

## Taller 2: Afinar preguntas de investigación y Bibliografía anotada

### **1. Preguntas preliminares de investigación**

¿Cómo se puede identificar variedades criollas de frijol de los cultivares modernos o de alto rendimiento en diferentes sistemas de cultivo usando información de sensores remotos satelitales?

¿Cuáles son los principales elementos para clasificar correctamente variedades criollas vs cultivares de alto rendimiento usando información proveniente de sensores remotos satelitales y algoritmos de clasificación?

### **2. Temática de investigación:**

*Identification of crop landrace occurrences using remote sensing and classification algorithms*

*Identificación de ocurrencias de variedades criollas de cultivo usando sensores remotos y algoritmos de clasificación*

Desde el punto de vista de la seguridad alimentaria y conservación de biodiversidad, la identificación de zonas dedicadas al cultivo es un tema de amplio interés. Por un lado, el aumento de la tasa de crecimiento de la población a nivel global impone un reto en función de la cantidad de alimentos a producir para cubrir la demanda generada, por ende, se requiere de más de alimentos para producir pero el uso del suelo tiene condiciones limitadas. Por otro lado, la conservación de variedades silvestres y variedades criollas de cultivos, es decir, las que no han tenido la influencia del hombre o que la han tenido a partir de procesos de selección natural, respectivamente; es de vital interés desde el punto de vista de conservación de recursos genéticos. Esto debido a que dichas variedades cuentan con características que los han hecho resistentes a condiciones climáticas adversas, volviéndolos deseables desde el punto de vista genético para hacer cruces entre variedades y así poder mejorar las variedades cultivadas con el fin de obtener mayor rendimientos y contribuir a la seguridad alimentaria.

Específicamente las variedades criollas de cultivos, también conocidas como *landraces*, corresponden a variedades silvestres que fueron intervenidas por el hombre realizando su correspondiente domesticación para la posterior ingesta. Dichas variedades son importantes desde el punto de vista nutricional, cultural

y de características de adaptación debido a que son de uso local, han sido mejoradas únicamente realizando la selección de los mejores granos y se encuentran adaptadas a condiciones climáticas locales con climas específicos. Debido a estas razones, el interés del presente estudio consiste en identificar, utilizando imágenes provenientes de sensores remotos satelitales, los lugares donde se cultivan variedades criollas de cultivos, particularmente hablando variedades criollas de frijol común.

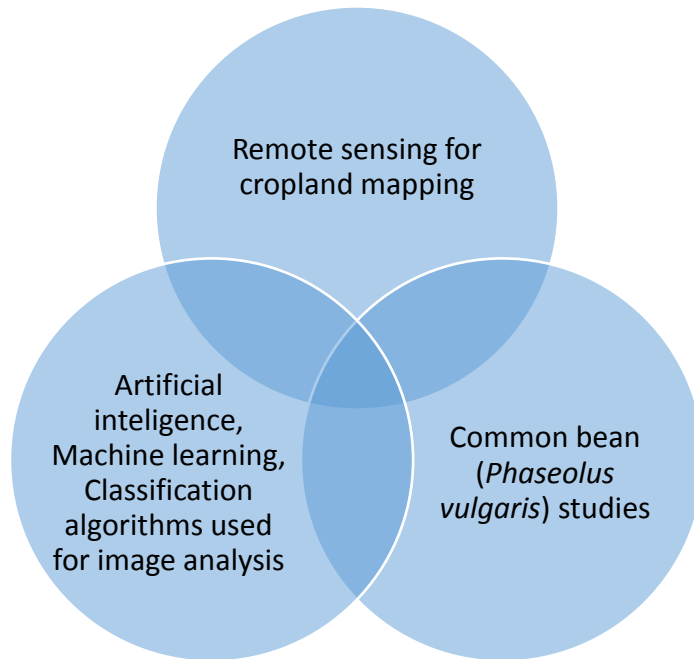
En este sentido a partir de la revisión bibliográfica realizada hasta el momento, existen diversos estudios donde se ha hecho uso de imágenes satelitales en combinación con algoritmos de clasificación para identificar zonas de cultivo de: trigo, maíz, soya y arroz, los denominados cultivos básicos. En estos estudios las preguntas de investigación han estado dadas en función de las metodologías aplicadas y la información disponible para hacer la caracterización. No obstante, existen muy pocos estudios que investiguen la identificación de zonas donde se cultiva frijol común y prácticamente ninguna que lo haga en función de cultivares criollos de este cultivo. De aquí se fundamenta la pregunta de investigación:

***¿Cómo se puede identificar variedades criollas de frijol de los cultivares modernos o de alto rendimiento en diferentes sistemas de cultivo usando información de sensores remotos satelitales?***

La pregunta formulada involucra además de clasificar variedades criollas de frijol el hecho de diferenciarlas de las variedades de alto rendimiento (o mejoradas genéticamente). Esto debido a que se busca hacer una identificación únicamente de las variedades que tienen la mayor fuente de diversidad genética que puede ser aprovechadas con fines de mejoramiento e incremento de la producción. Por otro lado, el *cómo* hace referencia al tipo de algoritmo de Inteligencia Artificial que produzca los resultados más precisos en términos de clasificación y así mismo los datos usados para este fin. Todo esto tomando las principales características de los estudios que han aplicado metodologías similares pero con otros cultivos.

Nuevamente, la importancia de identificar zonas donde se siembran variedades criollas de frijol tendrá un aporte muy importante para la comunidad de conservación de la diversidad genética, debido a que diferentes instituciones agrícolas a nivel global actualmente se encuentran encaminando esfuerzos para coleccionar variedades ricas en cualidades nutricionales y adaptación al cambio climático, para hacer frente a los diferentes riesgos a los cuales dichas variedades se encuentran expuestas, como lo son cambios en el uso del suelo, expansión de áreas urbanas, conflicto armado, cambio climático, entre otros. El desarrollo de la presente investigación puede verse como un prototipo para aplicar los posibles resultados en un contexto global donde se pueda construir una herramienta de identificación de zonas donde se cultivan variedades criollas, potencialmente de un rango más amplio de cultivos.

Finalmente, en cuanto a las referencias seleccionadas estas se agruparon en las siguientes categorías:



*Remote sensing for cropland mapping*: donde se agrupan los estudios más recientes en términos de identificación de zonas de cultivo bajo diferentes metodologías, principalmente enfocados en los cultivos básicos.

*Classification algorithms used for image analysis*: aquí se encuentran los estudios donde se han utilizado diferentes algoritmos de clasificación para la segmentación y clasificación de imágenes satelitales en diversos escenarios.

*Common bean studies*: estudios donde se ha analizado la diferenciación entre variedades de frijol, identificación de las etapas fenológicas e índices vegetativos para realizar una adecuada clasificación.

### 3. Bibliografía anotada

| Año  | Categoría                           | Referencia   | Justificación  | Notas  |
|------|-------------------------------------|--|--|--|
| 2017 | Remote sensing for cropland mapping | @article{Belgiu:2017,<br>title = "Sentinel-2 cropland mapping using pixel-based and object-based time-weighted dynamic time warping analysis ",<br>journal = "Remote Sensing of Environment ",<br>volume = "",<br>number = "",<br>pages = " - ",<br>year = "2017",<br>note = "",<br>issn = "0034-4257",<br>doi = "https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.10.005",<br>author = "Mariana Belgiu and Ovidiu Csillik",<br>}  | Esta es una de las principales referencias para la investigación que pretendo desarrollar, dado que los autores hacen uso de imágenes de alta resolución, fenología de los cultivos y algoritmos de clasificación para lograr identificar y clasificar áreas de cultivo de trigo, maíz, arroz, girasol y bosque. | Time-Weighted DTW y Random forest                  |
| 2017 | Remote sensing for cropland mapping | @ARTICLE{Teluguntla:2017,<br>author={Teluguntla, P. and Thenkabail, P.S. and Xiong, J. and Gumma, M.K. and Congalton, R.G. and Oliphant, A. and Poehnelt, J. and Yadav, K. and Rao, M. and Massey, R.},<br>title={Spectral matching techniques (SMTs) and automated cropland classification algorithms (ACCAs) for mapping croplands of Australia using MODIS 250-m time-series (2000–2015) data},<br>journal={International Journal of Digital Earth},<br>year={2017},<br>volume={10},<br>number={9},<br>pages={944-977},<br>doi={10.1080/17538947.2016.1267269}<br>} | Nuevamente en este artículo se hace uso de la firma espectral de las imágenes para la identificación de cultivos de acuerdo a su comportamiento temporal teniendo en cuenta la fenología de los cultivos   | Algoritmos de clasificación automática de cultivos |

|      |                                     |   |  |  |
|------|-------------------------------------|---|--|--|
| 2017 | Remote sensing for cropland mapping | <p>@article{Xiong:2017,<br/> title = "Automated cropland mapping of continental Africa using Google Earth Engine cloud computing",<br/> journal = "ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing",<br/> volume = "126",<br/> number = "Supplement C",<br/> pages = "225 - 244",<br/> year = "2017",<br/> issn = "0924-2716",<br/> doi = "https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.01.019",<br/> url = "http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924271616301575",<br/> author = "Jun Xiong and Prasad S. Thenkabail and Murali K. Gumma and Pardhasaradhi Teluguntla and Justin Poehnelt and Russell G. Congalton and Kamini Yadav and David Thau",<br/> }</p> | Este artículo destaca un conjunto de algoritmos de detección automática de cultivos para todo el continente africano   | Algoritmos de clasificación automática de cultivos |
| 2017 | Remote sensing for cropland mapping | <p>@ARTICLE{Shen:2017,<br/> author={Y. Shen and X. Liu and X. Yuan},<br/> journal={IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing},<br/> title={Fractal Dimension of Irregular Region of Interest Application to Corn Phenology Characterization},<br/> year={2017},<br/> volume={10},<br/> number={4},<br/> pages={1402-1412},<br/> doi={10.1109/JSTARS.2016.2645880},<br/> ISSN={1939-1404},<br/> month={April}<br/> }</p>  | En este artículo se hace uso de un algoritmo que usa la geometría fractal aplicada a la construcción de las firmas espectrales para caracterizar la fenología del cultivo de maíz. | Análisis fractal                                   |

|      |                                     |  |  |  |
|------|-------------------------------------|--|--|--|
| 2015 | Remote sensing for cropland mapping | @article{Sahoo:2015,<br>author = {Sahoo, Rabi and Ray, Shibendu and R, Manjunath},<br>year = {2015},<br>month = {03},<br>pages = {848-859},<br>title = {Hyperspectral remote sensing of agriculture},<br>volume = {108},<br>booktitle = {Current science}<br>}   | Este paper destaca características esenciales cuando se trabaja con imágenes hiper-espectrales para hacer identificación de zonas de cultivo.  | Descripción detallada de las principales características de las imágenes utilizadas en remote sensing, destacando las propiedades espectrales de la vegetación en el rango óptico y térmico; y su aplicabilidad en diversos tipos de estudios.   |
| 2014 | Remote sensing for cropland mapping | @article{Basso:2014,<br>author = {Basso, Bruno and Cammarano, Davide and De Vita, Pasquale},<br>year = {2004},<br>month = {01},<br>pages = {36-53},<br>title = {Remotely sensed vegetation indices: theory and application for crop management},<br>volume = {1},<br>booktitle = {Rivista Italiana di Agrometeorologia}<br>}   | Este documento contiene información sobre los índices vegetales más importantes al momento de estimar áreas de cultivo   | Destaca los principales índices vegetativos en el campo de remote sensing y cuáles son los índices más adecuados a utilizar dependiendo el objetivo de la investigación: detección de enfermedades en cultivos, estimación del rendimiento, estimación del tamaño de la población, gestión de nutrientes, entre otros.   |
| 2015 | Common bean studies                 | @ARTICLE{Rajah:2015,<br>author={Rajah, P. and Odindi, J. and Abdel-Rahman, E.M. and Mutanga, O. and Modi, A.},<br>title={Varietal discrimination of common dry bean (Phaseolus vulgaris L.) grown under different watering regimes using multitemporal hyperspectral data},<br>journal={Journal of Applied Remote Sensing},<br>year={2015},<br>volume={9},<br>number={1},<br>doi={10.1117/1.JRS.9.096050}<br>} | Este documento me permite referenciar un factor clave que es la clasificación o diferenciación entre variedades de frijol. Que tomándolo como caso análogo sería de utilidad al momento de diferenciar entre variedades de alto rendimiento y variedades criollas. | El objetivo del presente artículo consistió en diferenciar entre tres variedades de frijol en África (Caledon, Ukulinga, y Gadra). Para esto se utiliza información de sensores hiper-espectrales tomando fotos en campo sobre los lotes de interés a diferentes momentos del tiempo, con el fin de obtener las firmas espectrales de cada ensayo. Con esta información multi-temporal se aplica un Análisis Discriminante con Mínimos Cuadrados Parciales para hacer la clasificación de las variedades analizadas.<br><br>La diferenciación entre variedades es un punto de partida, para el objetivo del proyecto el cual está centrado en diferenciar variedades criollas de frijol de variedades de alto rendimiento u otros usos de suelo. |

|      |  |   |  |  |
|------|--|---|--|--|
| 2017 | Common bean studies                    | <p>@ARTICLE{Rajah:2017,<br/> author={Rajah, P. and Odindi, J. and Abdel-Rahman, E. and Mutanga, O.},<br/> title={Determining the optimal phenological stage for predicting common dry bean (<i>Phaseolus vulgaris</i>) yield using field spectroscopy},<br/> journal={South African Journal of Plant and Soil},<br/> year={2017},<br/> number = {8},<br/> pages = {3729--3739},<br/> doi={10.1080/02571862.2017.1317854}<br/> }</p>               | <p>Esta referencia me permite tener una idea de las principales etapas fenológicas del frijol a considerar al momento de utilizar las imágenes provenientes de los sensores remotos satelitales para hacer la clasificación entre variedades de alto rendimiento vs variedades criollas de frijol.</p> | <p>El objetivo principal consistió en identificar la etapa fenológica óptima para la estimación del rendimiento en el cultivo de frijol. Para eso se hace uso de las imágenes multi-espectrales con una metodología de regresión por mínimos cuadrados parciales dispersos para identificar el punto óptimo en el cual se produce el máximo rendimiento del conjunto de plantas de los lotes evaluados. Los puntos óptimos para la estimación precisa del rendimiento de la planta ocurren durante las etapas de floración y desarrollo de la vaina. La toma de imágenes en diferentes periodos de tiempo, permite tener una descripción más completa del desarrollo de las plantas dentro de un lote.</p> |
| 2016 | ML algorithms for image classification | <p>@article{Maus:2016,<br/> title = {A Time-Weighted Dynamic Time Warping Method for Land-Use and Land-Cover Mapping},<br/> volume = {9},<br/> issn = {1939-1404},<br/> doi = {10.1109/JSTARS.2016.2517118},<br/> journaltitle = {{IEEE} Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing},<br/> author = {Maus, V. and Câmara, G. and Cartaxo, R. and Sanchez, A. and Ramos, F. M. and Queiroz, G. R. de},<br/> }</p> | <p>Esta referencia contiene información sobre una metodología de comparación de series de tiempo en imágenes satelitales para hacer clasificación de coberturas de suelo.</p>  | <p>El algoritmo Time-Weighted Dynamic Time Warping proporciona una medida de similitud entre series de tiempo. Con esto en mente, en este paper se buscó utilizar un conjunto de imágenes multi-espectrales medidas en diferentes periodos de tiempo, extraer sus series temporales y medir el grado de similitud que existe entre los diferentes tipos de suelo para generar un mapa de clasificación.</p>  |

|      |  |  |  |  |
|------|--|--|--|--|
| 2017 | ML algorithms for image classification | <pre>@article{Ruswurm:2017, title = {Multi-temporal land cover classification with long-short term memory neural networks}, volume = {{XLII}-1/W1}, doi = {10.5194/isprs-archives-XLII-1-W1-551-2017}, pages = {551--558}, journaltitle = {{ISPRS} - International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences}, author = {Rußwurm, Marc and Körner, Marco}, date = {2017-05-31} } }</pre> | Utilización de redes neuronales con memoria de corto y largo plazo para hacer clasificación del uso de suelo | Se hace uso de las redes neuronales LSTM (long short-term memory) para hacer clasificación del uso del suelo. Este tipo de red neuronal aprovecha las características de dependencia temporal que existe entre las imágenes satelitales en el corto y largo plazo, obteniendo niveles de precisión en la clasificación bastante altos diferenciando entre superficies de agua, nubes y cultivos. |
|------|--|--|--|--|