

Estimación de parámetros biofísicos de superficie a partir de datos de satélite

Bahía Blanca, 10 - 14 de noviembre de 2014



*Curso elaborado para la
Universidad Nacional del Sur
Departamento de Geografía y Turismo*



Tandil, Buenos Aires, Argentina

<http://teledeteccion.wix.com/gtihlla>

Contacto

Doctores

Raúl Rivas y Facundo Carmona

www.ihlla.org.ar

Te 00 54 249 438 5520

Miembros del Instituto de Hidrología de Llanuras

Comisión de Investigaciones Científicas

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas

Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires



Instituto de Hidrología de Llanuras

Dr. Eduardo Jorge Usunoff

Los índices como resultantes de la operación entre diferentes bandas del espectro. Posibilidades de aplicación y utilidad de éstos para la obtención de características biofísicas de superficie

ÍNDICES

Concepto

- La obtención de un índice de vegetación (IV) se logra a partir de valores de reflectividad obtenidos en diferentes longitudes de onda. En realidad los índices se derivan de la comprensión de la respuesta espectral de las superficies (coberturas vegetales) en las diferentes longitudes de onda. El asistente al curso que comprendió y analizó las firmas espectrales de vegetación puede interpretar y explicar con facilidad el concepto de índice.

Jackson et al. (1983) define a IV como aquel que es sensible a la cubierta vegetal, insensible a los efectos del suelo (brillo y color) y con baja perturbación de la atmósfera, del ambiente y de la condiciones de captura de la imagen (geometría de la iluminación y de observación del sensor).

- Si recordamos que el sector del rojo e infrarrojo cercano del espectro es el que presenta respuesta distinta la vegetación podemos pensar que son estos sectores espectrales útiles para la estimación de un IV.

Ecuaciones de los principales índices

ÍNDICE	EXPRESIÓN	AUTOR
NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)	$\text{NDVI} = \frac{\text{irc}-r}{\text{irc}+r}$	Rouse et al. (1974)
RVI (Ratio Vegetation Index)	$\text{RVI} = \frac{\text{irc}}{r}$	Pearson y Miller (1972)
PVI ¹ (Perpendicular Vegetation Index)	$\text{PVI} = \frac{\text{irc}-a*r-b}{\sqrt{a^2 + 1}}$	Richardson y Wieganel (1979)
SAVI ¹ (Soil Adjusted Vegetation Index)	$\text{SAVI} = \frac{(\text{irc}-r)}{(\text{irc}+r+L)} * (1+L)$	Huete (1988)
TSAVI ² (SAVI Transformado)	$\text{TSAVI} = \frac{a*(\text{irc}+a*r-b)}{r+a*\text{irc}-a*b+X*(1+a^2)}$	Baret y Guyot (1991)
MSAVI (SAVI Modificado)	$\text{MSAVI} = 2*\text{irc}+1\sqrt{(2*\text{irc}+1)^2-8*(\text{irc}-r)}$	Qui et al. (1994)
OSAVI (SAVI Optimizado)	$\text{OSAVI} = \frac{\text{irc}-r}{\text{irc}+Y}$	Rondeau et al. (1996)

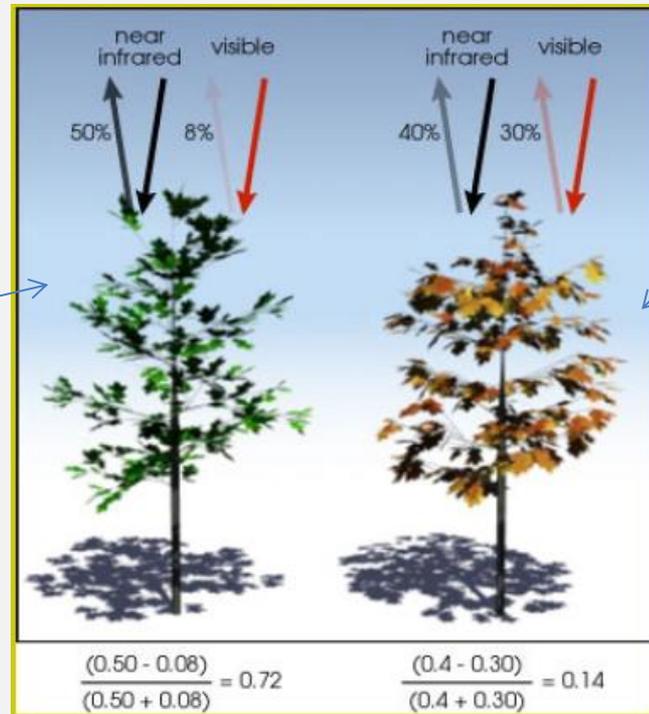
Tabla adaptada de Sobrino 2000. Teledetección, Universidad de Valencia.

Referencias de la Tabla anterior

1, 2. Las constantes **a** y **b** son, respectivamente, la ordenada en el origen y la pendiente de la línea del suelo ($\text{irc}_{\text{suelo}} = \mathbf{a} + \mathbf{b} \cdot \mathbf{r}$). En el plano de reflectividades **irc-r**, los puntos que representan a superficies desnudas se distribuyen a lo largo de una línea recta que se denomina línea del suelo. A medida que la vegetación crece sobre un tipo de suelo determinado, disminuye la reflectividad en el rojo y aumenta en el infrarrojo cercano, por lo que el punto representativo de una cubierta vegetal va separándose de la línea del suelo en sentido ascendente y hacia la izquierda. La distancia de cada uno de estos puntos a la línea del suelo será proporcional a la cantidad de vegetación existente. **X** es un parámetro a determinar para minimizar, todavía más, la influencia del suelo, y que, según sus autores toma el valor 0.08, aunque conviene calcularlo para cada tipo de cultivo. **L** es el factor de ajuste del suelo. Huete (1988) basándose en un modelo de transferencia radiativa mostró que un valor de **L = 0.5** permitía mejorar el ajuste.

El NDVI*: concepto

* Definido por Rouse et al. 1974.



Vegetación en condiciones fisiológicas óptimas

Vegetación en malas condiciones (enferma, con déficit hídrico...)

Valor de NDVI

Figura tomada de Curso CPTEC-INPE (Peres, 2007).

Valores de NDVI

- El NDVI varía entre -1 y 1
- Áreas con elevada proporción de vegetación presentan valores altos ($(NIR - R) / (NIR + R)$) en el orden de 0,9
- El agua tiene NDVI próximo a cero y tiende a tomar valores negativos (en suelos desnudos arcillosos húmedos se pueden observar valores negativos)
- Los suelos secos con muy baja proporción de vegetación arroja valores próximos a 0,1. En rocas y suelos totalmente desnudos tiende a cero.

El IV mejorado: EVI

El EVI (Enhanced Vegetation Index) es un excelente índice para el seguimiento de la vegetación debido que elimina los efectos de la atmósfera (incluido en los parámetros contenidos en la ecuación de calculo). La ecuación operativa es (Huete 2002) :

$$EVI = 2.5 \times \frac{(NIR - RED)}{(NIR + C1 \times RED - C2 \times Blue + L)}$$

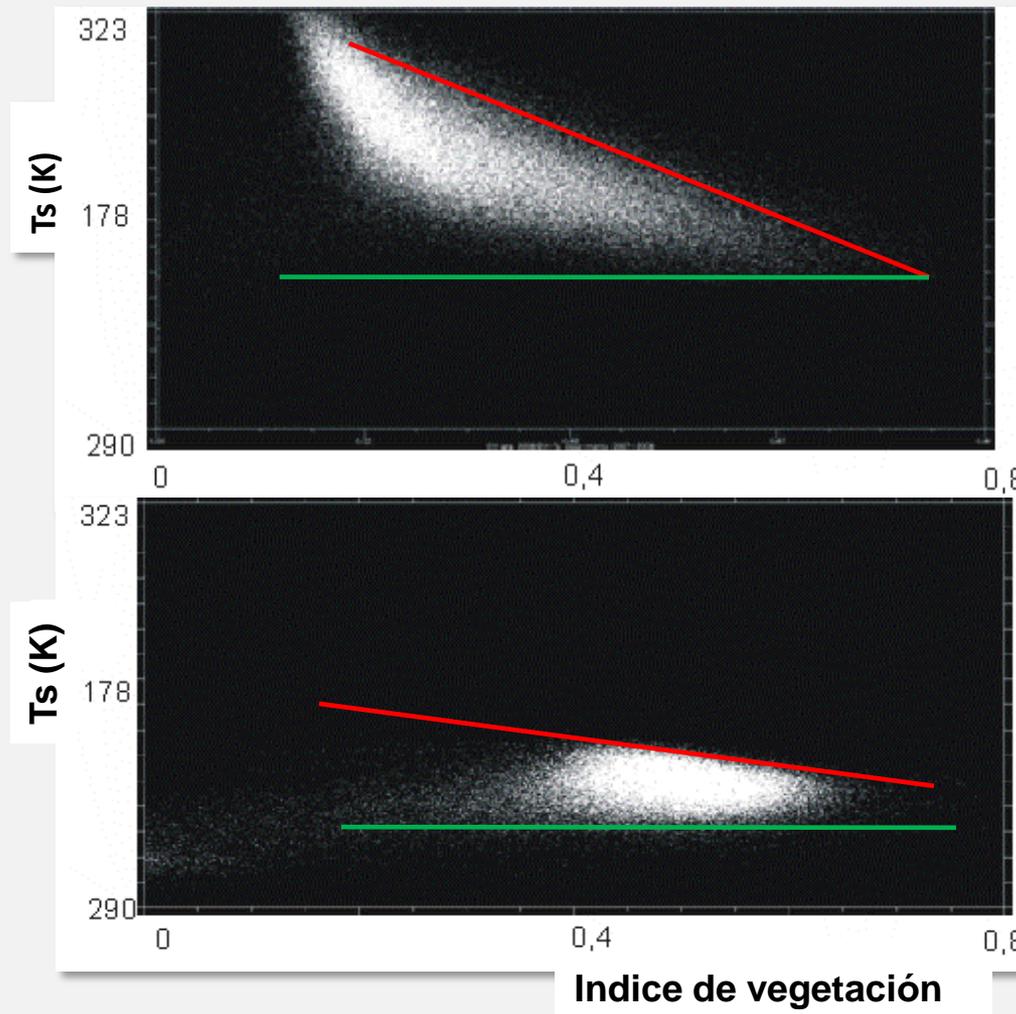
NIR es el infrarrojo cercano, RED es el rojo y blue es el azul del espectro electromagnético. C1 y C2 corresponden a coeficientes debido a aerosoles y L es un ajuste entre NIR y RED. G está incluido en la ecuación de arriba.

Otros índices

Existen otros índices que combinan diferentes sectores del espectro electromagnético, en lugar del R y NIR, que facilitan el conocimiento del estado biofísico de la superficie. Estos índices permiten extraer información de la superficie observada como consecuencia de una diferente respuesta espectral en el R, NIR, SWIR y TIR.

Un ejemplo de combinación puede ser la relación entre R, NIR, TIR por medio de la dispersión que se logra entre NDVI y Ts. Una combinación así permite el seguimiento de zonas con estrés y sin estrés.

Dispersión NDVI-Ts*



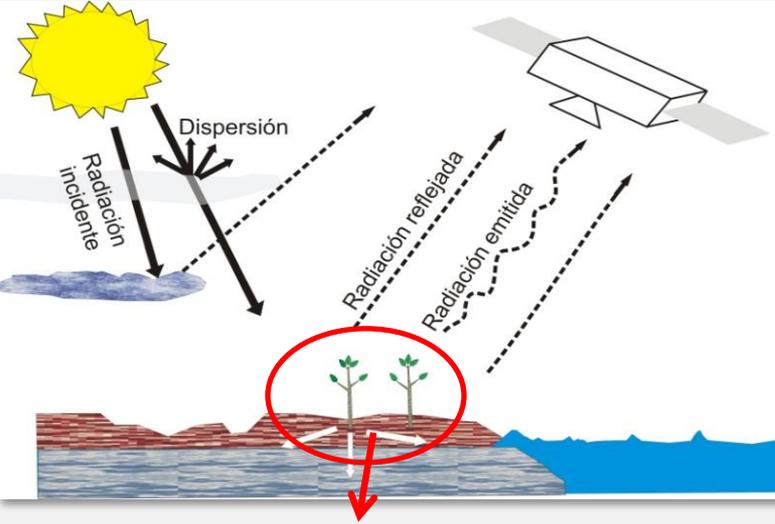
Holzman M., Rivas R., Piccolo C. 2014. Estimating soil moisture and the relationship with crop yield using surface temperature and vegetation index. Int. J. Appl. Earth Observ. Geoinf. 28: 181-192, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jag.2013.12.006>, ISSN 0303-2434.

Ecuaciones con datos R, NIR, SWIR, TIR

INDICE	FORMULA	AUTOR
NDII (Normalized Difference Infra Red Index)	$NDII = \frac{\rho(0.86\mu m) - \rho(1.64\mu m)}{\rho(0.86\mu m) + \rho(1.64\mu m)}$	<i>Hardisky et al. 1983</i>
NDWI (Normalized Difference Water Index)	$NDWI = \frac{\rho(0.86\mu m) - \rho(1.24\mu m)}{\rho(0.86\mu m) + \rho(1.24\mu m)}$	<i>Gao, 1996</i>
TDVI (Temperature Vegetation Dryness Index)	$TVDI = \frac{T_s - T_{s\min}}{a + b NDVI - T_{s\min}}$	<i>Sandholt et al. 2002</i>
WDI (Water Deficit Index)	$WDI = 1 - \left[\frac{(T_{su} - T_a) - (T_s - T_a)}{(T_{su} - T_a) - (T_{inf} - T_a)} \right]$	<i>Luquet et al., 2004</i>

Donde: T_s es la temperatura en el píxel, T_{smin} es la mínima temperatura de superficie, a y b son parámetros propios del área de estudio que se calculan a partir de la relación existente entre $NDVI$ y T_s desde las imágenes de satélite. T_{su} y T_{inf} corresponden a los límites superior e inferior logrados a partir de la gráfica $NDVI$ versus $(T_s - T_a)$ en el trapecioide propuesto por Moran et al. (1994).

El TVDI: conceptos



> Ts (<ET)
Baja Hs

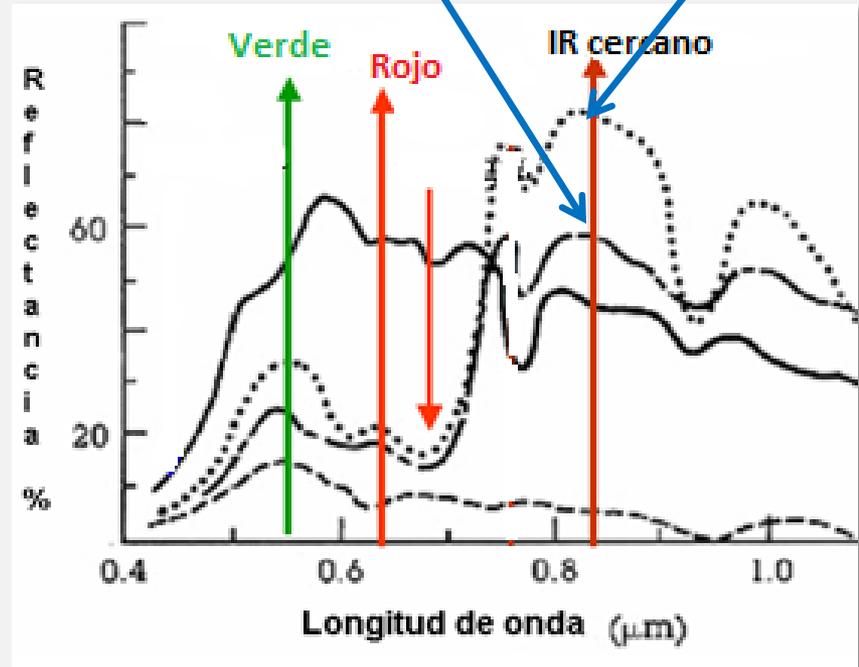


< Ts (>ET)
Alta Hs

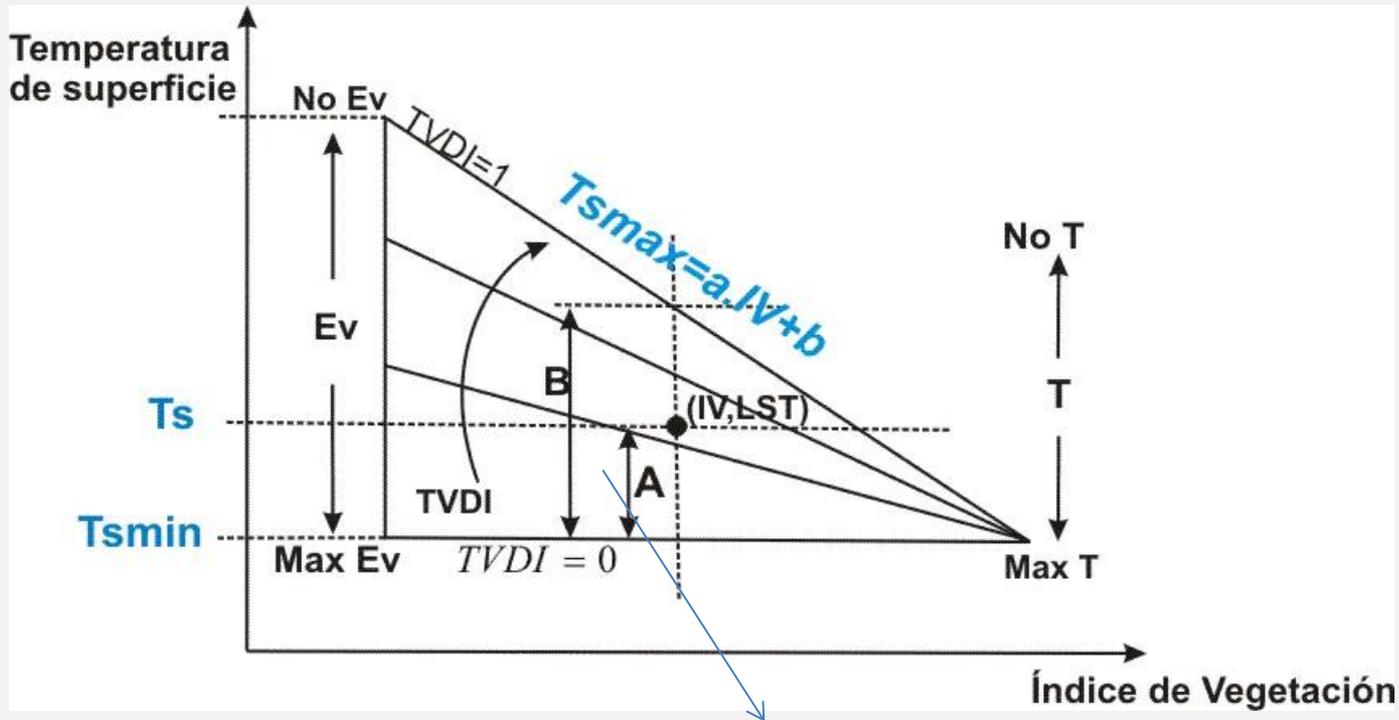
Cambios en Hs:

1) alteraciones en vigorosidad y salud de la vegetación → respuesta en bandas **IRC** y **rojo** → **índices de vegetación**.

2) > emisión de energía → > temperatura (Ley de Planck) → los cambios en el balance energético (disipación en forma de calor) pueden evaluarse con la temperatura de superficie Ts (IRT).



TVDI: ecuación operativa



Gráficamente, para un píxel dado (IV, T_s) el TVDI se puede definir como la relación entre los segmentos A y B.

$$TVDI = \frac{T_s - T_{smin}}{a + b NDVI - T_{smin}}$$

T_s : temperatura (K) observada para un píxel dado

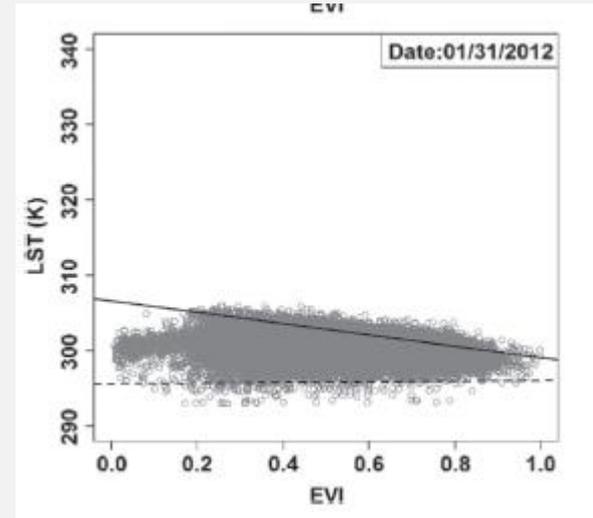
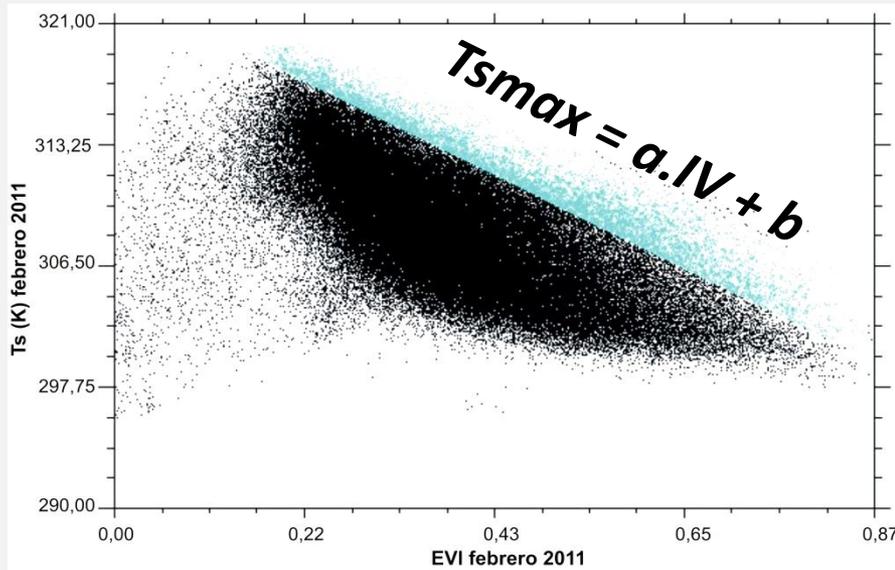
T_{smin} : mínima temperatura de superficie en el triángulo (límite húmedo)

$T_{smax} = a.IV + b$: máxima temperatura observada para un valor dado de IV

a y b : parámetros de superficie propios de la imagen que definen el límite seco como una relación lineal entre los datos.

Ejemplos de dispersiones y límites

Límite seco



Píxeles del diagrama de dispersión que integran el límite seco.

Holzman M., Rivas R., Bayala M. 2014. Subsurface soil moisture estimation by VI-LST method, Geoscience and Remote Sensing Letters, 11: 1951-1955, ISSN 1545-598X.
<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=6803861>

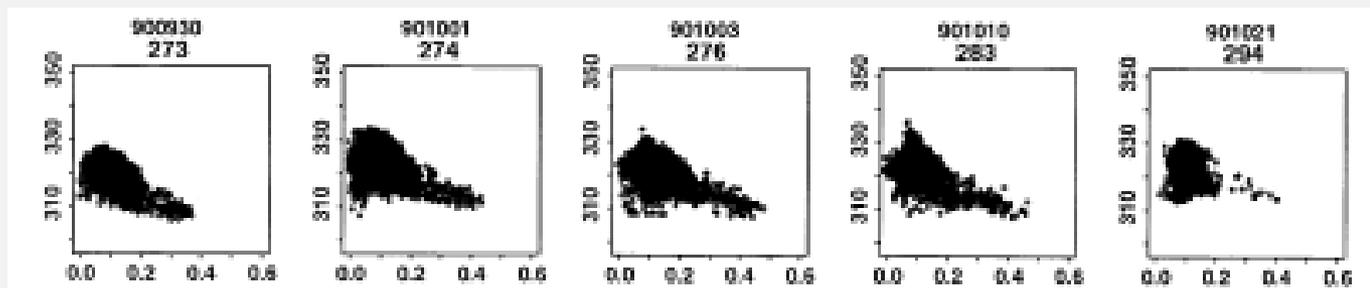


Fig. 5. Scatterplots of NDVI (x-axis) and T_s (y-axis) for the 24 images used in the study.

Sandholt et al. (2002) compararon el TVDI calculado con NOAA-AVHRR con la H_s simulada, en África y obtuvieron estas dispersiones.