Impacto del cambio climático en la distribución potencial de los sistemas viticolas de Europa.

Impact of climate change on the potential distribution of Europe's wine systems.

García-Martínez Yuliana Grisel, [2]Jiménez-García Daniel, [1] Marco-Mancebón Vicente Santiago, [1] Pérez-Moreno Ignacio, [2]Bernal Mendoza Héctor, [1] Jiménez-García Luis [1]

[1]Departamento de Agricultura y Alimentación. Universidad de La Rioja. C/ Madre de Dios 53. 26006-Logroño. La Rioja. España; [2]Centro de Agroecología y Ambiente, Instituto de Ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. daniel.jimenez@correo.buap.mx; h_bernal@hotmail.com

Eje temático: Agroecología y la Resiliencia Socio-Ecológica al Cambio Climático y otros 'Shocks'

Resumen. El sector vitivinícola se enfrenta a importantes desafíos ante el cambio climático, por ello el objetivo del presente trabajo fue evaluar la distribución geográfica potencial de los cultivos de la vid (*Vitis vinifera*) en el horizonte de tiempo presente-2050 bajo el RCP 8,5 (senda representativa de concentración) en Europa. Se utilizaron los programas MaxEnt e Idrisi GIS (sistemas de información geográfica). Los resultados muestran pérdida de distribución de *V. vinifera* al suroriente de Portugal, sur poniente de Italia y Grecia. Se observa persistencia hacia el centro de Europa. En el norponiente de España se observa incrementos en la distribución de la vid, incremento y persistencia de distribución en el centro de Francia y norponiente de Alemania. Esto se debe al incremento de temperatura (3.7 °C) y a la disminución de la precipitación (8 %). Los modelos de nicho ecológico determinan el impacto del cambio climático, lo cual es importe el manejo y conservación del hábitat de la vid.

Palabras clave (max 5): *Vitis vinífera;* Nicho ecológico; hábitat; sistemas agrícolas

Abstrac. The wine sector faces major challenges in the face of climate change, so the objective of the present study was to evaluate the potential geographical distribution of grapevine (Vitis vinifera) crops in the time present-2050 horizon under RCP 8.5 (Representative path of concentration) in Europe. Were used the programs MaxEnt and Idrisi GIS (geographic information systems). The results show loss of distribution of V. vinifera to the southeast of Portugal, south west of Italy and Greece. Persistence is observed towards the center of Europe. Increase in the distribution of the grapevine in the northwest of Spain, increase and persistence of distribution in central France and northwest of Germany. This is due to the increase in temperature (3.7 °C) and the decrease in precipitation (8%). The ecological niche models determine the impact of climate change, which implies the management and conservation of the habitat of the grapevine.

Keywords (max 5): *Vitis vinífera;* ecological niche; habitat; distribution; Agricultural systems

Introdución

La probabilidad de que se agrave la variabilidad climática natural de los sistemas agrícolas, es alta, siendo el sector agrícola considerado con mayor riesgo ante el cambio climático (Hayman *et al.*, 2012). Debido a los cambios en los patrones de precipitación y la temperatura (claves en el crecimiento de los cultivos) siendo distintos para los lugares y horizontes de tiempo tienen diferentes efectos en función de los tipos de cultivos y suelos (Challinor *et al.*, 2014; Stokes, Howden, 2010). El Panel Intergubernamental de Cambio climático (IPCC), sugiere un incremento de 2-4 °C para el año 2100, lo que daría lugar a la pérdida del hábitat y la posterior extinción del 10-30% de todas las especies de plantas vasculares (Rull, Vegas-Vilarrubia, 2006). Una especie diana es *Vitis vinifera*, siendo clave para medir los impactos indirectos mediados por los cambios en la agricultura, por lo que su conservación y manejo es importante en regiones climáticas mediterráneas ya que son hotspots de la biodiversidad global. Lo que implica importancia sobre los cambios de distribución de *V. vinifera*, por lo que el objetivo del presente trabajo fue evaluar la vulnerabilidad de los sistemas vitícolas ante

tales efectos de cambio climático mediante los Modelos de Nicho Ecológico, ya que al comparar las condiciones actuales y las que potencialmente se presentarían bajo diferentes posibilidades (sendas representativas concentración RCP), proporciona información, de la distribución geográfica futura de especies (Peterson, 2003), permitiendo la identificación y la cuantificación del grado de vulnerabilidad de los lugares, donde se tendrían efectos adversos, para determinar estrategias de adaptación (Araujo *et al*., 2006). Los escenarios climáticos resultantes se utilizan como insumos para impulsar modelos de simulación de cultivos orientados al proceso de evaluación de impacto (Lobell *et al*., 2012).

Área de estudio. Europa es el segundo continente más pequeño del mundo, con una extensión de 10.359.358 Km² (el 7% de las tierras emergidas). Tiene 38.000 Km. de costas, lo que llega a determinar el clima en la mayor parte de su territorio.

Cartografía. Se construyó una base de datos, a partir de las ocurrencias de *Vitis vinífera*, tomadas de Global Biodiversity Information Facility (http://www.gbif.org/) y corine (http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover). Se obtuvieron 19 variables bioclimáticas ráster generadas a partir de los valores mensuales de temperatura y precipitación del WorldClim (Hijmans *et al*., 2005) utilizando el modelo de cambio climático HadGEM2-ES generado por Met Office Hadley (Flato *et al*., 2000), bajo la RCP 8.5, en los periodos presente-2050 (IPCC, 2007), a 30 arcsegundos (resolución espacial 1 Km²). Se utilizó el algoritmo de Máxima Entropía MaxEnt ver. 3.3.1, para modelar el componente climático del Nicho Ecológico de la distribución potencial *V. vinífera* (Phillips y Dudík, 2008), validado por el Área bajo la curva (ROC o AUC), un valor alto indica que presenta condiciones muy favorables para la presencia de la especie (Hernández *et al*., 2006;). Las 19 variables se evaluaron individualmente con el test de Jackknife incorporada para obtener las de mayor importancia. Con base al umbral más estricto se obtuvo el punto de corte óptimo (PCO, 10 percentiles), a partir de este se generaron mapas boleanos con los sistemas de información geográfica Idrisi V.16 para obtener las zonas de mayor vulnerabilidad. Se determinaron cuatro categorías: No hábitat (hábitat no adecuado para la distribución de la especie); pérdida (porcentaje de hábitat no adecuado, pero antes si lo había), incremento (hábitat adecuada para la distribución de la especie, donde no lo había) y persistencia (porcentaje donde siempre ha existido un hábitat favorable). Finalmente se determinó el nivel de impacto mediante el análisis CROSSTAB , se obtuvó el índice KAPPA (Abraira, 2001), determina los cambios a partir del presente y su relación con la situación predicha para el 2050. Interpretación complementaria de los resultados del Índice Kappa (García-Martínez *et al*., 2016).

KAPPA (K)	GRADO DE ACUERDO	COMPLEMENTO
<0.0	SIN ACUERDO	CASI PERFECTO
0.21-0.40	MEDIANO	MODERADO
0.41-0.60	MODERADO	MEDIANO
0.61-80	SUSTANCIAL	INSIGNIFICANTE
0.81-1.00	CASI PERFECTO	SIN ACUERDO

Resultados y Discusión

En los resultados obtenidos con de la prueba de Jacknife para el periodo 2050 fue que la variable ambiental con ganancia más alta cuando se utiliza en el aislamiento es Temperatura media del trimestre más frio (bio11) parece tener la informaciónn más útil por sí mismo. No obstante, cuando se omite la variable ambiental temperatura media anual (bio1) disminuye la ganancia (Tabla 1).

Tabla 1.- ***Valores exclusivos de porcentaje de Temperatura y Precipitación (°C) en la distribución de V. vinífera en Europa.*** . Promedio de las diferencias observadas en la RCP 8,5 presente-2050 de la variables de temperatura y precipitación.

Variables	presente_2050
Bio1 Temperatura media anual	*3.7 °C
Bio11 Temperatura media del trimestre más frío	*3.1 °C
Bio12 Precipitación anual	-8%

*Variables de mayor contribución

Evaluación del grado de similitud

Para determinar el grado de similitud que presentan los diferentes modelos de Nicho se realizó una prueba de comparación empleando el índice KAPPA. Se observo que la distribución de *V. vinifera* bajo los distintos períodos de tiempo presentan un grado Sustancial (b), es decir que el grado de similitud entre los distintos mapas generados a partir de los Modelos de Nicho Ecologico a nivel pixel no son muy distintos entre cada uno de los mapas la distribución de *V. vinífera* del RCP 8,5 y periodos de tiempo (Tabla 2).

Tabla 2. Análisis de los cambios en la distribución de la vid.

RCP 8,5 periodos	No Hábitat	Pérdida	Incremento	Persistencia	IK
Presente_2050	24.61	0.83	0.8	1.48	b

IK= Valor del Índice Kappa (b=substancial con valores desde 0.80 a 0.61).
RCP= Sendas representativas de concentración**.**

Análisis de las zonas con mayor vulnerabilidad al cambio climático de la distribución de la vid (Vitis vinífera).

En el periodo presente-2050 bajo el RCP 8,5, los resultados muestran pérdidas de distribución *V. vinifera* en la zona de Portugal (Aveiro, Leiria, Santarém, Setúbal) e Italia (Apulia y Basilicata), Republica Checa (Stredoceský, Olomoucký y Prague), Grecia (Ipeiros, Peloponnisos Dytiki Ellada y Dytiki Makedonia), Serbia principalmente en Srednje-Banatski, Južno-Banatski, Grad Beograd y en Sachsen (Alemania). No obstante en Valencia, Murcia, Castilla-La Mancha y Cantabria (España) aumenta el porcentaje de no hábitat. Lo que supone gran peligro de las especies o en un estado de decadencia afectando simultáneamente una serie de procesos de amenaza (Hilton-Taylor *et al*., 2009). Estas regiones deberían estar preparadas ante los impactos directos de pérdida y fragmentación del hábitat sobre la biodiversidad (Brook *et al*., 2008), estos sucesos han sido ampliamente documentados e incluyen la extinción, disminución de la abundancia de la población, la reducción de la diversidad genética, éxito reproductivo y capacidad de dispersión inferior, por tanto mayor vulnerabilidad a eventos estocásticos, aumento de susceptibilidad a especies invasoras, simplificando la estructura trófica (Fahrig, 2003;). Sin embargo se proyectan grandes áreas adecuadas en las regiones del norte de Europa (Fischer y Lindenmayer, 2007), en este trabajo, observamos mayor porcentaje de la persistencia de distribución potencial para *V. Vinífera* en : Francia, en las regiones de Aquitaine, Midi-Pyrénées; Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte-d'Azur, Pays de la Loire y Champagne-Ardenne, Alemania (Rheinland-Pfalz, Hessen, Baden-Württemberg, Sachsen-Anhalt), Albania (Durrës, Tiranë y Fier), en Republica Checa (Jihomoravský), en Hungría (Szabolcs-Szatmár-Bereg y Hajdú-Bihar), en Eslovaquia (Trnavský, Nitriansky), en Serbia (Zapadno-Backi, Severno-Backi y Severno-Banatski), en Italia (Molise, Lazio, Toscana y Marche), en España (en la comunidad de La Rioja, Navarra, Aragón, Cataluña) y Portugal (Porto, Braga, Viseu, Coimbra y Évora). Se observó un importante incremento de distribución de la vid en Francia (la región de en Franche-Comté), Italia (en Emilia-Romagna, Veneto), Alemania (en Berlin), en Turquía (en las regiones de Sinope, Zinguldak, Sakarya, Tekirdag, Istanbul y Kocaeli) y Hungría (en Bács-Kiskun). La mayor pérdida se observa al sur de Europa en Portugal, España, Italia y Grecia (Fig1).

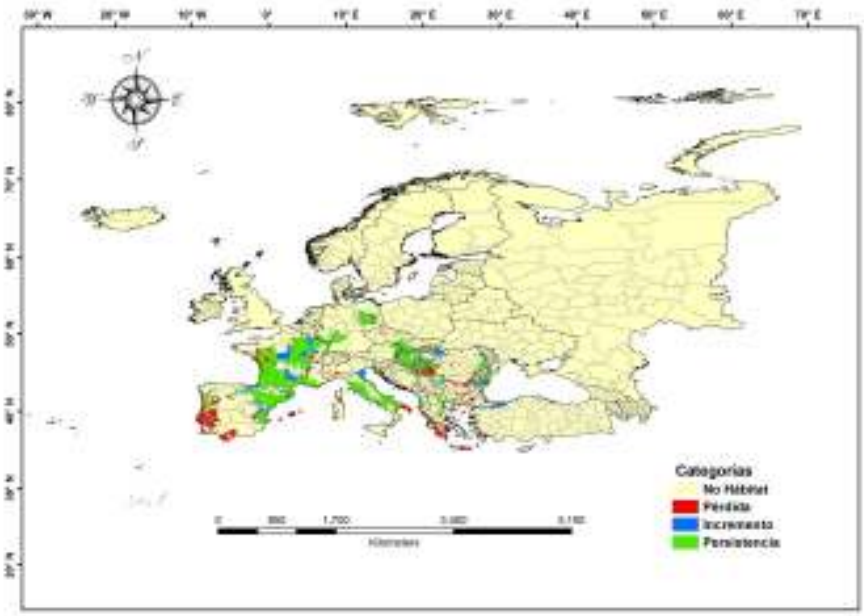

Figura 1. Mapa de distribución de *Vitis vinífera* bajo el RCP 8,5 en el periodo de tiempo presente-2050.

Conclusión

Las variables de mayor contribución al cambio climático son la Temperatura media del trimestre más frío, influye en los incrementos, mientras que la temperatura media anual aumenta la perdida. Debido al incremento de temperatura 3.4 °C y disminución del 8% de precipitación. Las zonas de mayor vulnerabilidad: Portugal al suroriente Italia y Grecia al sur poniente donde se observa 0.83% pérdidas de distribución de *V. Vinifera*. Hacia el centro de Europa se observa persistencia e incremento hacia Francia y norponiente de Alemania. Se observa incrementos en la distribución de la vid en el norponiente de España. El índice Kappa presenta un grado sustancial (b), es decir, no hay cambios entre los escenarios. Es importante la evaluación mediante las simulaciones de modelos de nicho ecológico, utilizando algoritmos en el sistema de información geográfica (GIS), los cuales permiten la predicción de la dinámica de las poblaciones del cultivos en respuesta al cambio climático. Para elaborar las estrategias de adaptación es muy importante primero evaluar todos las posibilidades (escenarios) posibles de forma que el sector y las administraciones cuenten con una valiosa información que le sirva a la hora de tomar decisiones en los próximos años.

Referencias bibliográficas

Abraira, V. El índice Kappa. **Revista. SERMENGEN**. v. 27, n.5, p. 247-249, May 2001.

Araujo, M., Guisan. A. Five (or so) challenges for species distribution modeling. **Revista**. Journal. of Biogeography. v.33, n. 10, p.1677-1688, Aug 2006.

Brook, B.; Sodhi, N.; Bradshaw, C. Synergies among extinction drivers under global change. **Revista. Trends in Ecology & Evolution**., v. 23 n. 8, p. 453–460, Aug 2008.

Challinor, A.J. *et al*. A meta-analysis of crop yield under climate change and adaptation. **Revista. Nature Climate Change**., v 4, p. 287–291, Jan 2014.

Fahrig, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Revista. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**., v. 34 n.1, p. 487–515, 2003.

Fischer, J.; Lindenmayer, D.B. Landscape modification and habitat fragmentation: a synthesis. **Revista. Global Ecology and Biogeography**. v. 16 n. 3, p. 265–280, May 2007.

Flato, G.M. *et al*. The Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis Global Coupled Model and its Climate. **Revista. Climate Dynamics**. v.16, n. 6, p.451-467, Jun 2000.

García-Martínez, Y.G. *et al*. Traditional agroecosystems and global change implications in Mexico. **Revista. Bulgarian Journal of Agricultural Science**., v. 22, n. 4, p. 548–565, Sep 2016.

Hayman, P. *et al*. Climate change through the farming systems lens: challenges and opportunities for farming in Australia. **Revista. Crop and Pasture Science**., v.63, n. 3, p. 203–214, July 2012.

Hernández, P.A. *et al*. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. **Revista. Ecography**., v. 29, n. 5, p.773-785, Oct 2006.

Hijmans, R.J. *et al*. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. **Revista. International Journal of Climatology**., v. 25, n. 15, p. 1965-1978, Dec 2005.
IPCC. Agriculture. In Climate Change: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Metz OR, Davidson PR, Bosch R, Dave LA, Meyer, eds.). Cambridge, UK and New Yor 2007.
Lobell, D.B.; Sibley, A.; Ortiz-Monasterio, J.I. Extreme heat effects on wheat senescence in India. **Revista. Nature Climate Change**., v. 2, p. 186–189, Jan 2012.
Peterson, T.A. Predicting distributions of known and unknown reptile species in Madagascar. **Revista. Nature**. v. 426, p.837–841, Nov 2003.
Phillips, S.J., Dudík, M., 2008. Modeling of species distributions with Maxent: new extensions and a comprehensive evaluation. **Revista. Ecography**., v. 31, p.161-175.
Rull, V.; Vegas-Vilarrúbia, T. Unexpected biodiversity loss under global warming in the neotropical Guayana Highlands. **Revista. Global Change Biology**., v. 12, n. 1, p. 1–9, Jun 2006.
Stokes, C.; Howden, M. **Adapting Agriculture to Climate Change: Preparing Australian Agriculture, Forestry and Fisheries for the Future**. Ed. CSIRO Publication, Collingwood VIC, Australia, 2010. 286p.
Hilton-Taylor, C.; Vié, J. C.; Stuart, S.N. Wildlife in a Changing World: An Analysis of the 2008 IUCN Red List of Threatened Species. **International Union for Conservation of Nature**, Lynx Edicions, Gland, Switzerland, Barcelona, Spain 2009.