



Universidad Tecnológica Nacional
Rectorado
Secretaría de Ciencia, Tecnología y Posgrado

SISTEMA DE INFORMACION DE CIENCIA Y TECNOLOGIA (SICyT)

FORMULARIO PARA PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Código del Proyecto: SIUTNME0005128

1. Unidad Científico-Tecnológica

- FR Mendoza - GRID TICs - Grupo UTN de Investigación y Desarrollo en TICs
- FR Mendoza - LABORATORIO DHARMA

2. Denominación del PID

SENSE : Smart prEdictioN of froSt and yiEld for the wine industry. Predicción de heladas y pronóstico de cosecha para la industria del vino.

3. Resumen Técnico del PID

El objetivo general del proyecto es utilizar información ambiental y agronómica para elaborar un conjunto de datos cuyas variables nos permitan construir modelos de aprendizaje automático para: 1) Predecir las heladas agronómicas. 2) Identificar las ubicaciones de los sensores ambientales más significativas para la predicción de heladas. 3) Entender el impacto de la temperatura, humedad y otros factores ambientales en el proceso de la maduración y cosecha en viñedos para mejorar el pronóstico de cosecha.

4. Programa

Sistemas de Información e Informática

5. Proyecto

Tipo de Proyecto: UTN (PID UTN) SIN INCORPORACION EN PROGRAMA INCENTIVOS

Tipo de Actividad: Seleccione..

Campos de Aplicación:

Rubro	Descrip. Actividad	Otra (especificada)
AGROPECUARIO (Producción y tecnología)	Otros - Producción Vegetal- (Especificar)	pronóstico de cosecha
AGROPECUARIO (Producción y tecnología)	Otros - Servicios Agropecuarios- (Especificar)	predicción de heladas

Disciplinas Científicas:

Rubro	Disciplina Científica	Otras Disciplinas Científicas
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA	Ingeniería de Software	-
CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E INFORMÁTICA	Inteligencia Artificial	-

Palabras Clave

heladas, frost prediction, pronóstico de cosecha, yield forecasting, aprendizaje automático, machine learning

6. Fechas de realización

Inicio	Fin	Duración	Fecha de Homologación
01/01/2019	31/12/2020	24 meses	-

7. Aprobación/ Acreditación / Homologación / Reconocimiento (para ser completado por la SCTyP - Rectorado)

7.1 Aprobación / Acreditación / Reconocimiento (para ser completado por la FR cuando se posea N° Resolución)

N° de Resolución de aprobación de la FR:

7.2 Homologación (para ser completado por la SCTyP - Rectorado)

Código SCTyP : SIUTNME0005128

Disposición SCTyP:

Código Ministerio:

8. Estado (para ser completado por la SCTyP - Rectorado)

EN TRÁMITE

9. Aavales (presentación obligatoria de aavales)

10. Personal Científico Tecnológico que participa en el PID

Apellido y Nombre	Cargo	Hs/Sem	Fecha Alta	Fecha Baja	Otros Cargos
MERCADO, GUSTAVO JOSÉ	CO-DIRECTOR	10	01/01/2019	31/12/2020	
PEREZ, DIEGO SEBASTIÁN	INVESTIGADOR FORMADO	10	01/01/2019	31/12/2020	
DIEDRICHS ESCUDERO, ANA LAURA	DIRECTOR	20	01/01/2019	31/12/2020	
DIAZ, CARLOS ARIEL	BECARIO POSGRADO - DOCTORAL EN EL PAÍS	10	01/01/2019	31/12/2019	
STRAPPA FIGUEROA, YANELA DAIANA	BECARIO POSGRADO - DOCTORAL EN EL PAÍS	10	01/01/2019	31/12/2020	
DUJOVNE, DIEGO ROBERTO	INVESTIGADOR FORMADO	10	01/01/2019	31/12/2020	
PEREZ PEÑA, JORGE ESTEBAN	INVESTIGADOR FORMADO	5	01/01/2019	31/12/2020	

11. Datos de la investigación

Estado actual de concimiento del tema

Pronóstico de cosecha

Productores vitivinícolas han estado adquiriendo información operacional significativa sobre sus cultivos produciendo años de datos sobre cómo cada hectárea ha sido sembrada, irrigada, fertilizada, y como las uvas han ido madurando. A pesar de la riqueza de información operacional no existen herramientas que puedan estimar de forma eficiente y complementar el manejo de los datos para proveer un pronóstico de cosecha exacto o predecir heladas con exactitud.

El pronóstico de cosecha es el proceso que estima la cantidad de producción de uva para cada sección de la finca en términos de kilos por unidad de superficie. Avances recientes en aprendizaje automático (machine learning ML) resuelven estos problemas que no pueden ser atacados por modelos analíticos estándares.

El primer objetivo es desarrollar una solución basada en ML lista para ser utilizada, que combine la riqueza de información operacional de los productores, datos climáticos regionales, estaciones meteorológicas en la parcela e información recolectada por dispositivos sensores instalados en la parcela para proveer un pronóstico de cosecha más preciso.

Un paso crucial es armar un conjunto de datos (*dataset*) con sus variables o características a partir de otros *datasets* o bases de datos, entrenar el sistema usando estos datos, y experimentalmente evaluar cuál es el set de variables que más contribuye al pronóstico de cosecha.

Como se discute en [Ch09], la estimación de la cosecha es fundamental. Mientras que los productores esperan obtener una mejor cosecha para aumentar sus ganancias, también están interesados en obtener

el máximo de la producción de sus campos. Dada una estimación de cosecha, puede calcularse el tiempo de cosecha, los costos y el transporte. Tanto una estimación de más o menos producción a la esperada puede generar una demora en la cosecha de la fruta y problemas de enfermedades. Además, para las bodegas, un error en la estimación de cosecha afecta la logística del transporte, almacenamiento y espacio que son dimensionadas y planeadas de forma adelantada para reservar recursos.

El método típico de estimación de cosecha de un viñedo involucra la participación de varios parámetros en una fórmula, que son calculados de muestras tomadas del viñedo para contar frutos y medir el tamaño del racimo. Esta es una tarea manual, y todas las muestras son tomadas durante un período corto de tiempo, para mantener la muestra válida, como es explicado en Dunn [Du10] y Komm [Ko15] en mayor detalle. Métodos estándares usan muestreo del fruto, éstos están orientados a resultados y no a las causas. Las muestras representan una imagen de la evolución de los viñedos durante el crecimiento del racimo, resultando en un proceso largo y caro, donde una repetición confiable es baja.

El viñedo en estado de producción es altamente sensible a condiciones particulares del campo y del tipo de planta, su edad, los diferentes tratamientos involucrados durante el proceso de maduración: irrigación, fertilización, poda, entre otros, y las condiciones meteorológicas hasta el tiempo de cosecha.

La relevancia de las condiciones climáticas en los viñedos se plantea como clasificadores de las diferentes regiones vitícolas del mundo en el trabajo de Tonietto et al. [To04], teniendo en cuenta el índice de sequedad, el índice heliotal y el índice de la noche fría. El caso especial de la relación de la temperatura ambiente en condiciones controladas con el metabolismo fenológico en las uvas es evaluado por Cohen et al. [Co07], donde los autores destacan el efecto de la reducción de la fluctuación de la temperatura diurna en el desarrollo del fruto y la suma de calor en el metabolismo fenológico de las uvas. Walsh [Wa17] describe la tecnología actual más avanzada, proponiendo el uso de mediciones a macroescala desde satélites y microescala a partir de sensores específicos de viñedos. El autor también cubre brevemente las aplicaciones que proponemos para este trabajo: mejorar la detección de heladas y el pronóstico de rendimiento a partir de datos ambientales. Sabbatini et al. [Da12] describe el método del peso del racimo de recolección, el *lag phase method* (que mide durante el período cuando las uvas dejan de crecer en tamaño) y el método de grados días de crecimiento o acumulado (*growing degree day*), al incluir uno de los parámetros climatológicos.

Desde nuestro campo de investigación, previo a esta propuesta, encontramos que los productores de vino (independientemente del tamaño de sus parcelas) sufren de una intensa variabilidad en su producción y los métodos estadísticos tradicionales no ayudan a reducir los errores de cosecha.

Finalmente, el cambio climático ha mostrado su influencia en los viñedos, como es indicado por Orduña et al. [De10]. Los autores confirman en su publicación que los cambios principales son en la fenología de la vid y composición de la uva, vinificación, microbiología y química del vino, y aspectos sensoriales; concluyendo que se han adelantado los tiempos de cosecha, la concentración de azúcar es mayor, la presencia de menor acidez y modificaciones en la composición de los varietales. La consecuencia es la necesidad de obtener una visión más profunda sobre la variabilidad climática y microclimática y construir modelos en torno a estos parámetros, a fin de proporcionar las herramientas para tomar mejores decisiones en el campo. Los autores de [Be12] han estudiado la influencia del cambio climático en los viñedos de la región de Toscana (Italia) para cuantificar la evaluación económica y las estrategias de adaptación para el sector vitivinícola. Además, Jones [Jo12] destaca la necesidad de medir las condiciones climáticas en todas las escalas: macroescala, mesoescala, escalabilidad (clima del sitio) y microescala (al nivel de la canopia).

Predicción de heladas:

En la región de Mendoza, los eventos de heladas han causado en el 2016 una reducción de hasta un 40% en la producción respecto al 2015. Productores pueden combatir las heladas, para ello tienen que saber previamente que la helada ocurrirá con horas de anticipación para organizar la logística. Los pronósticos climáticos a escala regional, o incluso de estaciones meteorológicas, no proveen la exactitud y precisión que se requieren para caracterizar una helada, teniendo en cuenta que en una misma finca la temperatura puede variar bastante por factores topográficos.

El proyecto PEACH STIC-AmSud (www.savethepeaches.com) ha tenido éxito en construir una solución basada en redes de sensores inalámbricos de bajo consumo y aprendizaje automático para predecir los eventos de heladas en una parcela de durazno. PEACH nos brinda un punto de partida, ya que la solución de redes de sensores puede ser reutilizada, adaptando el modelo de machine learning a otro escenario. La altura de la fruta, su forma y tamaño así como su distribución, floración y tiempo de cosecha de las uvas es muy distinto a los duraznos. Otro objetivo es identificar la ubicación óptima de sensores (en el follaje, en la uva, a distintas alturas, etc) que brinde una predicción más precisa de las heladas.

Durante el 2016 más de 35.000 hectáreas de viñedos fueron afectadas en Mendoza, Argentina, una de las zonas vitivinícolas más relevantes de Latinoamérica [Lo16][De16]. Además, en el otro lado de los Andes, en Chile, las heladas provocaron una pérdida de hasta el 50% de la producción de viñedos durante 2013 en el valle de Casablanca, y afectó la productividad de más de 3.000 hectáreas de viñedos [Ba13]. Ambos representan las regiones de producción de vino más relevantes de América Latina. Un estudio del Instituto de Tecnología de Karlsruhe (KIT) [Ki17] advierte que los viñedos en Mendoza y San Juan en Argentina representan las regiones de mayor riesgo en el mundo para clima extremo y peligros naturales.

Los eventos de heladas son difíciles de predecir, dado que se trata de un fenómeno localizado. La helada puede dañar parcialmente un campo de viñedo, afectando en diferentes zonas un solo campo. Pero un evento de helada puede destruir toda la producción en cuestión de horas: incluso si el daño no es visible justo después del evento, los efectos pueden aparecer al final de la temporada, lo que reduce la cantidad y la calidad de la cosecha. Existen varias medidas contra las heladas, conocidos como métodos de prevención activa, que incluyen quemadores o calentadores de aire que queman algún combustible; o utilizar molinos que remueven el aire distribuido en la parcela. Cualquiera de los métodos de combate tiene un costo asociado.

En consecuencia, es crítico predecir los eventos de heladas con la mayor exactitud posible, de esta manera se puede iniciar el método de combate en el momento justo, reduciendo la posibilidad de falsos negativos (un evento de helada que no fue predicha y ocurrió) o falsos positivos (un evento de helada que fue predicha y no ocurrió). En el primer caso, la producción o parte de ella puede perderse. En el segundo caso, se quemaría combustible inútilmente.

En la tesis en curso de la Ing. Diedrichs se han desarrollado modelos de predicción de temperaturas mínimas teniendo como información temperatura (mínima, media, máxima) y humedad (mínima, media, máxima) del día anterior. Se trabajó en la construcción del modelo predictivo basado en aprendizaje automático (*machine learning*) [21]. El enfoque asume que es posible mejorar la predicción de temperatura mínima de un punto de medición, un sensor o una ubicación, aprovechando la información de los sensores vecinos más informativos o relevantes. Para ello utilizamos esquemas de selección de variables y algoritmos que las incorporan como las redes Bayesianas, mediante aprendizaje de estructuras basado en puntaje, y *random forest*. Esto permite disminuir la cantidad de variables involucradas en el problema, construyendo modelos más simples. Dada la escasa cantidad de eventos de heladas durante el año, los datos disponibles son pocos para construir un sistema de pronóstico estándar preciso, definiendo un problema de conjunto de datos desequilibrado. Equilibramos el conjunto de entrenamiento utilizando SMOTE (técnica de sobremuestreo minoritario sintético) con el objeto de incrementar la probabilidad o tasa de detección de heladas (*recall*), que es el cociente entre las heladas predichas por el sistema predictivo sobre el total de eventos de heladas ocurridos. Nuestros resultados muestran que seleccionar los vecinos (estaciones o sensores) más informativos y entrenar los modelos con SMOTE aumenta el *recall* hasta en un 15% comparado con un entrenamiento sin SMOTE. Observamos que los mejores modelos predictivos encontrados fueron aquellos que contaron con la información de los vecinos más relevantes y además mostraron un *recall* y precisión (cociente entre heladas predichas y ocurridas sobre el total de heladas predichas) entre el 75% y 85%. Otros experimentos recientes usando redes neuronales recurrentes, específicamente GRU, han brindado un *recall* del 92%, por lo que pareciera ser un enfoque promisorio.

Contando ya con un modelo predictivo seleccionado, se podría optimizar las ubicaciones de los sensores premiando aquellas que brinden un mejor desempeño al modelo predictivo e interés al productor en la zona a cubrir. La ubicación de sensores es un problema de optimización que ha sido tratado largamente para otras aplicaciones mediante un enfoque metaheurístico, como por ejemplo en el despliegue de sensores inalámbricos [20].

Referencias

- [Ba13] Bayer, "Viñas de casablanca estiman pérdidas por usd 14 millones," October 2013, [Online; posted 9th-October-2013]. [Online]. Available: <http://www.cropsscience.bayer.cl/noticias/vernoticia.asp?id=3121>
- [Bo12] Bormann, Carsten, Angelo P. Castellani, and Zach Shelby. "Coap: An application protocol for billions of tiny internet nodes." *IEEE Internet Computing* 16, no. 2 (2012): 62-67.
- [Ch09] Chien, M. "Crop Estimating in Vineyards" Technical Booklet (2009), College of Agricultural Sciences, Penn State University.
- [Co07] Cohen, Seth D., Julie M. Tarara, and James A. Kennedy. "Assessing the impact of temperature on grape phenolic metabolism." *Analytica Chimica Acta* 621, no. 1 (2008): 57-67.
- [Co16] Columbus, L. "Roundup of Internet of Things Forecasts and Market Estimates, 2016" Forbes.com, November 27th, 2016. [<https://www.forbes.com/sites/louis.columbus/2016/11/27/roundup-of-internet-of-things-forecasts-and-market-estimates-2016/#13a440a6292c>] Last visit: May 14th, 2017.
- [Da12] Dami, Paolo; Sabbatini, Imed and Howell, G. "Predicting Harvest Yield in Juice and Wine Grape Vineyards." 2012
- [De10] De Orduna, Ramon Mira. "Climate change associated effects on grape and wine quality and production." *Food Research International* 43, no. 7 (2010): 1844-1855.
- [De16] Barnes, A., Decanter.com, "El Nino hampers Argentina's 2016 wine harvest", May 23rd, 2016, United Kingdom. [<http://www.decanter.com/wine-news/el-nino-argentina-2016-wine-harvest-305057/>] Last visit: May 14th, 2017.
- [Du10] Dunn, G. M. "Yield forecasting." *Technical Booklet* (2010).
- [le06] IEEE Standard for Information technology: Local and metropolitan area networks Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs). IEEE St. 802.15.42006.
- [Jo12] Jones, Gregory V., Ryan Reid, and Aleksander Vilks. "Climate, grapes, and wine: structure and suitability in a variable and changing climate." In *The Geography of Wine*, pp. 109-133. Springer Netherlands, 2012.
- [Jo15] Jordan, Michael I., and Tom M. Mitchell. "Machine learning: Trends, perspectives, and prospects." *Science* 349, no. 6245 (2015): 255-260.
- [Ki17] Lehne, M., Karlsruhe Institute of Technology, "Winemakers lose every year millions of dollars due to natural disasters", Germany, April 26th, 2017. [http://www.kit.edu/kit/english/pl_2017_051_winemakers-lose-billions-of-dollars-every-year-due-to-natural-disasters.php] Last visit: May 14th, 2017.
- [Ko15] Komm, Brittany, and Michelle Moyer. "Vineyard yield estimation." (2015).
- [Lo16] Saieg, L., Los Andes. "Casi 35 mil hectáreas afectadas por heladas" November 20th, 2016, Mendoza, Argentina [In spanish] [<http://www.losandes.com.ar/article/casi-35-mil-hectareas-de-vid-afectadas-por-heladas>] Last visit: May 14th, 2017.
- [Mu07] Mulligan, Geoff. "The 6LoWPAN architecture." In *Proceedings of the 4th workshop on Embedded networked sensors*, pp. 78-82. ACM, 2007.
- [Pa13] Palattella, Maria Rita, Nicola Accettura, Xavier Vilajosana, Thomas Watteyne, Luigi Alfredo Grieco, Gennaro Boggia, and Mscha Dohler. "Standardized protocol stack for the internet of (important) things." *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 15, no. 3 (2013): 1389-1406.
- [To04] Tonietto, Jorge, and Alain Carboneau. "A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide." *Agricultural and Forest Meteorology* 124, no. 1 (2004): 81-97.
- [Wa11] Watteyne, Thomas, Antonella Molinaro, Maria Grazia Rinchichi, and Mscha Dohler. "From manet to ietf roll standardization: A paradigm shift in wsn routing protocols." *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 13, no. 4 (2011): 688-707.
- [Wa17] Walsh, Paul: "In Vino Veritas On Wine, Weather and Climate", The Weather Channel, March 25, 2017. [<https://weather.com/farming/news/weathers-effect-grapes-and-wine-20140325>] Online. Last visit: May 13th, 2017
- [20]
- https://www.researchgate.net/profile/Mnasri_Sami3/publication/270281750_An_Overview_of_the_deployment_paradigms_in_the_Wireless_Sensor_Networks_regular_paper/links/59d288e64585150177f63bf2/An-

Grado de Avance

Actualmente, quien se propone como directora de este proyecto, ha estado trabajando en el transcurso de su tesis construyendo y evaluando modelos de predicción de heladas. En este proyecto se pretende dejar un modelo en producción para realizar predicciones diarias de forma automática, de este forma puede ser consultado por Bodegas u otras entidades que nos proveen los datos para construir estos modelos.

La experiencia obtenida en el proyecto STIC-Amsud PEACH (www.savethepeaches.com, finalizada en 2017) para detectar heladas en campos de durazneros provee un punto de partida para brindar una solución a la industria del vino. Aunque los viñedos tienen una estructura y comportamiento distinto a los durazneros, podemos aplicar el aprendizaje y conceptos de despliegue de sensores y algoritmos de aprendizaje automático.

Hoy en día existe mucha información pública sobre datos climáticos, por ejemplo, el Sistema de Información y Gestión agrometeorológica del INTA (<http://siga2.inta.gov.ar/>), las estaciones meteorológicas de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas de Mendoza (<http://www.contingencias.mendoza.gov.ar>).

Se están generando relaciones informales y colaborando con bodegas de la región (Zuccardi, Trivento). En este proyecto se pretende formalizar alguna de las relaciones mediante convenios marcos, sin descartar otros instrumentos, que certifiquen la transferencia.

Desde la UTN FR Mendoza se han realizado/realizan los siguientes proyectos y acciones referidos a la temática. Tanto el grupo GridTICS como el Laboratorio DHARMa tienen vastos antecedentes y experiencia. Nos limitamos a mencionar los más relevantes al tema del proyecto.

Proyectos relacionados con aprendizaje automático del Laboratorio DHARMa:

Aprendizaje automático aplicado a problemas de visión artificial

PID UTN 3601 (Director Dr. Facundo Bromberg) 2015-2017

PICT 2014-0567 de ANPCyT (Director Dr. Facundo Bromberg) 2016-2019

Predicción localizada de heladas en la provincia de Mendoza mediante técnicas de aprendizaje de máquinas y redes de sensores.

PICT-2731 de ANPCyT 2013-2016. Miembro del grupo responsable: Dr. Facundo Bromberg. Miembros de DHARMa integrantes del grupo colaborador: Federico Schlüter, Diego Sebastián Perez, Alejandro Edera, Ana Laura Diedrichs. PID de UTN 25/J077 (Director Dr. Facundo Bromberg) 2012-2014

Diseño de algoritmos basados en independencia para el aprendizaje de modelos probabilísticos gráficos de mejor calidad.

PID UT14481 (Director) 2017-2019

PICT-ANPCyT-241 y PID-UTN-1205 (Director) Agosto 2010

Aplicación de técnicas de inteligencia artificial a la detección de anomalías en el tráfico de red 2009-2011

Co-director Dr. Facundo Bromberg, Código 06/M010 Res. No 1094 del 13/08/2009, UNCuyo.

Proyectos realizados de GRIDTICS relativos aplicaciones agrícolas

Nombre del proyecto. "RED SIPIA - Estudio a campo de red de sensores inalámbricos para adquisición de parámetros ambientales, de uso en investigaciones agronómicas y biológicas"

Tipo de Proyecto: UTN (PID UTN) C/INC

Código del Proyecto.: 25/J085 UT11737

Fecha de inicio y finalización. Ene/2013 Dic/2014

Director: Gustavo Mercado

Nombre del proyecto: RED SIPIA-LP: Estudio de mecanismos de bajo consumo energético para aplicar a una red de sensores inalámbricos en el ámbito de agricultura de precisión.

Tipo de Proyecto: UTN (PID UTN) C/INC

Código del Proyecto.: EIUTIME0003646TC

Fecha de inicio y finalización. 01/01/2015 - 31/12/2017

Director: Carlos Taffernaberry

Codirector: Gustavo Mercado

d. Nombre del proyecto: PEACH: Predicción de heladas en un contexto de Agricultura de precisión usando machine learning.

Tipo de Proyecto: UTN (PID UTN) C/INC

Código del Proyecto: EIUTNME0004623

Fecha de inicio y finalización. 01/01/2017 - 31/12/2018

Director: MERCADO, GUSTAVO JOSÉ

Publicaciones en revistas internacionales indexadas

Abraham, L., F. Bromberg, and R. Forradellas, "Ensemble of shape functions and support vector machines for the estimation of discrete arm muscle activation from external biceps 3D point clouds", *Computers in Biology and Medicine*, pp. -, 2018.

En proceso de revisión: Prediction of frost events using Bayesian networks and Random Forest. Ana Laura Diedrichs , Facundo Bromberg , Diego Dujovne , Keoma Brun-Laguna ,Thomas Watteyne. IEEE Internet of Things Journal, 2017. Artículo enviado el 30/11/2017, en proceso de revisión.

Using SmartMesh IP in Smart Agriculture and Smart Building Deployments: it Just Works. Keoma Brun-Laguna, Ana Laura Diedrichs, Thomas Watteyne, Diego Dujovne, Carlos Taffernaberry, Remy Leone, Xavier Vilajosana. *Computer Communications Journal*, elsevier, 2018. DOI <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2018.03.010>.

Diaz C.A., Perez D. S., Matello H., Bromberg F., *Grapevine buds detection and localization in 3D space based on Structure from Motion and 2D image classification*. *Journal of Computers in Industry*. Artículo enviado agosto 2017 en proceso de revisión.

Schlüter F., Strappa Y., Milone D., Bromberg F. Blankets Joint Posterior score for learning Markov network structures. *International Journal of Approximate Reasoning*, vol. <https://doi.org/10.1016/j.ijar.2017.10.018>, 10/2017

Perez D. S., Bromberg F., Diaz C.A., Image Classification of Grapevine Buds using Scale-Invariant Features Transform, Bag of Features and Support Vector Machines, *Computer and Electronics in Agriculture*, vol 135, pp 81-95, 04/2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.01.020>

PEACH: Predicting Frost Events in Peach Orchards Using IoT Technology. T. Watteyne, A. Diedrichs, K. Brun-Laguna, J. Chaar, D. Dujovne, J.C. Taffernaberry, G. Mercado. *EAI Endorsed Transactions on the Internet of Things (journal)*, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.4108/eai.1-12-2016.151711>

Edera A., Schlüter F., Bromberg F., "Learning Markov networks with context-specific independences", *Int. J. Artif. Intell. Tools* 23(6) pp 1460030 (2014). DOI: <https://doi.org/10.1142/S0218213014600306>

Schlüter F., Bromberg F., Edera, A. "The IMAAP Approach for Markov networks Structure Learning". *En Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, Abril 2014, 72(3), pp 197-223, doi 10.1007/s10472-014-9419-5.

Catania C. A., Bromberg F., Garcia Garino C. "An autonomous labeling approach to SVM algorithms for network traffic anomaly detection." *Expert Systems with Applications Journal*, 39 (2012) pp 1822-1829. DOI <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.08.068>

Margaritis D. and Bromberg F. "Efficient Markov Network Discovery Using Particle Filters". *Computational Intelligence*, 25:4, 367-394, September 2009. DOI: 10.1111/j.1467-8640.2009.00347.x

Bromberg F., Margaritis D. and Honavar V. "Efficient Markov Network Structure Discovery using Independence Tests". *JAIR*, 35, 449-485, July 2009. <http://dx.doi.org/10.1613/jair.2773>

Bromberg F. and Margaritis D. "Improving the Reliability of Causal Discovery from Small Data Sets using Argumentation". *Journal of Machine Learning Research*, Special Topic on Causality, 10(Feb), 301-340, 2009. <http://www.jmlr.org/papers/v10/bromberg09a.html>

Congresos

K. Brun-Laguna, A. L. Diedrichs, D. Dujovne, R. Léone, X. Vilajosana, T. Watteyne. (2016). (Not so) Intuitive Results from a Smart Agriculture Low-Power Wireless Mesh Deployment. *ACM International Conference on Mobile Computing and Networking (MobiCom)*, Workshop on Challenged Networks (CHANTS), 7 October 2016, New York, NY, USA. DOI: <https://doi.org/10.1145/2979683.2979696>, ISBN: 978-1-

- K. Brun-Laguna, A. L. Diedrichs, J. E. Chaar, D. Dujovne, J. Taffernaberry, G. Mercado, Thomas Watteyne. (2016) A Demo of the PEACH IoT-based Frost Event Prediction System for Precision Agriculture. IEEE International Conference on Sensing, Communication and Networking (SECON), poster and demo session, Londres, Inglaterra, 27-30 Junio 2016. DOI: <https://doi.org/10.1109/SAHCN.2016.7732963>
- Abraham L., Bromberg F., Forradellas R. Arm muscular effort estimation from images using Computer Vision and Machine Learning. (2015) 1st International Conference on Ambient Intelligence and Health. Puerto Varas, Chile. LNCS 9456 (ISBN: 978-3-319-26507-0).
- Edera A., Strappa Y., Bromberg F. "The Grow-Shrink strategy for learning Markov network structures constrained by context-specific independences". 14 th. Ibero-American Conference on Artif Intelligence (IBERAMIA), Santiago de Chile 11/2014.
- Edera A., Schlüter F., Bromberg F. "Markov random fields factorization with context-specific independencies". ICTAI, Washington DC Nov 2013. Best (graduate) student paper award
- Bromberg F., Schlüter F., Edera A. Independence-based MAP for Markov network structure discovery. 23rd International Conference on Tools with Artificial Intelligence. Nov 7-9 2011, Boca Raton, Florida, USA
- Diedrichs A.L., Robles M.I., Bromberg F., Mercado G., Dujovne D., "Characterization of LQI behavior in WSN for glacier area in Patagonia Argentina". Conferencia Argentina en Sistemas Embebidos, Buenos Aires, Argentina 2014.
- Bromberg F., Perez, D. S., Interpolación Espacial Mediante o Aprendizaje de Máquinas en Viñedos de la Provincia de Mendoza, Argentina.. ASAI, UNLP, 2012.
- Bromberg F., Perez, D. S., Segmentación de Imágenes en Viñedos para la Medición Autónoma de Variables Vitícolas.. CACIC-WASI, UNS Octubre, 2012.

Transferencias Tecnológicas Laboratorio DHARMA

- Servicios de asesoría al Municipio del Gobierno de la Provincia de Mendoza:** acompañamiento y asesoría en el desarrollo de actividades y talleres de trabajo con la delegación del Gobierno de Corea del Sur y el EXIM (EXportation and IMportation bank of Korea) en el marco del proyecto *Smart Cities* del cual el gran Mendoza es seleccionada como una de las dos ciudades latinoamericana del programa.
- Servicios de asesoría y consultoría del proyecto Matr de Inosur Inc.,** participando como gestor de la visión de la plataforma y framework de desarrollo matr, concebido para el desarrollo de aplicaciones para el nuevo paradigma de Internet de las Cosas y Sistemas aumentados con inteligencia.
- Servicios de Data Science desde el laboratorio DHARMA a la empresa ECI** para mejorar el proceso de Triage telefónico. (2016-2017). Miembros involucrados: Dr. Facundo Bromberg, Ing. Leandro Abraham, Ing. Carlos Diaz.
- Desarrollo de aplicaciones de realidad aumentada en conjunto con la empresa AG2-INNOSUR.** El objetivo consiste en lograr prototipos funcionales para aplicaciones de realidad aumentada innovadoras en dispositivos móviles, a partir del estudio, desarrollo e implementación de algoritmos de aprendizaje de máquinas y visión computacional. (2016-2017). Miembros involucrados: Dr. Facundo Bromberg, Dr. Diego Sebastián Pérez, Ing. Carlos Diaz.
- Proyecto de Consolidación del Consorcio Cuyano de Mieles,** financiado gracias al Concurso de Proyectos de Asistencia Exportadora Manuel Belgrano, res. 2919 de la Secretaría de Políticas Universitarias, Ministerio de Educación. Desarrollo de tareas vinculadas al Análisis y Sistematización de la Información y la Gestión. (2014-2015). Miembros involucrados: Dr. Facundo Bromberg, Dr. Diego Sebastián Pérez, Ing. Ana Laura Diedrichs, Ing. Leandro Abraham.
- Interpolación espacial de variables vitícolas mediante algoritmos de aprendizaje de máquinas para la empresa GISWorking SRL.** Proyecto enmarcado en el problema de interpolación espacial de variables vitícolas por medio de algoritmos de aprendizaje de máquinas a partir de mediciones geo-espaciales en viñedos de distintas bodegas de la provincia de Mendoza, a partir de datos obtenidos por la empresa Gisworking SRL. (2010-2012). Miembros involucrados: Dr. Facundo Bromberg, Dr. Diego Sebastián Pérez.

Transferencias tecnológicas del Grupo GridTICs

- Convenio con la Municipalidad de la Ciudad de Mendoza y Ente Provincial de Energía (EPRE) en generación fotovoltaica distribuida (2015 y continua)
- Convenio con la Municipalidad de la Ciudad de Mendoza y MYTING S.A. para el desarrollo Smart Bicing en la Ciudad de Mendoza. (2015 y continua)
- Convenio con la Dirección General de Irrigación para el desarrollo de Sistema de Telemedición de Caudales Hídricos, en la red de cauces de riego de la Provincia de Mendoza. (20102014)
- S.A.D.A.Sat: Módulo de Adquisición y Almacenamiento de Datos Ambientales por Protocolo SDI12 con Transmisión Satelital. Entidades intervinientes: IANIGLA CONICET, CONAE, UTM FRM. Fuente de Financiamiento: Universidad, Diseño y Desarrollo Productivo 2013, SPU, Ministerio de Educación. Fecha de inicio y finalización: 01 de febrero de 2014 a 31 de diciembre de 2014 extensión Jul/2015

Objetivos de la investigación

El objetivo general del proyecto es utilizar información a diferentes escalas (micro y meso climática) para construir *datasets* y modelos de aprendizaje automático, cuyas variables nos permitan:

- Implementación de modelos de predicción e heladas basados en aprendizaje automático.
- Identificar las ubicaciones de los sensores más significantes para la predicción de heladas, usando resultados de proyectos pasados y mediciones a escala micro-meso climática.
- Entender el impacto de la temperatura, humedad y otros factores ambientales en el proceso de la maduración y cosecha en viñedos para mejorar el pronóstico de cosecha.

Los objetivos específicos son:

- 1) Especificar la lista de variables que actualmente son utilizadas para la predicción de cosecha, variables tanto cuantitativas como cualitativas. Relevar métodos actuales usados para el pronóstico.
- 2) Complementar la información obtenida por sensores de una finca con los datos históricos de muestreo de bayas y racimos de productores de viñedos.
- 3) Obtener y organizar datos ambientales de las parcelas de productores o bodegas, para construir el modelo de predicción de heladas.
- 4) Asesorar sobre nuevas tecnologías de sensores para la obtención de parámetros de ambientales,
- 5) Construir modelo de predicción de heladas
- 6) Construir un sistema de predicción diaria de heladas para las fincas/bodegas que nos hayan provisto los datos necesarios para ellos.
- 7) Estudiar y realizar un modelo que obtenga las ubicaciones más relevantes para instalar sensores ambientales en una finca.
- 8) Publicar y transferir avances sobre el modelo de predicción de cosecha
- 9) Publicar y transferir experiencias y resultado del sistema de predicción de heladas automático.
- 10) Publicar y transferir conclusiones sobre el modelo de estimación de ubicaciones óptimas de los sensores.

Descripción de la metodología

Se utilizará la metodología de desarrollo de modelos de aprendizaje automático para todos los objetivos. La misma consta de las siguientes etapas de trabajo.

- 1) Obtención de datos y armado de *datasets* para el entrenamiento y testeo de modelos. Una primera etapa muy necesaria y fundamental para cumplir cualquiera de los objetivos. Esto implica la limpieza y armado de *datasets*, tareas propias de la ciencia y análisis de datos.
- 2) Determinación de enfoques experimentales.
- 3) Programación y ejecución experimentos
- 4) Evaluación de resultados

Para el sistema automático de pronóstico de heladas se utilizará una metodología de desarrollo de software ágil, asegurando prototipos funcionales ya en versiones tempranas. Este sistema consultará al modelo predictivo de heladas para obtener las predicciones y consultará información climática de otros sistemas públicos.

Finalmente, las conclusiones de interés obtenidas serán publicadas en journals o conferencias. Además se planea realizar transferencias a las entidades interesadas que nos proporcionen los datos por ejemplo bodegas o productores.

12. Contribuciones del Proyecto

Contribuciones al avance científico, tecnológico, transferencia al medio

Este proyecto implica una transferencia tecnológica de gran interés para el principal sector productivo de Mendoza, el sector vitivinícola, estudiando temas de fundamental impacto como la predicción de heladas y estimación de cosecha. La investigación aplicada realizada en este proyecto será volcada al medio local. Además de la predicción de heladas una incógnita para los productores del medio es determinar cuántos sensores instalar y dónde instalarlos. En este proyecto abordaremos ese problema

Contribuciones a la formación de Recursos Humanos

El grupo UTM gridTICs y el laboratorio DHARMA se caracteriza por la formación de recursos humanos tanto a nivel de posgrado como de grado, asistiendo a la formación de becarios doctorales, becarios graduados y becarios alumnos.

Es este proyecto se incluye al doctorando Ing. Carlos Ariel Diaz, la doctoranda Ing. Yanela Strappa, y al becario de posdoctorado Dr. Ing. Sebastián Pérez, como así también a varios becarios graduados y alumnos.

En el desarrollo del proyecto, considerando las tecnologías de punta que se utilizarán para el mismo, se realizarán talleres y mesas redondas, cuyo objetivo es la formación, intercambio y consolidación de las experiencias profesionales científicas y tecnológicas, de todos los recursos humanos involucrados.

Además, por tratarse de una experiencia piloto de transferencia en la provincia de Mendoza, se prevé la producción de diversos documentos y artículos científico-tecnológicos de relevancia para el área de la Smart Agriculture y Machine Learning.

13. Cronograma de Actividades

Año	Actividad	Inicio	Duración	Fin
1	Gestión de convenios marcos y de transferencia	01/01/2019	6 meses	30/06/2019
1	Relevamiento de datos agronómicos y de producción	01/01/2019	5 meses	31/05/2019
1	Relevamiento de datos ambientales	01/01/2019	4 meses	30/04/2019
1	Análisis y limpieza de los datos recolectados	01/05/2019	4 meses	31/08/2019
1	Construcción modelo de predicción de heladas	01/05/2019	4 meses	31/08/2019
1	Diseño de experimentos de nuevos modelos de estimación de producción	01/07/2019	6 meses	31/12/2019
2	Análisis de resultados de modelos de predicción de cosecha	01/01/2020	4 meses	30/04/2020
2	Análisis de resultados y experiencia de modelo predictivo de heladas	01/01/2020	4 meses	30/04/2020
2	Análisis de ubicaciones relevantes de sensores ambientales	01/02/2020	2 meses	31/03/2020
2	Construcción de modelo de estimación de ubicaciones óptimas de sensores	01/04/2020	3 meses	30/06/2020
2	Escritura y gestión de artículos científicos (hasta fines de 2020)	01/04/2020	8 meses	30/11/2020
2	Análisis de resultados de modelo de estimación ubicaciones óptimas de sensores	01/07/2020	2 meses	31/08/2020

14. Conexión del grupo de Trabajo con otros grupos de investigación en los últimos cinco años

Grupo Vinc.	Apellido	Nombre	Cargo	Institución	Ciudad	Objetivos	Descripción
EVA Lab	Watteyne	Thomas	INVESTIGADOR FORMADO	INRIA	Paris, Francia	Proyecto Stic-amsud PEACH PrEcision Agriculture through climate researCH	Web del proyecto y resultados: www.savethepeaches.com
Universidad Diego Portales	Dujovne	Diego	INVESTIGADOR FORMADO	Universidad Diego Portales	Santiago de Chile	Co-director de tesista Ing. Ana Laura Diedrichs Participación y colaboración en proyecto PEACH PrEcision Agriculture through climate researCH www.savethepeaches.com	Co-director de tesista Ing. Ana Laura Diedrichs Participación y colaboración en proyecto PEACH PrEcision Agriculture through climate researCH www.savethepeaches.com
MLDL and Artificial Intelligence Lab (DTAI)	Davis	Jesse	INVESTIGADOR FORMADO	Dept. of Computer Science-Katholieke Universiteit	Leuven, Belgica	Realizar jornadas de intercambio académico entre laboratorios de investigaciones afines	Se realizaron jornadas de visita por universidades de Europa para generar intercambios académicos con DHARMA, a través de fondos de la SPU.
Computational Intelligence Group	Larrañaga	Pedro	INVESTIGADOR FORMADO	Universidad Politecnica de Madrid	Madrid, España	Realizar jornadas de intercambio académico entre laboratorios de investigaciones afines	Se realizaron jornadas de visita por universidades de Europa para generar intercambios académicos, a través de fondos de la SPU.
Intelligent Systems Group (ISG)	Lozano	José Antonio	INVESTIGADOR FORMADO	UNIVERSIDAD DEL PAIS VASCO	SAN SEBASTIAN, ESPAÑA	Realizar jornadas de intercambio académico entre laboratorios de investigaciones afines	Se realizaron jornadas de visita por universidades de Europa para generar intercambios académicos, a través de fondos de la SPU.
Facultad Ciencias Agrarias - Universidad Nacional de Cuyo	Borgo	Roberto	INVESTIGADOR FORMADO	Cátedra Fisiología	Luján, Mendoza, Argentina.	Convenio marco de transferencia con grupo GridTICS	Estudio, análisis y diseño y desarrollo de una tecnología de red de sensorado inalámbrico enfocado a la obtención de parámetros ambientales necesarios para la investigación relativas a la ecofisiología. Selección, adquisición y desarrollo del hardware utilizado en la red. Desarrollo íntegro del software de procesamiento de adquisición de datos, procesamiento y análisis, con enfoque particular a mediciones de interés biológico. Diseño y escritura de la codificación de enlace entre hardware del sistema. Calibración de los sensores a condiciones ambientales de campo. Seguimiento del funcionamiento del sistema y ajustes necesarios. Divulgación de la información obtenida mediante publicaciones, congresos y seminarios. A partir del prototipo se pretende diseñar los protocolos de comunicación y calibrar otros sensores inalámbricos y su validación sensorial y espacial.
INTA EEA JUNIN	Chaar	Javier	INVESTIGADOR FORMADO	INTA EEA JUNIN	Junin, Mendoza	Asesoramiento sobre heladas, instalación de red PEACH en parcelas del INTA EEA Junin	Asesoramiento sobre heladas, instalación de red PEACH en parcelas del INTA EEA Junin

15. Presupuesto

Total Estimado del Proyecto: \$ 0,00

15.1. Recursos Humanos - Inciso 1 e Inciso 5

Primer Año

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-
2. Becario Alumno UTN-SAE	0	\$ 0,00	-
3. Becario Alumno UTN-SCTyP	0	\$ 0,00	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	2	\$ 528000,00	UTN- SCTyP Organismos públicos nacionales (CONICET, Agencia, INTI, CONEA, etc.)
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-
9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1	Cantidad	Pesos
1. Administrativo	0	\$ 0,00
2. CoDirector	1	\$ 156000,00
3. Director	1	\$ 143000,00
4. Investigador de apoyo	0	\$ 0,00
5. Investigador Formado	1	\$ 156000,00
6. Investigador Tesista	0	\$ 0,00
7. Otras	0	\$ 0,00
8. Técnico de Apoyo	0	\$ 0,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Primer Año	\$ 528000,00	\$ 455000,00	\$ 983000,00

Segundo Año

Becarios Inciso 5	Cantidad	Pesos	Origen del financiamiento
1. Becario Alumno Fac.Reg.	0	\$ 0,00	-

2. Becario Alumno UTN-SAE	0	\$ 0,00	-	-
3. Becario Alumno UTN-SCTyP	0	\$ 0,00	-	-
4. Becario BINID	0	\$ 0,00	-	-
5. Becario Posgrado-Doctoral en el país	2	\$ 528000,00	UTN- SCTyP	Organismos públicos nacionales (CONICET, Agencia, INTI, CONEA, etc.)
6. Becario Posgrado Doctoral en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-
7. Becario Posgrado - Especialización	0	\$ 0,00	-	-
8. Becario Posgrado - Maestría en el país	0	\$ 0,00	-	-
9. Becario Posgrado - Maestría en el extranjero	0	\$ 0,00	-	-

Docentes Investigadores y Otros - Inciso 1		Cantidad	Pesos
1.Administrativo	0		\$ 0,00
2.CoDirector	1		\$ 156000,00
3.Director	1		\$ 143000,00
4.Investigador de apoyo	0		\$ 0,00
5.Investigador Formado	1		\$ 156000,00
6.Investigador Tesista	0		\$ 0,00
7.Otras	0		\$ 0,00
8.Técnico de Apoyo	0		\$ 0,00

Totales	Inciso 5	Inciso 1	Total
Segundo Año	\$ 528000,00	\$ 455000,00	\$ 983000,00

TOTAL GENERAL	Inciso 5	Inciso 1	Total General
Todo el Proyecto	\$ 1056000,00	\$ 910000,00	\$ 1966000,00

15.2 Bienes de consumo - Inciso 2

Año del Proyecto	Financiación Anual	Solicitado a
1	\$ 9.900,00	UTN - SCTyP
2	\$ 9.900,00	UTN - SCTyP
Total en Bienes de Consumo		\$ 19.800,00

15.3 Servicios no personales - Inciso 3

Año	Descripción	Monto	Solicitado a
1	Servicios de consultoría varios	\$ 6.600,00	UTN - SCTyP
2	Viáticos	\$ 6.600,00	UTN - SCTyP
Total en Servicios no personales		\$ 13.200,00	

15.4 Equipos - Inciso 4.3 - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a
1	Necesario	Disco estado sólido	A determinar el tamaño y modelo del disco	A determinar	A determinar	1,00	\$ 16.500,00	UTN - SCTyP
2	Necesario	Mobiliario escritorio	A determinar	a determinar	-	1,00	\$ 16.500,00	UTN - SCTyP
Total en Equipos						\$ 33.000,00		

15.5 Bibliografía de colección - Inciso 4.5 - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a
1	Disponible	extranjero - idioma inglés	Empirical Methods for Artificial Intelligence	1ra edición 1995	ISBN: 9780262032254	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
1	Disponible	extranjero - idioma inglés	Pattern Recognition and Machine Learning	Bishop, Christopher M.	2006	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
1	Disponible	extranjero - idioma inglés	Data Mining Techniques	2001	Arun K. Pujari	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
1	Disponible	extranjero - idioma inglés	Artificial Intelligence: a modern approach	1ra edición 1995	Stuart Russell, Peter Norvig	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
1	Disponible	extranjero - idioma inglés	Decision Support Systems and Intelligent Systems	2006	Turban, Aronson, Liang	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
1	Disponible	extranjero - idioma inglés	Graphical Data Analysis with R	2015	Antony Unwin	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
1	Disponible	extranjero - idioma inglés	Reasoning about uncertainty	2005	Joseph Y. Halpern	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
Total en Bibliografía							\$ 0,00	

15.6 Software - Disponible y/o necesario

Año	Disp/Nec	Origen	Descripción	Modelo	Otras Espec.	Cantidad	Monto Unitario	Solicitado a
1	Disponible	R	https://www.r-project.org/	3.3	licencia open source	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
1	Disponible	importado	RStudio	2018	versión open source https://www.rstudio.com/	1,00	\$ 0,00	Seleccione origen de financiamiento
Total en Software							\$ 0,00	

16. Co-Financiamiento

Año	RR.HH.	Bienes de Consumo	Equipamiento	Servicios no personales	Bibliografía	Software	Total
1	\$983.000,00	\$9.900,00	\$16.500,00	\$6.600,00	\$0,00	\$0,00	\$1.016.000,00
2	\$983.000,00	\$9.900,00	\$16.500,00	\$6.600,00	\$0,00	\$0,00	\$1.016.000,00
Total del Proyecto		\$1.966.000,00	\$19.800,00	\$33.000,00	\$13.200,00	\$0,00	\$2.032.000,00

Financiamiento de la Universidad

Universidad Tecnológica Nacional - SCyT	\$ 1.122.000,00
Facultad Regional	\$ 598.000,00

Financiamiento de Terceros

Organismos públicos nacionales (CONICET, Agencia, INTI, CONEA, etc.)	\$ 1.680.000,00
Organismos / Empresas Internacionales / Extranjeros	\$ 0,00
Entidades privadas nacionales (Empresas, Fundaciones, etc.)	\$ 0,00
Otros	\$ 0,00
Total	\$ 3.400.000,00

Avales de aprobación, Financiamiento y Otros

	Orden	Nombre de archivo	Tamaño
Descargar	1	aval-mercado.pdf	1013420

Currículums (Currículums de los integrantes cargados en el sistema)