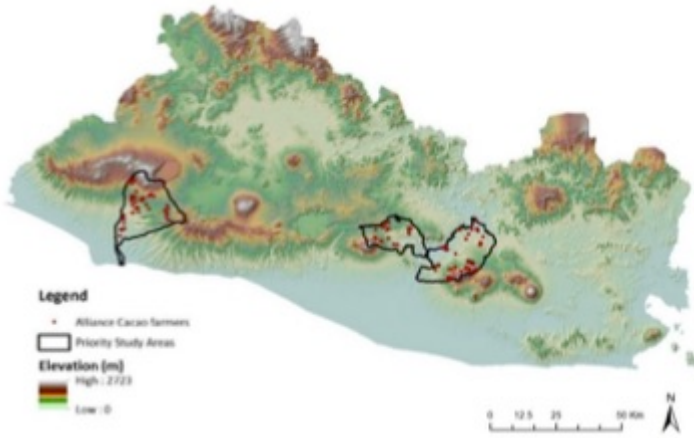


- Perfiles Nacionales
  - 55 perfiles de suelos
- Mapas de Suelo
  - Banderas -> 1:900mil
  - Lempa - > 1:50mil



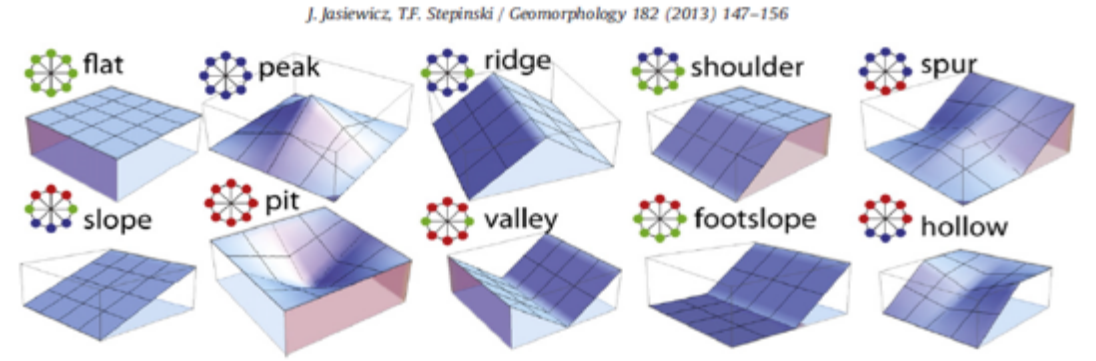
# Datos topográficos

- DEM 10 m



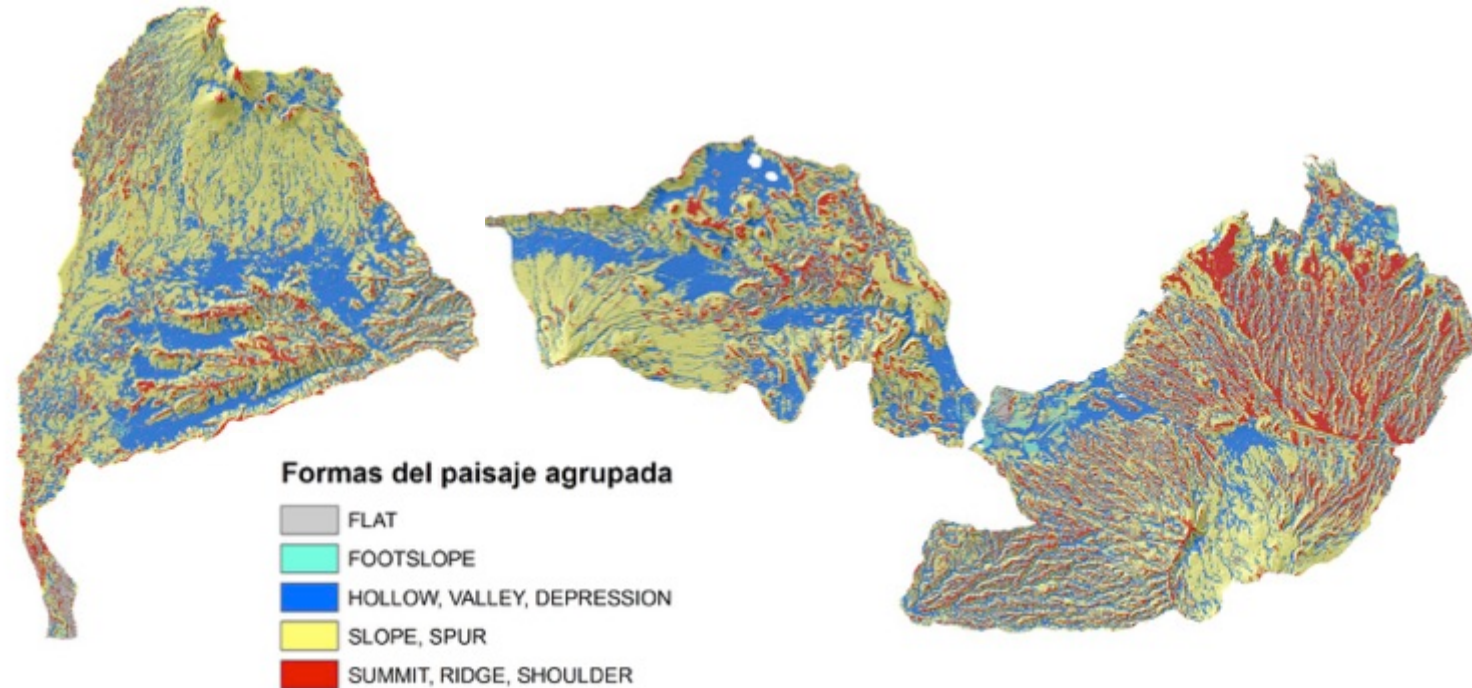
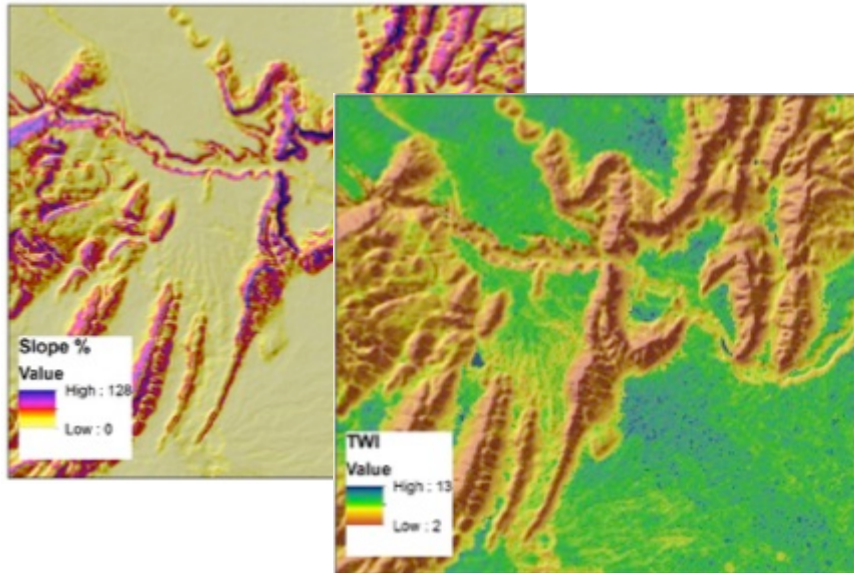
Fuente: Centa

- Formas del paisaje – Geomorphons

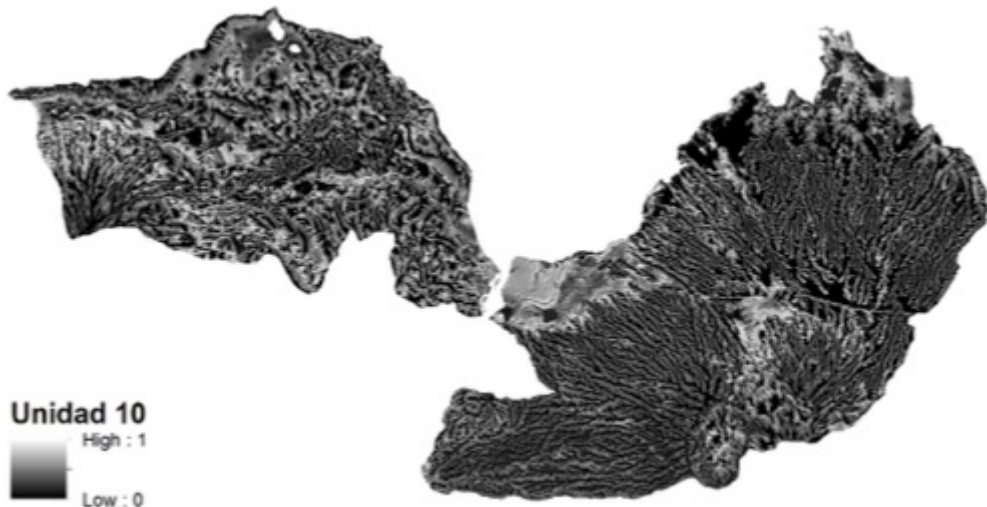
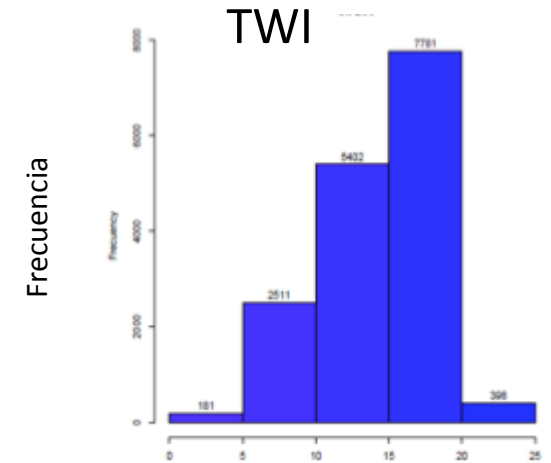
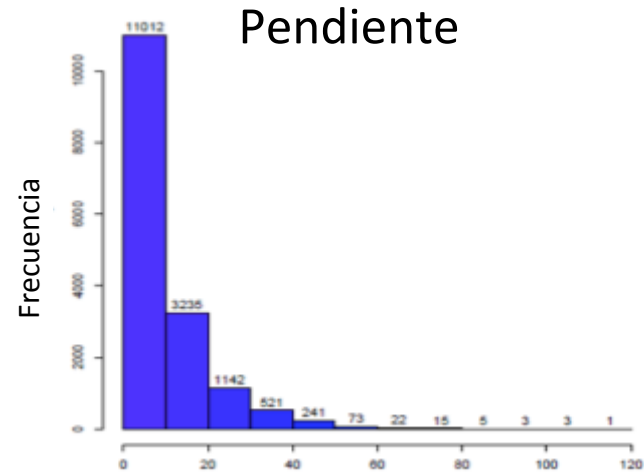
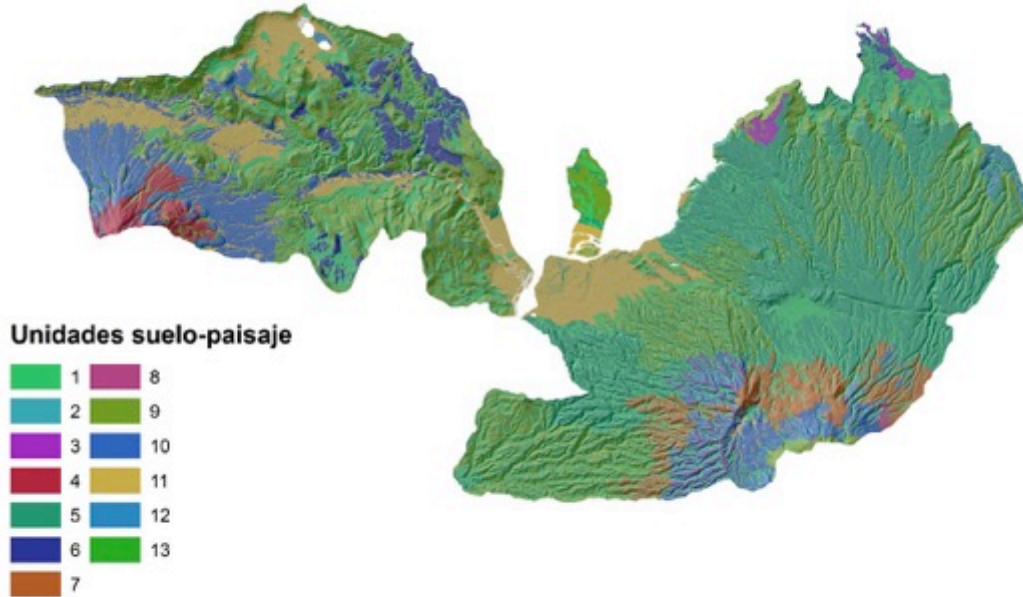


Symbolic 3D morphologies and their corresponding geomorphons (ternary patterns) for the 10 most common landform elements.

- Atributos del terreno



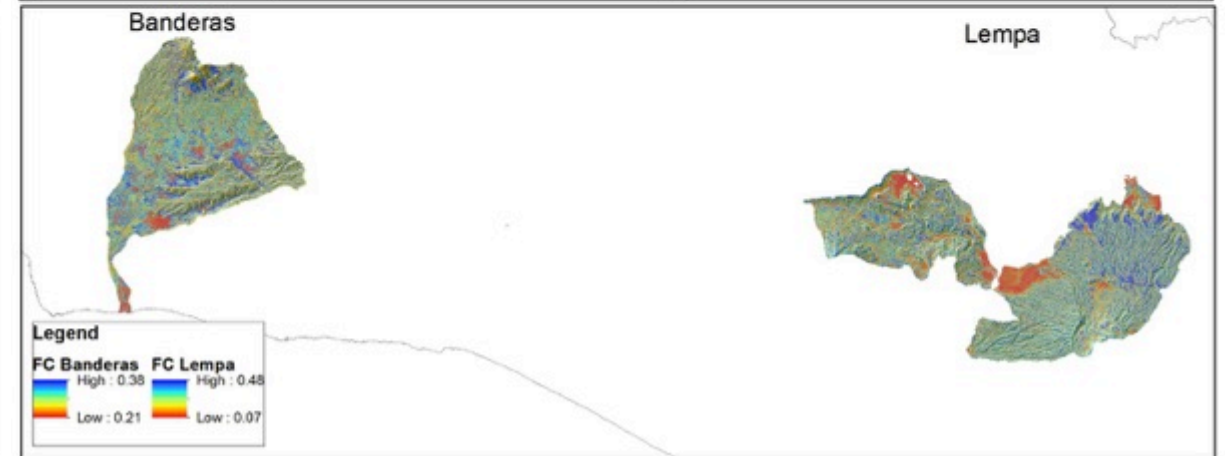
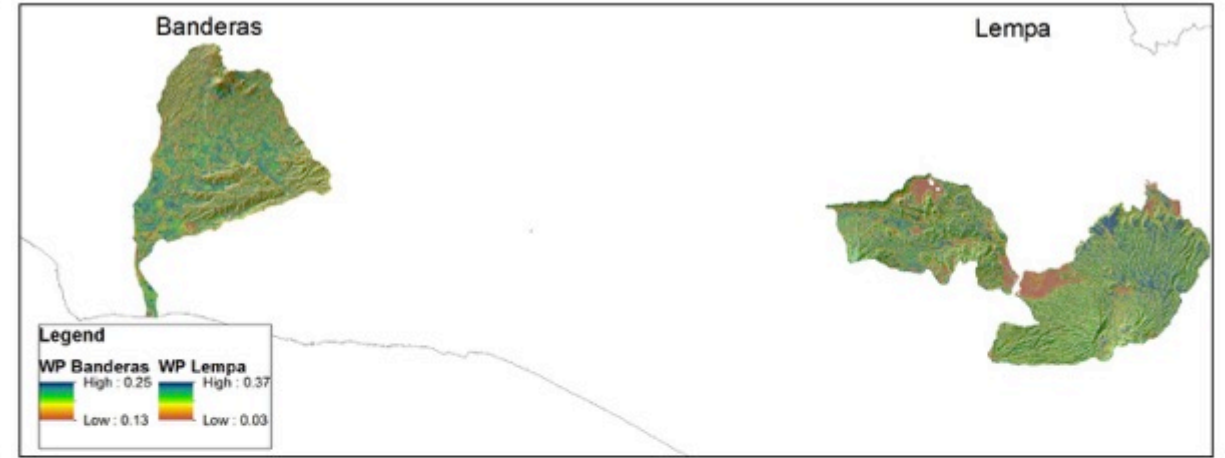
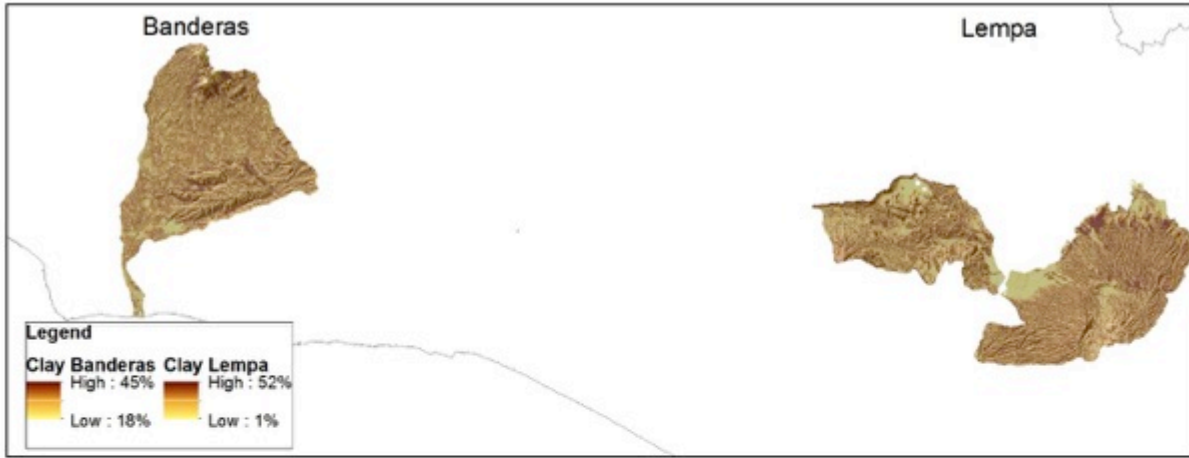
# Unidades suelo-paisaje



$$D_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n S_{ij}^k * D^k}{\sum_{k=1}^n S_{ij}^k}$$

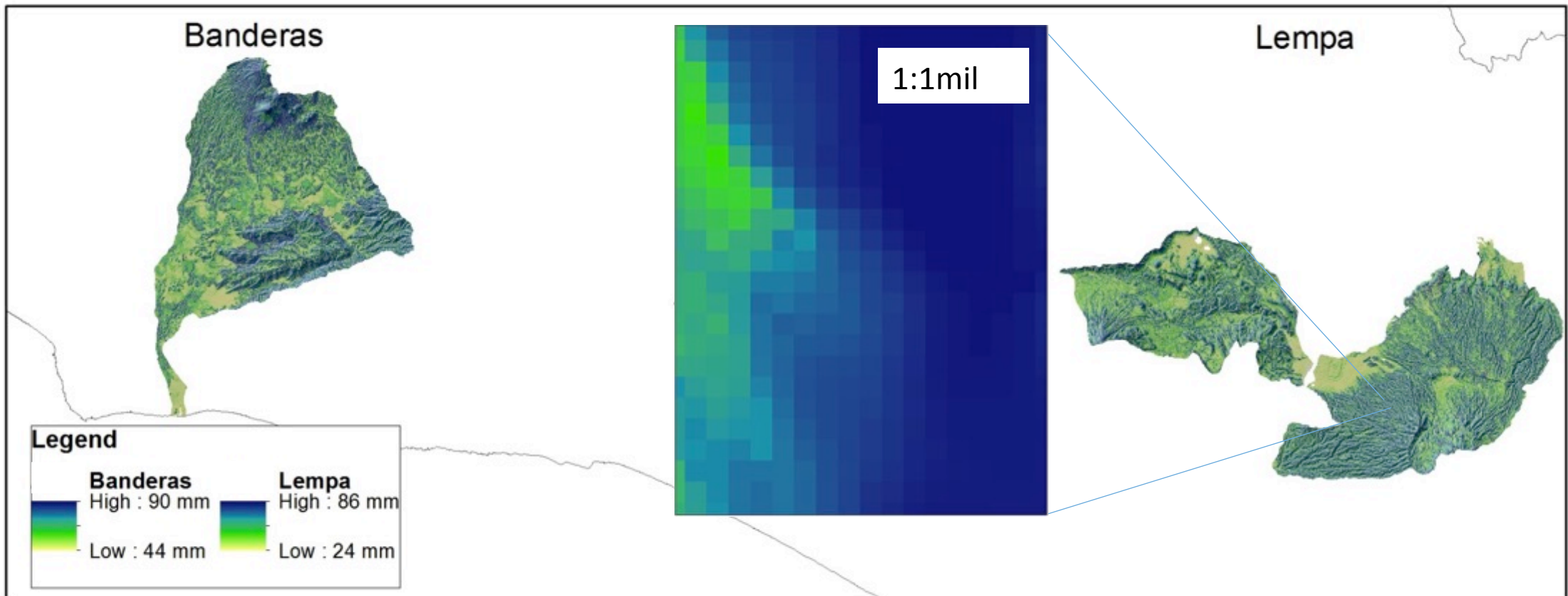
$D_{ij}$ : es la propiedad del suelo en la localidad  $i, j$ ;  
 $S_{ij}^k$ : es el mapa de similitud en la localidad  $i, j$  para una clase de suelo  $k$ ;  
 $D^k$ : es el valor típico de la propiedad de suelo para la clase de suelo  $k$ .

# Mapeo digital de suelos: Resultados



# Mapeo digital de suelos: Resultados (2)

## Capacidad de Almacenamiento de Agua del Suelo

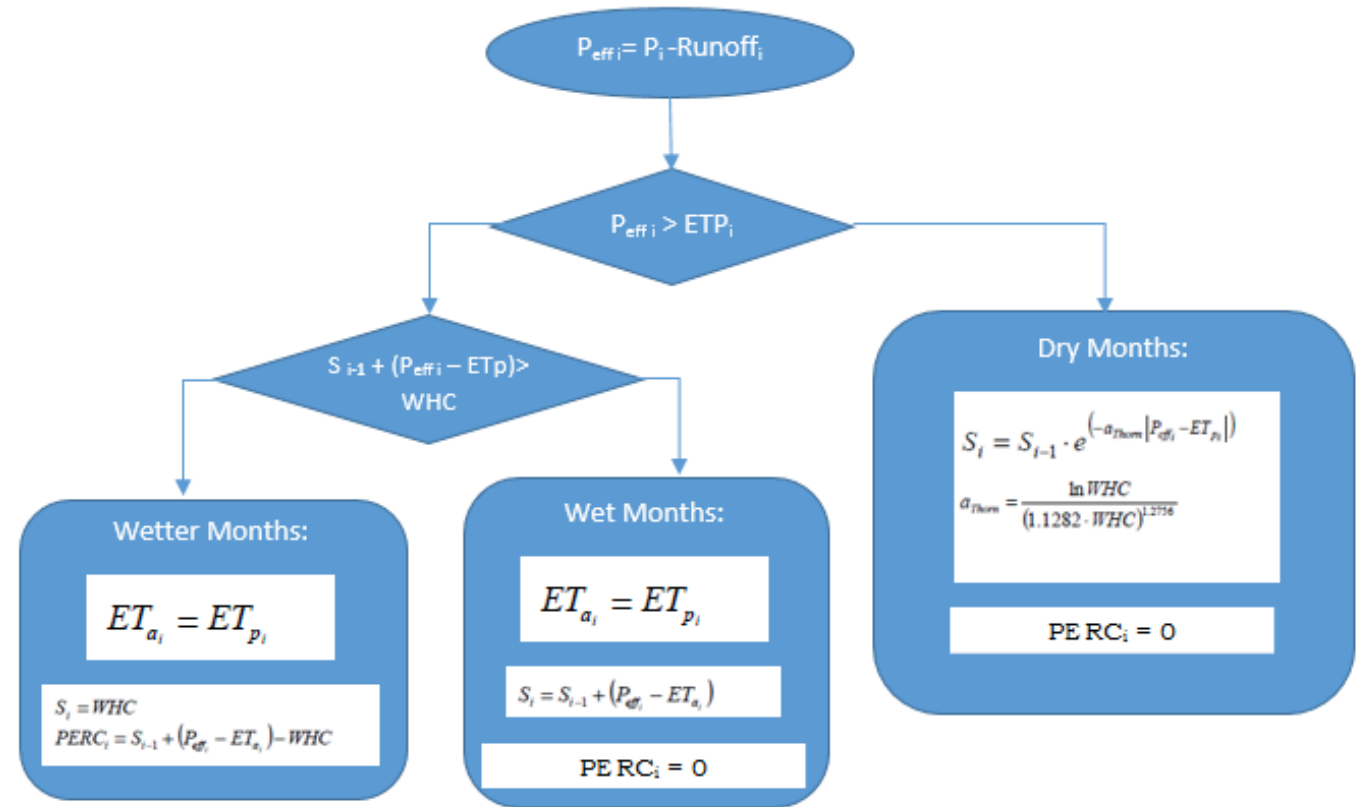


# Evaluación del balance hídrico y requerimiento hídrico del cultivo del cacao

## Esquema Balance Hídrico Mensual (Thornthwaite & Matter)

$$P_i = ET_{a_i} + \text{Runoff}_i + \text{Baseflow}_i + \nabla W / \nabla t$$

Implementation:



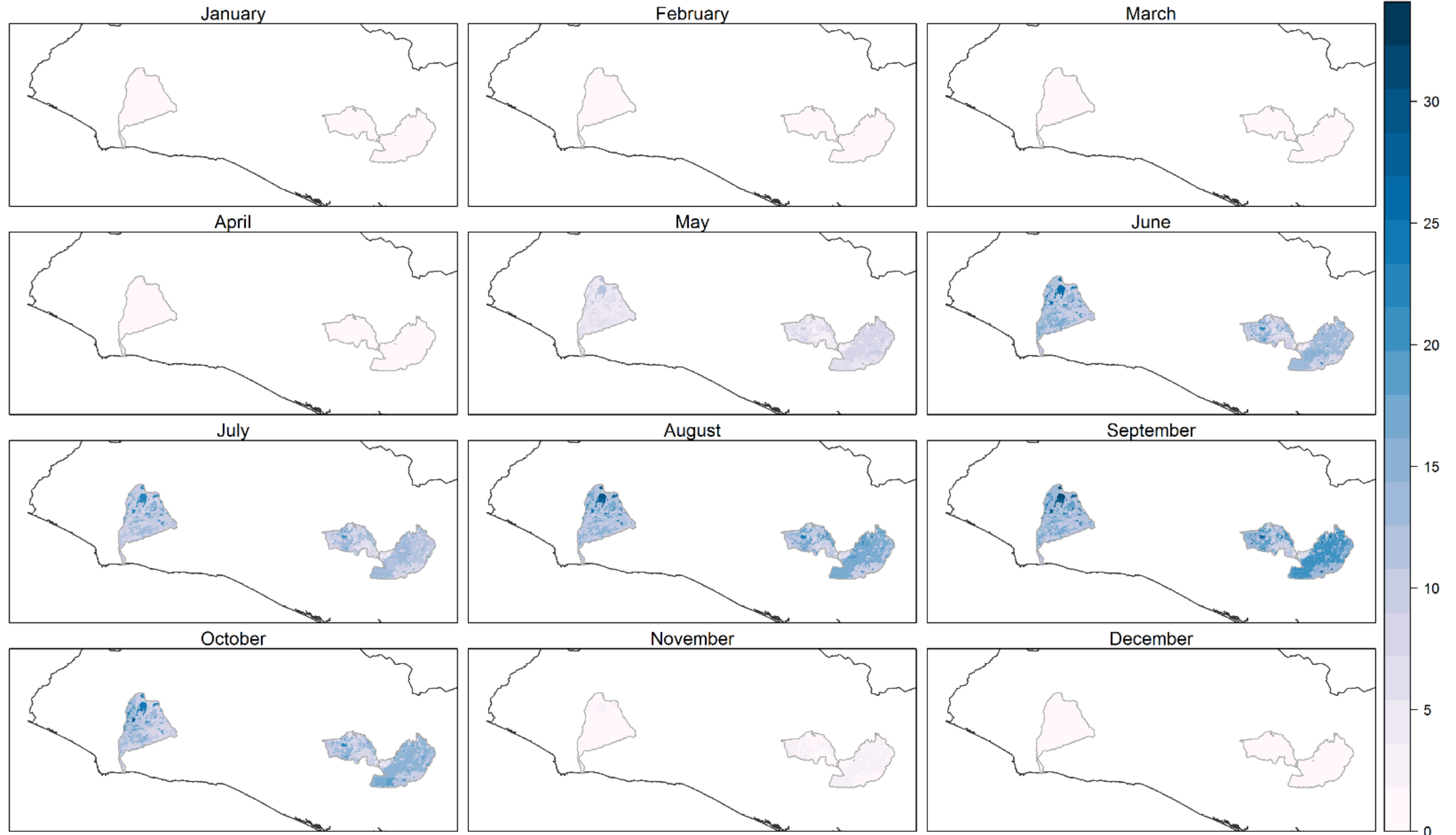
$$ET_{a_i} = P_{eff_i} + (S_i - S_{i-1})$$

- with
- $S_{i-1}$  soil storage at the end of the previous month [mm]
  - $S_i$  soil storage at the end of the current month [mm]
  - $P_{eff_i}$  effective precipitation of the current month [mm]
  - $ET_{p_i}$  potential evapotranspiration of the current month [mm]
  - $ET_{a_i}$  actual evapotranspiration of the current month [mm]
  - WHC water holding capacity of the grid cell [mm]
  - $a_{Thorn}$  empirical parameter after Thornthwaite

Aproximación	Nombre Aplicativo	Inputs	Outputs	Escorrentía	Enrutamiento	Aplicaciones o artículos relacionados (Ejemplos)
(SCS, 1986) Curve Number, Adaptado a datos mensuales	Propuesto	Mensuales: PP (CHIRPS), ETo (MODIS). Fijos: Shp de suelos- Profundidad, Textura, CC, PMP, Uso y Cobertura	Mensuales: Balance por cada outlet (Escorrentía superficial, subsuperficial, Humedad suelo, de acuerdo a Thornthwaite & Mater	$Q = -0.095 + 0.208P / S^{0.66}$	Acumulación de flujo mensual (superficial + subsuperficial)	* Ulmen, C., 2000. Modelling raster-based monthly water balance components for Europe. * Ferguson, B., 1996. Estimation of direct runoff in the Thornthwaite water balance. Prof. Geogr. 48, 263–271. * Abulohom, M.S., Shah, S.M.S., Ghumman, A.R., 2001. Development of a rainfall-runoff model, its calibration and validation. Water Resour. Manag. 15, 149–163. doi:10.1023/A:1013069709740

# Escorrentía

Monthly Runoff (mm)  
2000-2014



## Effects of an experimental drought on the functioning of a cacao agroforestry system, Sulawesi, Indonesia

LUITGARD SCHWENDENMANN<sup>1</sup>, EDZO VELDKAMP<sup>†1</sup>, GERALD MOSER<sup>†1</sup>, DIRK HÖLSCHER<sup>†1</sup>, MICHAEL KÖHLER<sup>†1</sup>, YANN CLOUGH<sup>‡1</sup>, ISWANDI ANAS<sup>†1</sup>, GUNAWAN DJAJAKIRANA<sup>†1</sup>, STEFAN ERASMI<sup>‡1</sup>, DIETRICH HERTTEL<sup>†1</sup>, DANIELA LEITNER<sup>††1</sup>, CHRISTOPH LEUSCHNER<sup>†1</sup>, BEATE MICHALZIK<sup>†††1</sup>, PAVEL PROPASTIN<sup>‡1</sup>, AIYEN TJOA<sup>‡†1</sup>, TEJA TSCHARNTKE<sup>‡1</sup> and OLIVER van STRAATEN<sup>†1</sup>

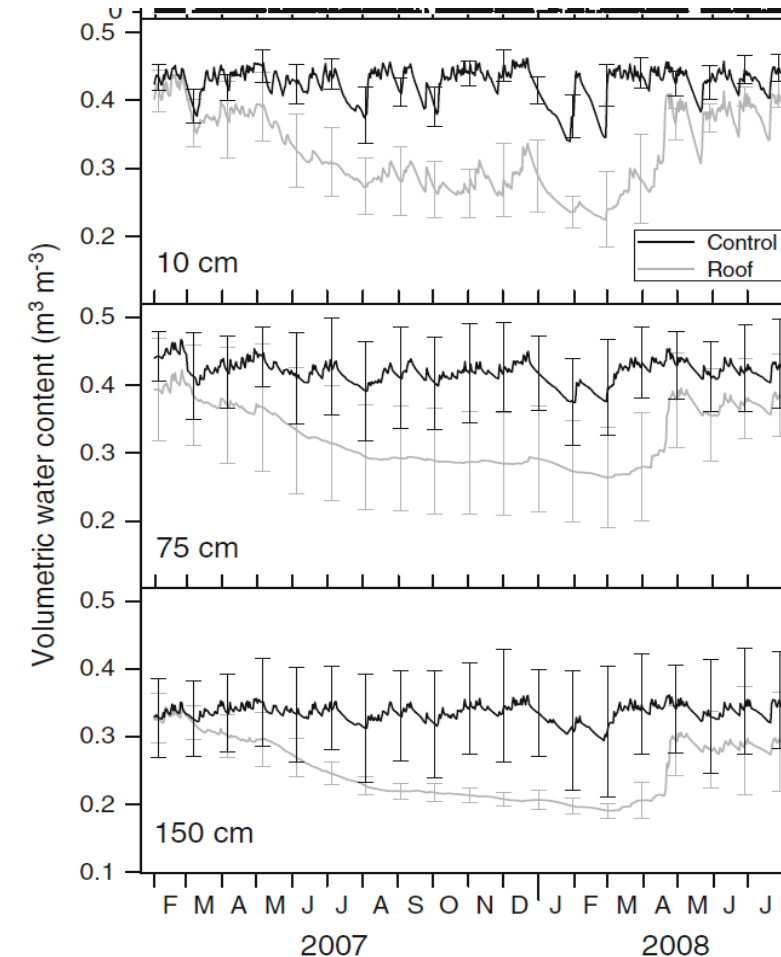
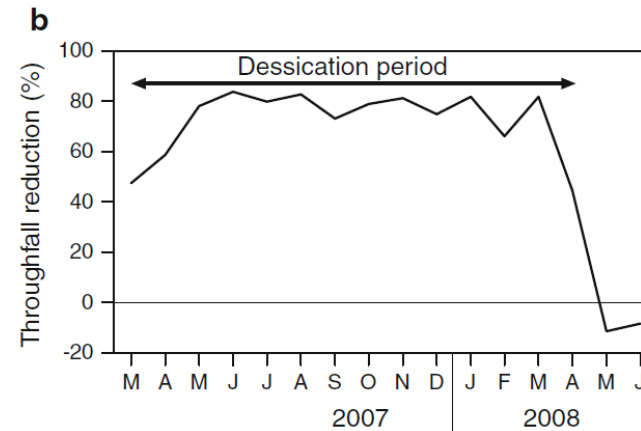
We calculated relative extractable soil water ( $REW_j$ ) in the top 2 m of soil following the approach of Vincke & Thiry (2008):

$$REW_j = \frac{SWS_j - SWS_{\min}}{SWS_{\max} - SWS_{\min}}$$

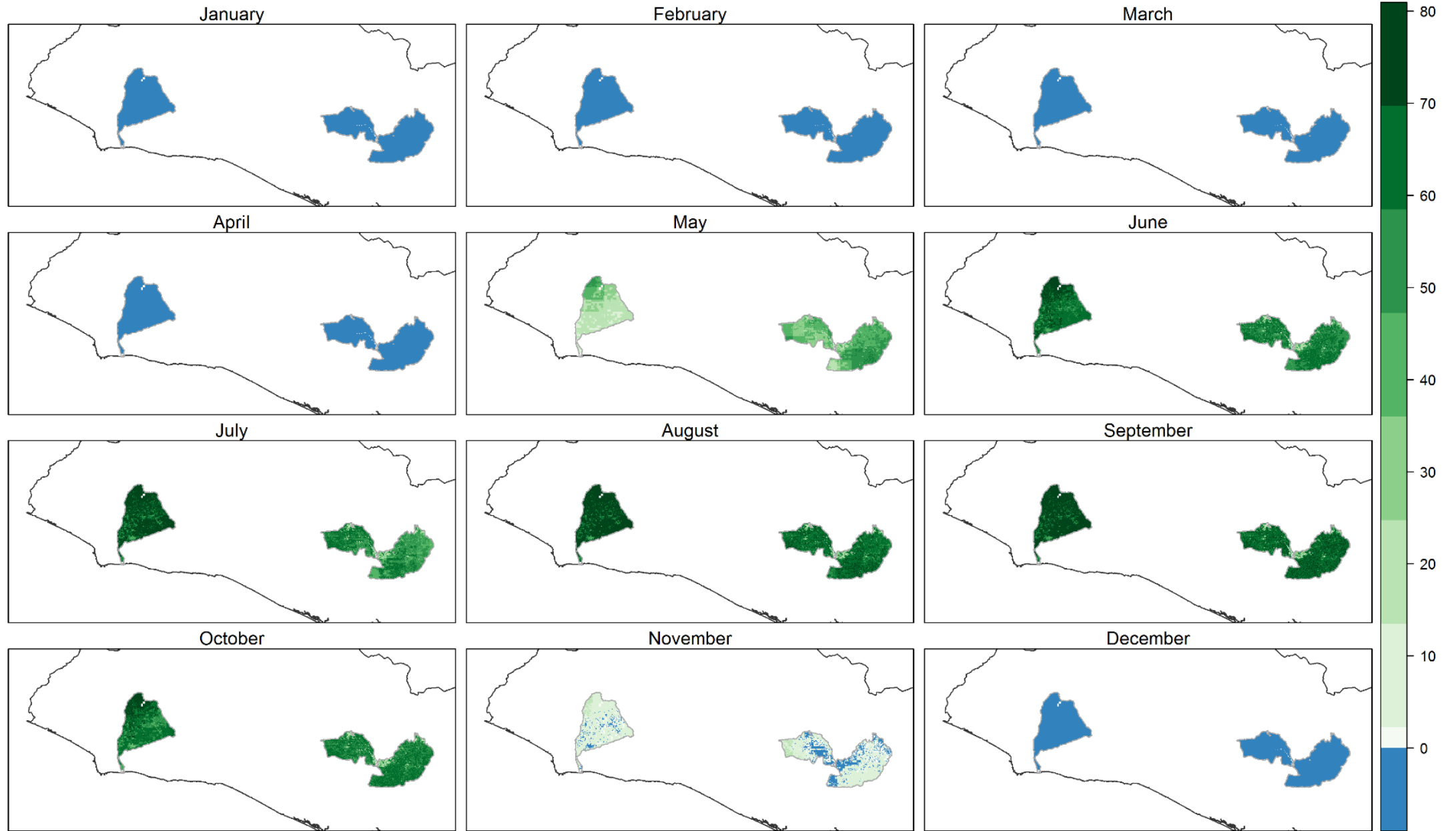
where  $SWS_j$  (in mm) is the soil water storage at day  $j$ ,  $SWS_{\min}$  is the average minimum soil water storage (283 mm) measured in the roof plots, and  $SWS_{\max}$  is the average maximum soil water storage in the control plots (510 mm). Granier *et al.* (1999) reported that soil water content begins to limit maximum transpiration of various tree species when  $REW$  values were  $<0.4$ .

## Response of cacao trees (*Theobroma cacao*) to a 13-month desiccation period in Sulawesi, Indonesia

G. Moser · C. Leuschner · D. Hertel · D. Hölscher ·  
M. Köhler · D. Leitner · B. Michalzik ·  
E. Prihastanti · S. Tjitrosemito · L. Schwendenmann

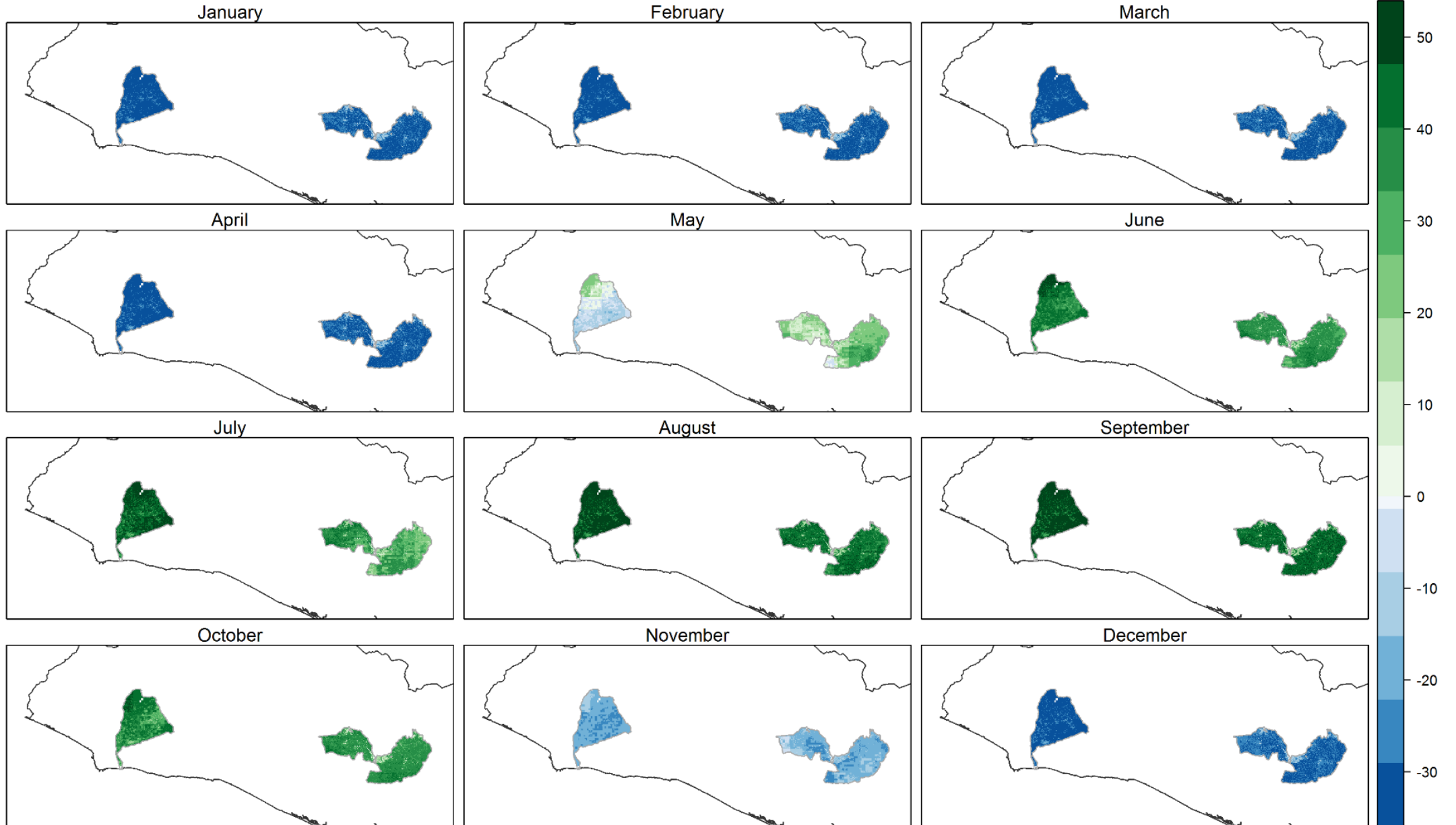


**Soil Moisture Difference Content (mm)  
Minimum Water Content for Vegetative Growth  
2000-2014**

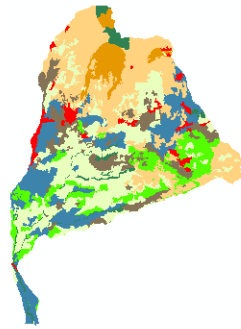




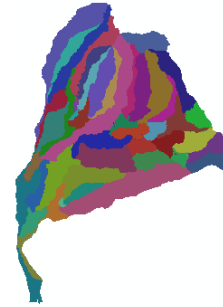
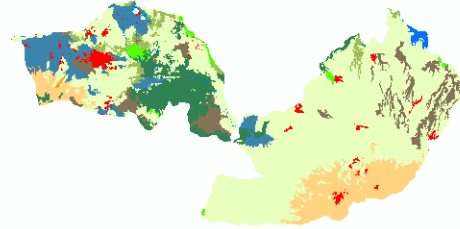
**Soil Moisture Difference Content (mm)  
Critical Water Threshold for Yield  
2000-2014**



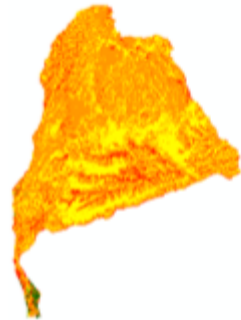
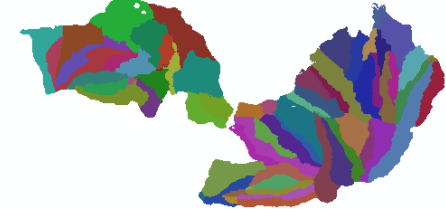
# Zonificación de las unidades de paisaje para análisis hidrológico



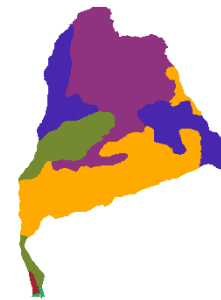
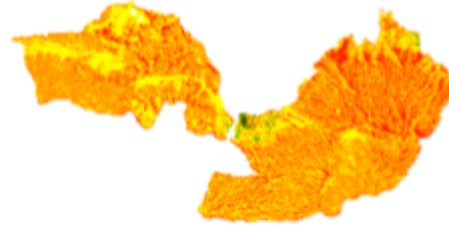
- Cobertura
- Bosque
  - Café
  - Caña de azúcar
  - Cuerpos de agua
  - Lavas volcánicas
  - Mosaico de Cultivos y Pastos
  - Pastos
  - Sistemas agroforestales
  - Tejido urbano
  - Vegetación herbácea natural



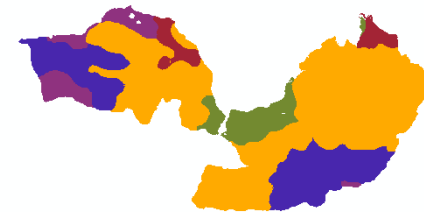
- Subcuenca
- 1
  - 10
  - 11
  - 12
  - 13
  - 14
  - 15



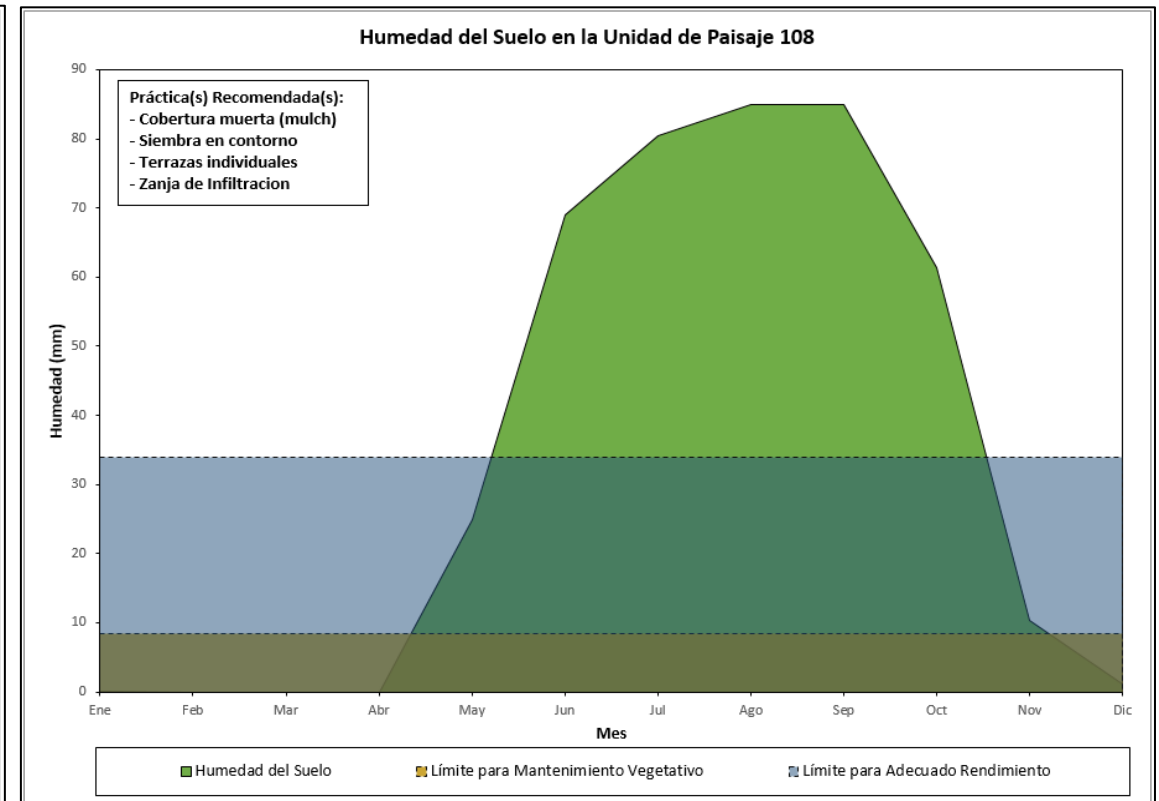
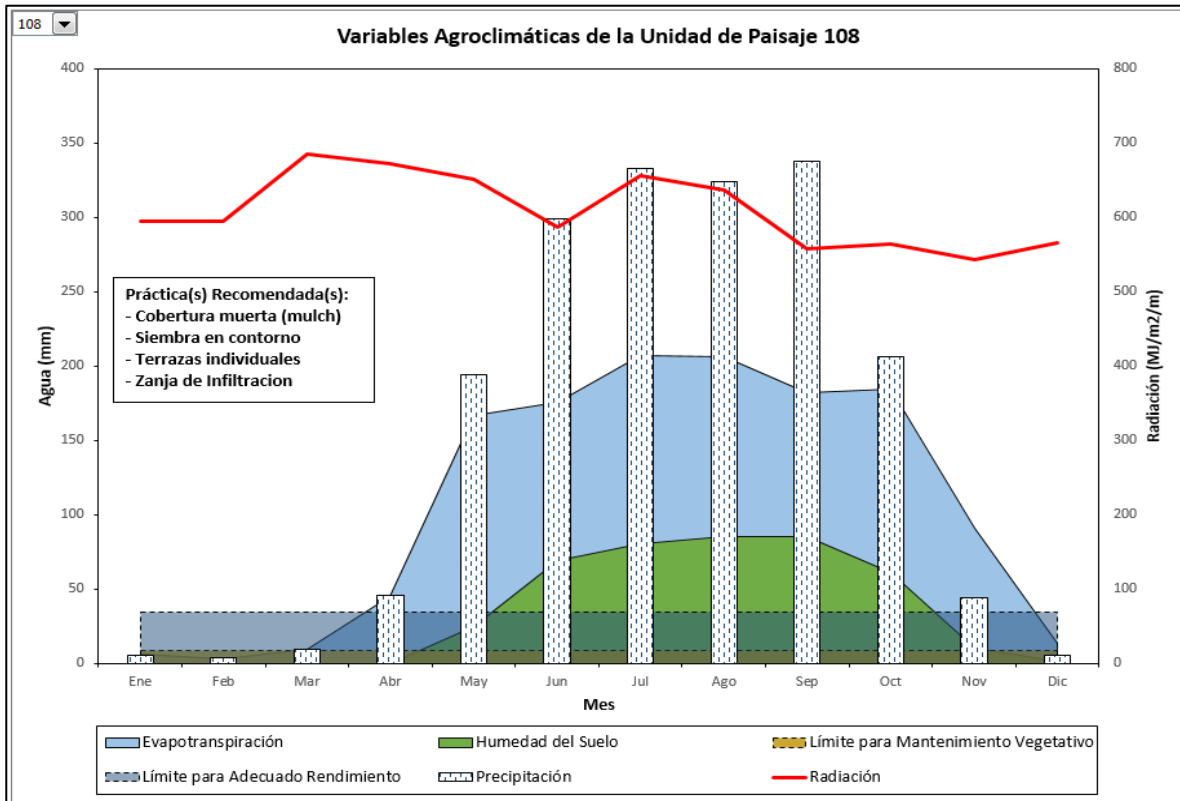
- Forma
- FLAT
  - FOOTSLOPE
  - HOLLOW, VALLEY, DEPRESSION
  - SLOPE, SPUR
  - SUMMIT, RIDGE, SHOULDER



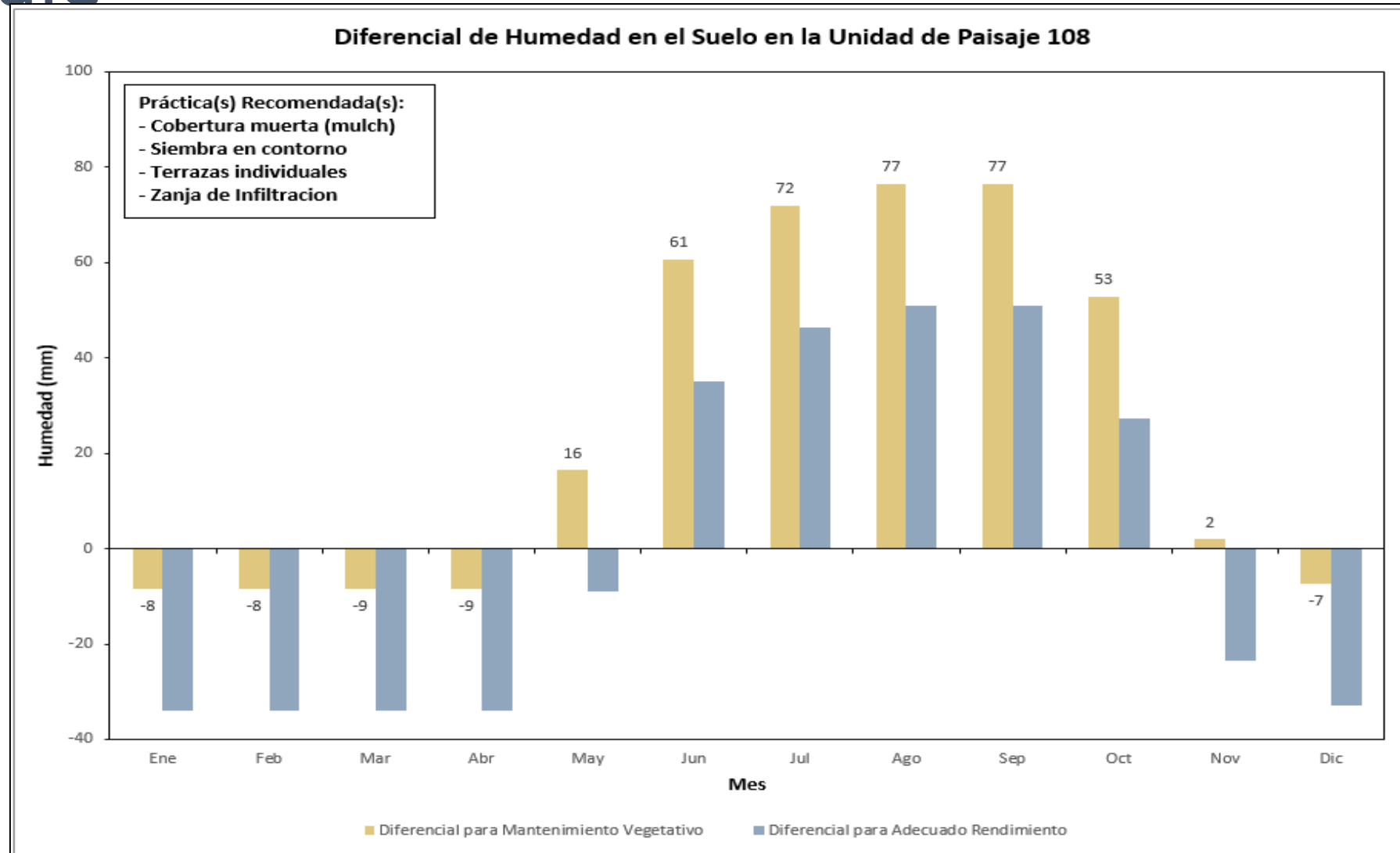
- Pedología
- ALUVIALES
  - ANDISOLES
  - GRUMOSALES
  - LATOSALES ARCILLO ROJIZOS
  - LITOSALES
  - REGOSALES Y HALOMORFICOS



# Resultados de la evaluación por unidad de paisaje



# Resultados de la evaluación por unidad de paisaie



# Genetica

Our vision, a sustainable food future



# Presentación de Resultados: Secuenciación del Genoma de 14 variedades de Cacaos de Casa Luker

Granja Casa Luker, La Palestina, Caldas - Julio 6 de 2015



# Secuenciación de Genoma de 14 variedades de Cacaos de Casa Luker

Casa Luker-CIAT-Yale

## Colecta de material en La Granja Luker

**Vereda:** Santaguada

**Municipio:** Palestina

**Departamento:** Caldas

Altura: 1023 msnm



Ing. Luis A. Agudelo



# Algunos resultados, entre otros

Fuente de **Genes Candidatos** para Mejoramiento de Cacao

Un total de 10 millones de SNPs se identificaron inicialmente a partir de la alineación de la secuencia de referencia de cacao con las secuencias de los genomas de Casa Luker.

De estos, aproximadamente 5,5 millones fueron retenidos después de filtrar teniendo en cuenta diferentes criterios según análisis Bioinformático

*!Herramientas y Posibilidades para Mejoramiento Asistido  
MAS! -Selección Genómica y explotación del recurso genético*



# Análisis de Diversidad Genética en cacao - Trabajos hechos y en curso

## Plataforma Fluidigm-CIAT

### **CORPOICA:**

563 accesiones del banco de germoplasma evaluadas con 88 SNPs. Datos entregados a CORPOICA

### **Nacional de Chocolates:**

32 accesiones de su banco de germoplasma han sido analizadas con 48 SNP's.

### **Uniamazonia:**

31 accessions han sido analizadas con 48 SNPs. En progreso análisis con otros 48 SNP's

### **Fedecacao:**

72 accesiones han sido analizadas con 48 SNPs. En progreso análisis con otros 48 SNP's

### **INIAP-Ecuador:**

Solicitud para hacer análisis de 2000 accesiones de su banco de germoplasma

### **UNIAMAZONÍA:**

Proyecto en curso para analizar 1500 accesiones de colectas en la selva amazónica

# Cacaos silvestres colectados en la Amazonía



# Mercados

Our vision, a sustainable food future





# Cacao para la Paz: Un Análisis de la Cadena Productiva de Cacao en Colombia

Tamara J. Benjamin and Mark M. Lundy

Philip C. Abbott, Gary R. Burniske, Marcia M. Croft, Marieke C. Fenton, Colleen Kelly,  
Fernando Rodríguez-Camayo, Michael D. Wilcox, Jr.

25 de abril de 2017

CIAT, Palmira, Colombia



**USAID**  
FROM THE AMERICAN PEOPLE

**PURDUE**  
UNIVERSITY





**UN ANÁLISIS DE  
LA CADENA PRODUCTIVA  
DEL CACAO EN COLOMBIA**

# Buena perspectiva para cacao en Colombia

## Estrategias claves:

- Incrementar la **productividad, sostenibilidad y la competitividad** de la producción de cacao
- Convertir las asociaciones en **negocios rurales competitivos y sostenibles**
- Fortalecer el sector y **responder a los mercados** con calidad y volumen consistentes
- Mejorar de la **arquitectura institucional** del sector de cacao



**Centro Internacional de Agricultura Tropical**  
*Desde 1967 Ciencia para cultivar el cambio*

Sede Principal  
Km 17 Recta Cali-Palmira C.P. 763537  
P.O. Box 6713, Cali, Colombia  
Phone: +57 2 445 0000

✉ [ciat@cgiar.org](mailto:ciat@cgiar.org)  
[www.ciat.cgiar.org](http://www.ciat.cgiar.org)

 [ciat.ecoefficient](https://www.facebook.com/ciat.ecoefficient)

 [@ciat\\_cgiar](https://www.instagram.com/ciat_cgiar)

 [@CIAT\\_](https://twitter.com/CIAT_)



Centro de Investigación de CGIAR