

# Desarrollo de prototipo de un sistema de reconocimiento visual para determinar el grado de madurez de la de *mauritia flexuosa* en el departamento del Guaviare

**Development of a prototype of a visual recognition system to determine the degree of maturity of *mauritia flexuosa* in the department of Guaviare**

doi: <http://doi.org/10.23850/23899573.3255>

Recibido: 21.10.2020 Aceptado: 2.12.2021

**Gustavo Adolfo Acosta Rodríguez**  
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA  
[gacostar@sena.edu.co](mailto:gacostar@sena.edu.co)  
Colombia

**Edgar Camilo Figueroa**  
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA  
[efigueroa@sena.edu.co](mailto:efigueroa@sena.edu.co)  
Colombia

**Daniel Salamanca Mahecha**  
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA  
[newdesm97@gmail.com](mailto:newdesm97@gmail.com)  
Colombia

**Jesús Manuel Hernández González**  
Servicio Nacional de Aprendizaje SENA  
[jmhernandez65@misena.edu.co](mailto:jmhernandez65@misena.edu.co)  
Colombia

Para Citar:

Acosta, G., Salamanca, D., Figueroa, E., Hernández, J. (2021) Desarrollo de prototipo de un sistema de reconocimiento visual para determinar el grado de madurez de la de *mauritia flexuosa* en el departamento del Guaviare, *Revista SENNOVA: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 6 (1), 25-36. doi: <http://doi.org/10.23850/23899573.3255>

## RESUMEN

Realizar un prototipo de un Sistema de Reconocimiento Visual (SRV) que por medio de redes neuronales (inteligencia artificial) con acoplamiento de la caracterización del objeto a evaluar tendrá como funcionalidad la identificación de la madurez del fruto de la palma de moriche (*Mauritia flexuosa*) por medio de una imagen utilizando drones para los registros fotográficos de los racimos de esta. Esto con el fin, primero, de minimizar la intervención humana en los humedales que son hábitats naturales de la palma para mantener el equilibrio en la fauna y flora propio de este ecosistema. Segundo, crear una alternativa económica, legal y justa para las familias campesinas y comunidades indígenas del Municipio de San José del Guaviare.

**Palabras claves:** *Inteligencia artificial, Mauritia flexuosa, redes neuronales, reconocimiento visual, watson.*

## ABSTRACT

Perform a prototype of a Visual Recognition System (SRV) that by means of neural networks (artificial intelligence) with coupling of the characterization of the object to be evaluated will have the function of identifying the maturity of the fruit of the moriche palm (*Mauritia flexuosa*) by means of an image using drones for the photographic records of the clusters of the same. This in order, first, to minimize human intervention in the wetlands that are natural habitats of the palm to maintain the balance in the fauna and flora of this ecosystem. Second, create an economic, legal and fair alternative for the peasant families and indigenous communities of the Municipality of San José del Guaviare.

**Keywords:** *Artificial intelligence, Mauritia flexuosa, neural networks, visual recognition, watson.*

INTRODUCCIÓN

En este proyecto se definieron como objetivos, obtener variables para el procesamiento de datos y experimentar con la tecnología de la industria 4.0 del Sistema de Reconocimiento Visual (SRV); Los avances tecnológicos han dado pie para que la inteligencia artificial se desarrolle de una manera casi exponencial, debido a que son muchas las problemáticas que tratan de ser solucionadas, mediante la aplicación de estas herramientas. A su vez se plantea una alternativa que sea aplicada al campo de las ciencias agrícolas, buscando obtener como resultado, un soporte técnico o manual operativo del sistema de reconocimiento visual.



La palma de moriche (*Mauritia flexuosa*) tiene como hábitat natural los humedales, esta especie es caracterizada por su capacidad de mantener el agua circundante aún en temporadas de sequía. También, la palma de moriche produce drupas que

contienen un índice de betacarotenos que son los impulsores de la vitamina A, incluyen así mismo un alto grado de ácidos grasos no saturados que contribuyen a la hidratación de la piel, esta última es su propiedad potencial para usar en cosméticos; con estos múltiples beneficios y la alta demanda en esta área económica, permite evidenciar el avance de campo tanto de la creación y distribución de productos cosméticos a base natural. Partiendo de las premisas “los procesos logísticos van enfocados en la reducción de tiempo y costo” y “realizar la recolección depende del estado de la cosecha” este proceso se lleva a cabo. Es decir, para la recolección de los frutos de moriche (*Mauritia flexuosa*) como tal, es necesario que se encuentre en su punto de cosecha (madurez), sin embargo, para ello es necesario presentarse en la ubicación del cultivo, ya que el reconocimiento de esto se hace por medio visual.

Es una palma con tallo solitario de 20 a 35 m de altura y 3 a 4 dm de diámetro de color café claro. La corona está conformada por 11 a 14 hojas con raquis de 2,5 m de longitud. La inflorescencia es erecta con pedúnculo de 1 m y raquis de 1,5 m de largo. Racimos con más de mil frutos, cada uno de 5 a 7 cm de largo y 4, 5 a 5 cm de diámetro, color rojo oscuro o vino tinto, este fruto contiene un sabor amargo con mesocarpio carnoso anaranjado o amarillo y semilla color castaño.

|  |                                                                          |
|--|--------------------------------------------------------------------------|
|  | Burití, bority, burití do brejo, coiquero burití, mirití, Murití, mority |
|  | Morete                                                                   |
|  | Canaguacha, canangucho, moriche, palma de moriche, chomiya               |
|  | Moriche                                                                  |
|  | Aguaje, aguashi, aguachi, aeta, actual, canaguacha, cananguacho          |
|  | Palmier bêche                                                            |
|  | Palma real                                                               |

El Sistema de Reconocimiento Visual (SRV) por medio de trabajo intenso en el diseño y experimentación, aplicando las redes neuronales como eje clasificador donde se usará la interfaz de programación de aplicaciones (API) de Watson IBM. Que facilita el manejo y la aplicación de la inteligencia artificial en este contexto. por medio de esta plataforma base, a la cual se le implementara una metodología de prueba y ensayo a través de engranajes de algoritmos de reconocimiento y clasificación; para determinar el estado de madurez de la drupa de moriche entre otros productos no maderables del bosque, por medio de una herramienta de adquisición de datos como lo son los registros fotográficos, esto, sin una total presencia humana porque resulta siendo el hardware, es decir, el dron, aquel que proporciona la imagen (entrada de datos) para la identificación (Procesamiento de datos) y clasificación (Resultado) del fruto, por lo tanto, disminuiría el impacto humano en estas zonas de significativas a gran escala para la naturaleza que lo rodea, en este caso, los nacimientos de aguas conocidos como Morichales (Comunidades Vegetales dominadas por la palma de moriche), siendo en gran proporción humedales lo que los rodea y como tal, es necesario cumplir con las normas de mínima intervención (Resolución N° 224 de 2017. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural).

Los avances tecnológicos de las últimas décadas han dado pie para que la inteligencia artificial se desarrolle de una manera casi exponencial debido a que son muchas las problemáticas que tratan de ser solucionadas mediante la aplicación de estas herramientas. El proyecto titulado Desarrollo de un prototipo de un sistema de reconocimiento visual para determinar el grado de madurez de las drupas de *Mauritia flexuosa* en el Departamento del Guaviare tiene como objetivo el desarrollo en cascada que en resumen se divide en tres etapas principales las cuales son verificación de requisitos, desarrollo del diseño y experimentación del software. Estas etapas planteadas se asemejan a la metodología usada en cada una de las propuestas bibliográficas comparadas (antecedentes) donde primero se definieron las variables, se engranaron algoritmos y luego se evaluaron los diferentes clasificadores.

## Objetivo

Diseñar un sistema de reconocimiento visual para el desarrollo de procesos de aprovechamiento en productos no maderables del bosque en el Departamento del Guaviare.

**Diseño:** Se realizó tres procesos de seguimiento estrategia de búsqueda:

1. Se identificaron la cercanía de los objetos de cada proyecto al de Sistema de Reconocimiento Visual (SRV) teniendo en cuenta dos criterios, inteligencia artificial de reconocimiento visual e identificación de plantas.
2. Registros fotográficos para evidenciar los comportamientos del proceso



de maduración durante un rango de tiempo.

3. Pruebas y ensayos con distintas aplicaciones que permitan la conexión entre el servicio de IA Watson y un servidor web para la toma de datos y su posterior clasificación.

## Antecedentes

Se tienen como referentes distintas bases de investigación antecesoras, como también de aquellos procesos; que permitan cumplir con los objetivos del proyecto sistema de reconocimiento visual de la *Mauritia flexuosa* (Moriche), todo ello debido a que se tienen pocos soportes de información en esta región del país que se puedan tomar como base.

Se realizó un estudio poblacional de la palma de moriche en el Municipio de San José del Guaviare obteniendo un estimado de individuos presentes y cantidad de fruto aprovechable por año.

• **Acosta G.; Arias J. P.; Montero Uribe N. y Chinchilla J. M. SENA - CDATTG - SIEC (2017) BIOPROSPECCION DE ACEITE DE MORICHE - (*Mauritia flexuosa*), UNA ALTERNATIVA DE BIOCOCOMERCIO EN SAN JOSE DEL GUAVIARE.**

Para el aprovechamiento de la drupa de la palma de moriche se hizo necesario desarrollar un protocolo de todos los procesos utilizados para la extracción de aceite y entrega de diversos productos finales que se pueden obtener a partir de la harina de la drupa de la palma

• **Acosta G.; Arias J. P.; Sánchez V. M.; Chinchilla J. M. SENA - CDATTG -SIEC (2018) ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN DE ACEITE DE MORICHE (*Mauritia flexuosa*) EN EL MUNICIPIO DE SAN JOSÉ DEL GUAVIARE.**

Proceso que por medio de redes neuronales de un software denominado Máquina de vectores de Soporte de Contenido se identifica rostros y demás objetivos en una imagen; este sistema es utilizado para organizaciones de defensa.

• **González, C. A. (n.d.). SVM: Máquinas de Vectores Soporte Contenido.**

Diferentes entidades botánicas realizaron un acuerdo de transferencia de información mutua de las diferentes características que plantas para establecer variables significativas para su plena identificación.

• **Nguyen, T. T. N., Le, T. L., Vu, H., Hoang, V. S., & Tran, T. H. (2018). Crowdsourcing for botanical data collection towards to automatic plant identification: A review. Computers and Electronics in Agriculture, 155(November), 412-425.**

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de Estudio

El estudio se desarrolló en los altos del San Jorge, ubicado en el municipio de San José del Guaviare, Guaviare, Colombia entre 2.556031, N -72.616386 W. El área de estudio tiene una extensión de una hectárea y está conformada principalmente por sabana en un área abierta donde abunda el césped. La Rodea una pequeña Zanja por donde circula el agua y en sus alrededores abunda mucha humedad. Dentro de esta zona se identifica un tipo de paisaje altillano plano. La temperatura atmosférica anual es de 22 °C a 31° y rara vez menos de 22°C o sube más de 34°C, con precipitación fluvial el aproximado al año es de 175 a 2487 mm.



El departamento del Guaviare se encuentra ubicado en el punto de intersección entre la región de la Orinoquía y el de la Amazonía colombiana, lo que la dota de gran riqueza de fauna y flora. Sin embargo, este potencial no se ha aprovechado de la mejor manera debido a los problemas de orden público (conflictos sociales) aun latentes; desde hace varias décadas se han venido presentando estos conflictos de grupos armados al margen de la ley, este a su vez trae consigo problemas como cultivos ilícitos que vienen siendo trabajados y afrontados por las familias campesinas de la región para la obtención de mejores ingresos para su sostenimiento y estabilidad económica. Esto sumado al efecto negativo que trae consigo para el medio ambiente lo que son los monocultivos (plantaciones de

gran extensión con el cultivo de una sola especie) y finalmente la ganadería extensiva, nos muestran la gran problemática por la que pasa el departamento del Guaviare.

Son 284 familias campesinas distribuidas en 12 veredas en el Municipio de San José del Guaviare que a lo largo de más de 50 décadas han sufrido por el conflicto armado y poca creación de ideas agrícolas innovadoras.



### Etapa 1

- Ubicar e identificar la palma de Moriche.
- Verificar condiciones de favorabilidad de la palma de *Mauritia Flexuosa*.
- Realizar un seguimiento periódico buscando evidenciar los cambios en su proceso de maduración.
- Obtener Registros fotográficos
- Identificar Variables

### Etapa 2

- Verificación de Requisitos: Sistemas Operativos Para la comunicación con Watson
- Evaluación de editores de código
- Realizar Pruebas y ensayos con los diferentes algoritmos de programación.
- Seguimiento de la evolución del código.
- Desarrollo de Prototipo

## RESULTADOS

### Etapa I

#### • Toma de Datos

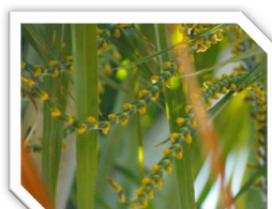
Para conocer los aspectos de manejo y cosecha de M.Flexuosa, se realizaron Registros fotográficos, obtenidos en un rango de 15 días después de ser ubicada y verificada sus condiciones; las necesarias

para lo toma de datos de la palma de Maurita f.

**Registros Fotográficos:** Identificación de las diferentes Variables (Floración, maduración) Total de registros 598

**Herramientas:** Cámara Canon EOS Rebel T3 Fotográfica, Lente de Rango 75-300 mm, Lente de Rango 35-55 mm.

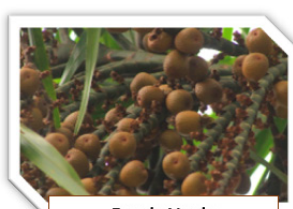
#### Proceso de Maduración



Estado de Floración Tipo 1



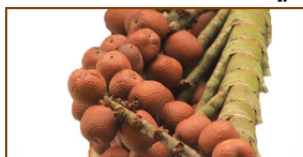
Estado de Floración Tipo 2



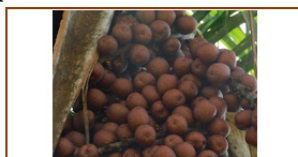
Estado Verde

#### Variables

##### i. Color



Grado de maduración Tipo 3



Grado de Maduración Total,  
es apta para su cosecha.

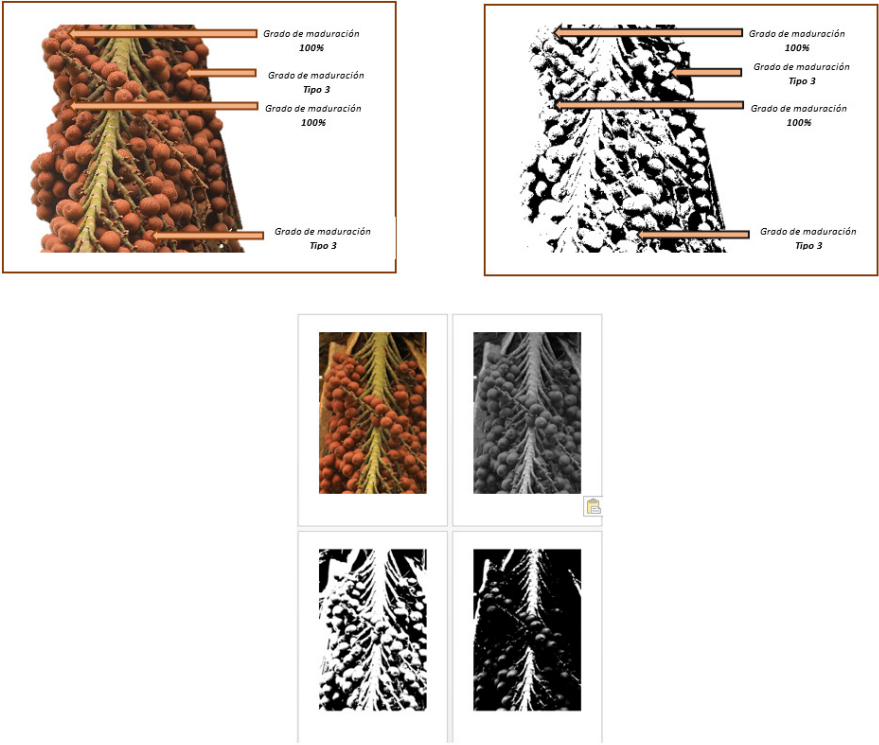
##### 4. Tamaño



Ancho, largo y diámetro de la  
drupa.



5. Brillo y opacidad.



Etapa 2

RESULTADOS

Para esta etapa se verificaron los requisitos del sistema operativo Windows 10:

Un elemento que hay que tener en cuenta es que el Sistema operativo Windows 10 ya tiene el componente CURL incorporado, esto se logró constatar en un equipo HP con 16 MB de RAM y un procesador i7 de séptima generación. Realmente CURL y Apache con PHP no son programas muy robustos, de la misma forma cuando todo esto sea llevado a un servidor de internet, no se generara una sobre carga en la maquina; finalmente quien soportara toda la carga será

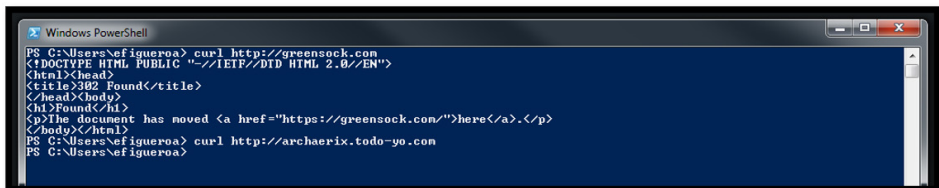
la plataforma de Watson IBM y su sistema computacional.

Pruebas y ensayos:

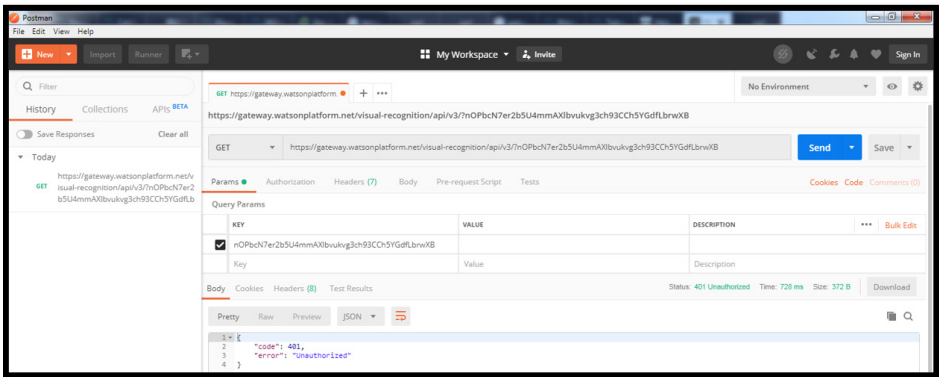
Se evaluaron diferentes editores donde se descartan después de haber realizado una serie de pruebas el Powershell y el CMD del sistema debido a limitante en algunas de sus funciones.



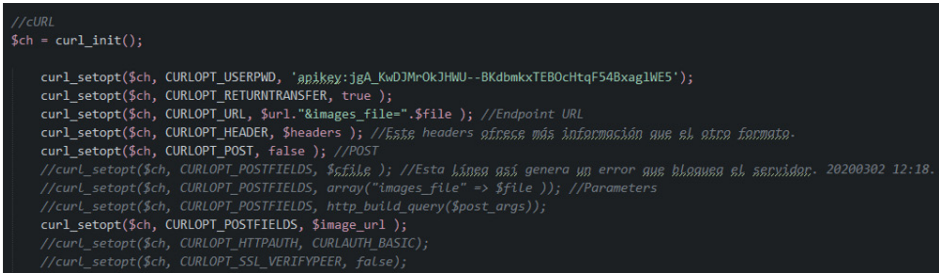
1



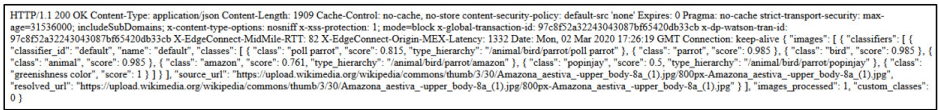
2 Otra forma de comunicarse con Watson es instalando y usando Postman. De hecho en la primera prueba se realizó una comunicación exitosa, más no con resultados exitosos, a la API de Watson.



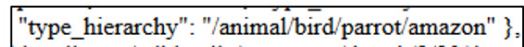
3 Después de tantos intentos el código CURL init quedó así:



Es decir, con estos parámetros se puede, con una imagen en la web, hacer la clasificación. El resultado arrojado es el siguiente:



Un poco más al detalle.



En este momento se puede decir que se hace posible un servicio a través del lenguaje PHP, que permita la clasificación de cualquier imagen. También se hace posible un sitio que permita cargar imágenes y clasificarlas, que sería el siguiente paso lógico, previo a la contratación del servicio y el entrenamiento de la IA.

Se hizo una prueba con la imagen anterior para descargar que el formato de imágenes genere problemas.



## RESULTADOS

```

HTTP/1.1 200 OK Content-Type: application/json Content-Length: 1805 Cache-Control: no-cache, no-store content-security-policy: default-src 'none' Expires: 0 Pragma: no-cache strict-transport-security: max-age=31536000; includeSubDomains; x-content-type-options: nosniff x-xss-protection: 1; mode=block x-global-transaction-id: 93cefa5802906eaa9fda3e6042c94b12 x-dp-watson-tran-id: 93cefa5802906eaa9fda3e6042c94b12 Date: Mon, 02 Mar 2020 17:32:32 GMT Connection: keep-alive { "images": [ { "classifiers": [ { "classifier_id": "default", "name": "default", "classes": [ { "class": "sapodilla", "score": 0.839, "type_hierarchy": "/fruit/sapodilla" }, { "class": "fruit", "score": 0.99 }, { "class": "sapote", "score": 0.696, "type_hierarchy": "/fruit/sapote" }, { "class": "mamey", "score": 0.676, "type_hierarchy": "/fruit/mamey" }, { "class": "tree", "score": 0.793 }, { "class": "reddish brown color", "score": 0.852 }, { "class": "reddish orange color", "score": 0.806 } ] }, { "source_url": "https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR9SSfYXCtWNISM_7JTfPelfydSA6loQj0Pi0ChOEFlaFlXghlC", "resolved_url": "https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR9SSfYXCtWNISM_7JTfPelfydSA6loQj0Pi0ChOEFlaFlXghlC" } ], "images_processed": 1, "custom_classes": 0 }
    
```

La clasificación de la imagen es acertada, como los experimentos que se hicieron por los comandos en consola.

En seguida y para avanzar, se podría pensar en un formulario web que permita

capturar la URL de una imagen y clasificarla. También hay que pensar en la manera de mostrar los resultados.

Para mejorar la presentación se trabajó con los headers.

```
//curl_setopt($ch, CURLOPT_HEADER, $headers ); //Envía headers a la URL y muestra los headers en la salida
```

**Nota:** las imágenes de cierta resolución generarán problemas.

```

D:\CAMELO\PORTABLES\laragon\www
C:\Users\user> curl -u "apikey:n0PcN7er2B5U4mmXlbnvkv3ch93CH5YdGfibrwX8" "https://gateway.watsonplatform.net/visual-recognition/api/v3/classify?version=2018-03-19&url=https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Photographer_taking_a_group_photograph_of_smiling_students_in_front_of_the_Tokyo_station%2C_Marunouchi%2C_Japan.jpg"
{
  "images": [
    {
      "source_url": "https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Photographer_taking_a_group_photograph_of_smiling_students_in_front_of_the_Tokyo_station_Marunouchi_Japan.jpg",
      "resolved_url": "https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Photographer_taking_a_group_photograph_of_smiling_students_in_front_of_the_Tokyo_station_Marunouchi_Japan.jpg",
      "error": {
        "code": 400,
        "description": "Image resolution is larger than the maximum limit of 5400 pixels: 5646 x 3176",
        "error_id": "input_error"
      }
    }
  ],
  "images_processed": 1
}
    
```

Esta es la foto que generó problemas.

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Photographer\\_taking\\_a\\_group\\_photograph\\_of\\_smiling\\_students\\_in\\_front\\_of\\_the\\_Tokyo\\_station%2C\\_Marunouchi%2C\\_Japan.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/0/05/Photographer_taking_a_group_photograph_of_smiling_students_in_front_of_the_Tokyo_station%2C_Marunouchi%2C_Japan.jpg)

## DISCUSIÓN

Este proyecto significa a nivel regional un gran avance en cuanto al manejo y aplicación de herramientas de la industria 4.0 a distintos procesos agrícolas, no solo la aplicación del reconocimiento visual a productos no maderables del bosque sino que también distintos frutos amazónicos, frutales etc, con el resultado del manual operativo se deja una memoria y la bitácora del proceso la cual puede ser utilizada de apoyo en futuras investigaciones, que puedan permitir abrir la brecha de implementación de estas tecnologías y así mismo disminuir en gran proporción el impacto humano en los humedales (Morichales) donde yace esta palma. Porque es evidente que la afectación de estos ecosistemas repercute bruscamente sobre las fauna y flora que la rodea.

## CONCLUSIONES

Los resultados de estas aplicaciones fueron positivas presentando una precisión muy cercana al 100%. Para el desarrollo del (SRV) se tendría en cuenta como variable principal la coloración de la drupa de la palma de moriche (*Mauritia flexuosa*), sin embargo, también será necesaria la forma y

textura como tal, ya que la abundancia de fenotipos de esta especie y su similitud en sus frutos genera complejidad para el reconocimiento visual asistido.

Logrando el objetivo planteado en este proyecto sería un avance agigantado en el uso de industrias 4.0 en esta región de Colombia y se abrirían puertas para investigaciones e innovaciones más complejas y de mayor impacto mediante explotación del potencial de la inteligencia artificial para solucionar problemas macro sociales económicos y de otras índoles.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecer al Sena, al Centro de desarrollo Agroindustrial, Turístico y Tecnológico del Guaviare, al semillero de investigación en ecología y conservación, a los líderes Siiec, A la líder Sennova, al Grupo Biogigas, A la subdirectora de la regional Guaviare y a todos los docentes que nos colaboraron, Sandra Campos, Gustavo Adolfo Acosta Rodríguez, Edgar camilo Figueroa.

## REFERENCIAS

- Aakif, A., & Khan, M. F. (2015). Automatic classification of plants based on their leaves. *Biosystems Engineering*, 139, 66–75. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2015.08.003>
- Adolf, R. G., Nelson, U., Pablo, A. J., & Marcela, C. J. (2018). *BIOPROSPECCIÓN DE ACEITE DE MORICHE – Mauritia Resumen 1 Introducción*.

- Berner, D. K., & Paxson, L. K. (2003). Use of digital images to differentiate reactions of collections of yellow starthistle (*Centaurea solstitialis*) to infection by *Puccinia jaceae*. *Biological Control*, 28(2), 171–179. [https://doi.org/10.1016/S1049-9644\(03\)00096-3](https://doi.org/10.1016/S1049-9644(03)00096-3)
- Camargo, A., & Smith, J. S. (2009a). An image-processing based algorithm to automatically identify plant disease visual symptoms. *Biosystems Engineering*, 102(1), 9–21. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2008.09.030>
- Golden, R. C., KIM, B., BOESE, DENNIS, J., P., & D., C. (2008). *DIGITAL IMAGE ANALYSIS OF ZOSTERA MARINA LEAF INJURY*.
- Hairuddin, M. A., Md Tahir, N., & Baki, S. R. S. (2011). Overview of image processing approach for nutrient deficiencies detection in *Elaeis Guineensis*. *Proceedings - 2011 IEEE International Conference on System Engineering and Technology, ICSET 2011*, 116–120. <https://doi.org/10.1109/ICSEngT.2011.5993432>
- Kai, S., Liu, Z., Su, H., & Guo, C. (2011). A research of maize disease image recognition of corn based on BP networks. *Proceedings - 3rd International Conference on Measuring Technology and Mechatronics Automation, ICMTMA 2011, 1*, 246–249. <https://doi.org/10.1109/ICMTMA.2011.66>
- Lindow, S. E. (1983). Quantification of Foliar Plant Disease Symptoms by Microcomputer-Digitized Video Image Analysis. *Phytopathology*, 73(4), 520. <https://doi.org/10.1094/phyto-73-520>
- Macedo-Cruz, A., Pajares, G., Santos, M., & Villegas-Romero, I. (2011). Digital image sensor-based assessment of the status of oat (*Avena sativa* L.) crops after frost damage. *Sensors*, 11(6), 6015–6036. <https://doi.org/10.3390/s110606015>
- Olmstead, J. W., Lang, G. A., & Grove, G. G. (2001). Assessment of severity of powdery mildew infection of sweet cherry leaves by digital image analysis. *HortScience*, 36(1), 107–111. <https://doi.org/10.21273/hortsci.36.1.107>
- Pang, J., Bai, Z. Y., Lai, J. C., & Li, S. K. (2011). Automatic segmentation of crop leaf spot disease images by integrating local threshold and seeded region growing.
- Rumpf, T., Mahlein, A.-K., Steiner, U., Oerke, E.-C., Dehne, H.-W., & Plümer, L. (2010). Early detection and classification of plant diseases with Support Vector Machines based on hyperspectral reflectance. *Computers and Electronics in Agriculture*, 74(1), 91–99. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2010.06.009>
- Sabanci, K., Kayabasi, A., & Toktas, A. (2017). Computer vision-based method for classification of wheat grains using artificial neural network. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 97(8), 2588–2593. <https://doi.org/10.1002/jsfa.8080>
- Trey, Z. F. O., Goore, B. T., & Konan, B. M. (2020). Classification of Plant Species by Similarity Using Automatic Learning. *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social-Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST, 311 LNICST*, 186–201. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-41593-8\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-41593-8_14)