**CONVOCATORIA 2023 “GENERACIÓN Y APLICACIÓN DE CONOCIMIENTOS: PRIORIDADES PARA EL DESARROLLO DE TABASCO”**

**FORMATO E1 – MODALIDAD B**

**DOCUMENTO TÉCNICO EN EXTENSO**

**I Identificación y Datos Generales**

|  |  |
| --- | --- |
| **Clave de solicitud:** | PRODECTI-2023-01/124 |
| **Institución proponente:** | **Tecnológico Nacional de México Campus de la Región Sierra** |
| **Título de la propuesta:** Aplicación móvil para selección de vainas de cacao, implementando inteligencia artificial. | |
| **Modalidad de participación:** | **MODALIDAD B. Inteligencia Artificial (IA).** |

**II Descripción general de la propuesta**

|  |
| --- |
| Durante el proceso de corte de las vainas de cacao, las empresas que se dedican al procesado de cacao necesitan clasificar las distintas variedades de cacao existentes en un solo campo de cultivo, lo cual requiere cierto nivel de experiencia, además de que dicha clasificación es realizada directamente por el personal que tiene contacto directo con la planta, ello conlleva que en dicho proceso pueda haber errores.  La idea del proyecto es que a través de una aplicación móvil que utilice algoritmos de inteligencia artificial, se puede optimizar la tarea de clasificación de las vainas, ayudando al personal encargado a realizar dicha tarea sin necesidad de que sea requerida cierto nivel de experiencia. Para su uso en campo, es necesario que la aplicación funcione sin conexión a internet debido a que en la mayoría de las zonas donde se realiza dicha actividad no cuentan con conexión a internet. |

**III Alineación con la Convocatoria**

|  |
| --- |
| **Motivación de la propuesta** (explique las razones por las que considera que su propuesta tiene una relación directa con la modalidad de participación seleccionada) |
| Las técnicas de IA se caracterizan por su capacidad para optimizar procesos. Este proyecto busca mejorar la tarea de clasificación de las vainas de cacao durante el proceso de selección para su posterior procesamiento, que actualmente depende en gran medida de la experiencia del personal. Las técnicas de IA aplicadas en una app móvil permitirán que esta tarea se realice de manera más eficiente y precisa.  El proyecto tiene como propósito explorar la posibilidad de aplicar IA a procesos propios del sector agroindustrial del estado de Tabasco. Haciendo uso de tecnología móvil es posible reducir la experiencia necesaria en el personal para la clasificación de las vainas de cacao, lo cual mejorará la productividad y reducirá los posibles errores humanos que pudiese haber en el proceso.  La aplicación de algoritmos de IA en el sector agroindustrial representa un avance de vanguardia, que está transformando varios sectores del ecosistema en algunas regiones del mundo; su uso específico en el sector cacaotero, representa un avance que además de agregar valor agregado a la cadena de suministro, mejora las prácticas tradicionales. |
| **Originalidad y/o articulación** (argumente por qué su propuesta debe considerarse como parte de los esfuerzos del ecosistema científico, tecnológico y de innovación del Estado) |
| En el presente trabajo se puede resaltar el uso de tecnologías como son el desarrollo de aplicaciones móviles utilizando el framework de desarrollo Flutter que en conjunto con el lenguaje Dart, presentan una opción bastante robusta para la creación de aplicaciones con integración de IA; de igual manera se hace uso de técnicas de IA, específicamente de algoritmos de redes neuronales las cuales se desarrollarán haciendo uso del lenguaje Python, caso de las redes neuronales convolucionales, las cuales dada su naturaleza, presentan una opción viable para el manejo de imágenes.  Explorando el uso de las tecnologías mencionadas anteriormente en el sector agroindustrial, se pretende ayudar al aumento a la productividad de los procesos relacionados con la cadena de valor del cacao. |
| **Método y enfoque de Inteligencia Artificial** (describir los detalles sobre las técnicas y algoritmos de IA que se utilizarán para abordar el problema) |
| **Los modelos de redes neuronales convolucionales tienen un buen rendimiento al trabajar con imágenes, debido a esto, su uso es clave en la realización de un modelo que permita la clasificación de imágenes de vainas de cacao de variedades específicas.**  **Durante la realización del trabajo, se planea explorar la posibilidad de utilizar modelos preentrenados, así como la creación de arquitecturas de modelos desde cero, todo esto con la finalidad de comprar resultados y así disponer de un abanico de posibilidades para seleccionar el modelo que más se ajuste a las necesidades de la aplicación.**  **Todo lo anterior se trabajará utilizando la herramienta Jupyter Notebooks de Python utilizando la librería de TensorFlow, con lo cual se facilita el trabajo de preprocesado, preparación de los datos y entrenamiento de los modelos, así como su exportación para la posterior integración en la aplicación móvil.** |
| **Factibilidad de adopción** (describir las condiciones que permitirán que los resultados de su proyecto, una vez concluido, sean adoptados o implementados por usuarios potenciales) |
| * Realización de pruebas al prototipo de aplicación y validación de su funcionamiento en condiciones de campo reales. * Presentación y difusión de los resultados ante personal colegiado y productores de cacao. * Establecimiento colaboraciones y alianzas con empresas del sector agroindustrial dedicadas al procesamiento de cacao. |

**IV Fundamentación científico – técnica**

|  |
| --- |
| **Antecedentes de la propuesta:** |
|  |
| **Justificación:** |
| Utilizar tecnología para optimizar procesos es algo que se ha demostrado en otros ámbitos industriales que conllevan una actividad económica. Por tanto, el uso de tecnologías como aplicaciones móviles y algoritmos de machine learning (redes neuronales), puede aportar valor a la cadena de procesamiento y comercialización del cacao, importante sector agroindustrial dentro del estado de Tabasco.  El uso de este tipo de tecnologías no sólo apunta a la optimización del proceso en sí, sino que también aporta al conocimiento en la investigación sobre las aplicaciones que pueden tener dichas tecnologías en este y otros sectores agroindustriales, esto debido pueden derivar futuras ideas de aplicación o casos de uso utilizando los conocimientos generados en el presente trabajo.  Es importante destacar que, el software a utilizar es de código abierto, cosa que implica que tanto el desarrollo de los modelos, así como el desarrollo del prototipo de aplicación móvil, no necesitará del uso de licencias. Con lo cual el conocimiento generado puede ser fácilmente replicado sin necesidad de algún costo extra. |
| **Estado del Arte:** |
|  |
| **Nivel TRL al inicio del proyecto:** |
|  |

**V Objetivos**

|  |
| --- |
| **Objetivo General:** |
| * Desarrollar una aplicación que utilice modelos de redes neuronales, para ayudar en el proceso de selección de vainas de cacao a productores del estado de Tabasco. |
| **Objetivos específicos:** |
| * Delimitación de las variedades más útiles para los productores de cacao, teniendo en cuenta que son las que más valor generan dentro de la cadena de suministro. * Creación del dataset necesario para el entrenamiento del modelo a utilizarse, basado en las principales variedades de cacao para comercializar, tomando las fotos de las vainas necesarias. * Desarrollo de la interfaz gráfica de la aplicación utilizando el framework Flutter para la creación de una aplicación para el sistema operativo Android. * Preprocesado y etiquetado de las imágenes del dataset, utilizando las librerías TensorFlow, Jupyter Notebooks y OpenCV de Python. * Pruebas y optimización de los modelos para la selección de aquel con mejor desempeño, a través de las herramientas propias de la librería TensorFlow. * Integración del modelo seleccionado con la aplicación móvil. |

**VI Metodología de ejecución**

|  |
| --- |
| * **Captura y etiquetado de las imágenes para el dataset.** * **Etiquetado de Datos.** * **Entrenamiento y prueba de modelos de redes neuronales.** * **Desarrollo del prototipo de aplicación móvil con la integración de los modelos.** |

**VII En su caso, recopilación y preparación de datos**

|  |
| --- |
| La creación del dataset consistirá, en visitar distintos productores de cacao, con la finalidad de realizar la captura de las imágenes necesarias de las principales variedades de cacao que se comercian. Una vez obtenidas dichas imágenes se integrarán en un equipo de cómputo, en el cual los archivos se clasificarán en distintas carpetas categorizadas por variedad, esto permitirá que el etiquetado de las imágenes se realice de manera más sencilla.  Haciendo uso de las librerías OpenCV y Jupyter Notebooks, se realizará el preprocesado de los archivos, con la finalidad de reducir las dimensiones en pixeles de las imágenes, lo cual permitirá que el poder de cómputo para el procesado de las imágenes, así como para el entrenamiento de los modelos sea menor. |

**VIII Productos esperados**

| **No.** | **Tipo** | **Descripción** |
| --- | --- | --- |
| 1 | Dataset de imágenes etiquetadas |  |
| 2 | Prototipo de aplicación móvil |  |
| 3 | Modelo entrenado |  |
| 4 | Documentación técnica |  |
|  |  |  |

**IX Metas/indicadores de resultados**

|  |  |
| --- | --- |
| **Nombre del indicador o meta** | **Cantidad esperada** |
|  |  |

**X Articulación interinstitucional** (En caso de haber indicado en la pre-propuesta que se contemplaba algún tipo de articulación, favor de completar la sección siguiente; uno por cada instancia vinculada)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Nombre de la instancia vinculada:** | | |
|  | | |
| **Tipo de instancia\*:** | | **Alcance:** |
|  | | **Local ( ) Nacional ( ) Internacional ( )** |
| **Dirección web de la instancia vinculada (en su caso):** | | |
|  | | |
| **Tipo de participación:** | **Participante ( ) Beneficiario o usuario final ( )** | |
| **Descripción de la participación en el DESARROLLO del proyecto:** | | |
|  | | |
| **Resultados o beneficios esperados de la articulación:** | | |
|  | | |

**\* Institución de Educación Media o Superior; Centro de Investigación; Empresa; Organización Gremial; ONG; Grupos o comunidades; Instancia gubernamental.**

**XI Beneficios e impactos esperados**

|  |
| --- |
| **Impacto social o económico** |
| El impacto económico del proyecto está delimitado, por el aumento en productividad que generaría la puesta en marcha de la aplicación, es decir, para los productores de cacao, realizar la tarea de selección de vainas durante el proceso de corte apoyados en una herramienta tecnológica les permitiría reducir el que toma llevar a cabo la actividad. |
| **Impacto científico-tecnológico** |
| En el estado de Tabasco, el uso de tecnología en el sector agroindustrial aún no es tan generalizado, debido a esto, explorar las aplicaciones que la inteligencia artificial tiene en dicho sector permitiría el desarrollo de soluciones innovadoras y eficientes para los desafíos específicos que enfrentan los productores de cacao.  Al implementar una aplicación móvil basada en inteligencia artificial para la clasificación de vainas de cacao, se estaría allanando el camino para la adopción de tecnología avanzada en la agricultura local, lo que, a su vez, podría aumentar la productividad, mejorar la calidad del cacao y brindar oportunidades de crecimiento económico a la comunidad agrícola. |
| **Impacto ambiental** |
| La implementación de una aplicación móvil respaldada por algoritmos de inteligencia artificial para la clasificación de vainas de cacao podría ayudar a los agricultores a tomar decisiones más informadas. Al permitir una clasificación precisa de las variedades de cacao, se pueden optimizar los procesos de cultivo y cosecha, reduciendo el uso inadecuado de recursos naturales, como la tierra y el agua. Esto, a su vez, puede contribuir a la conservación de la biodiversidad y la reducción de la presión sobre los ecosistemas locales. |

**XII Participación de estudiantes asociados** (Detalle en formato anexo)

|  |  |
| --- | --- |
| **¿Se contempla la participación de estudiantes?** | **Si ( ) No ( )** |
| **Cantidad de estudiantes contemplados:** |  |
| **Descripción general de su participación:** | |
|  | |
| **Principales beneficios esperados:** | |
|  | |

**XIII** **Sustentabilidad y compromiso ético**

|  |  |
| --- | --- |
| **Componente Ambiental** |  |
| *¿Tiene este proyecto un impacto real o potencial -positivo o negativo- sobre el medio ambiente?* | **Si ( )**  **No ( )** |
| **Explique su respuesta:** | |
|  | |
| Si la respuesta a la pregunta anterior fue “Si”, ¿ha previsto las medidas de protección y mitigación necesarias, así como la autorización correspondiente? | **Si ( )**  **No ( )** |
| **Justifique su respuesta:** | |
|  | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Flora y Fauna** |  |
| *¿Están o pueden estar involucradas especies de flora o fauna silvestres (en especial especies raras, amenazadas o en peligro de extinción)?* | **Si ( )**  **No ( )** |
| **Explique su respuesta:** | |
|  | |
| Si la respuesta a la pregunta anterior fue “Si”, ¿ha previsto las medidas de protección y mitigación necesarias, así como la autorización correspondiente? | **Si ( )**  **No ( )** |
| **Justifique su respuesta:** | |
|  | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Impactos sociales** |  |
| *¿Conlleva este proyecto un impacto local o regional -positivo o negativo- sobre personas o comunidades humanas?* | **Si ( )**  **No ( )** |
| **Explique su respuesta:** | |
|  | |
| Si respondió afirmativamente a la pregunta anterior, ¿contempla su propuesta mecanismos de participación, consentimiento informado, mitigación, restauración, o algún otro relacionado? | **Si ( )**  **No ( )** |
| **Justifique su respuesta:** | |
|  | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Áreas Naturales / Culturales** |  |
| *¿Dentro del espacio de realización del proyecto se encuentran áreas naturales o culturales protegidas, o elegibles para ser designadas como tales?* | **Si ( )**  **No ( )** |
| **Explique su respuesta:** | |
|  | |
| Si la respuesta a la pregunta anterior fue “Si”, ¿ha previsto las medidas de protección y mitigación necesarias, así como la autorización correspondiente? | **Si ( )**  **No ( )** |
| **Justifique su respuesta:** | |
|  | |

**XIV** **Alineación los Objetivos de Desarrollo Sustentable (ODS)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *¿Su propuesta tiene concordancia con alguno de los Objetivos de Desarrollo Sustentable?* | | **Si ( )**  **No ( )** |
| **Seleccione el (los) Objetivos que apliquen:** | | **Número (s): \_\_\_\_\_\_\_\_\_** |
| Objetivo 1: Fin de la Pobreza  Objetivo 2: Hambre Cero  Objetivo 3: Salud y Bienestar  Objetivo 4: Educación de Calidad  Objetivo 5: Igualdad de Género  Objetivo 6: Agua Limpia y Saneamiento  Objetivo 7: Energía Asequible y no Contaminante  Objetivo 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico  Objetivo 9: Industria, Innovación e Infraestructura | Objetivo 10: Reducción de las Desigualdades  Objetivo 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles  Objetivo 12: Producción y Consumo Responsables  Objetivo 13: Acción por el Clima  Objetivo 14: Vida submarina) y  Objetivo 15: Vida de Ecosistemas Terrestres)  Objetivo 16: Paz, Justicia e Instituciones Sólidas  Objetivo 17: Alianzas para Lograr los Objetivos | |
| **Justifique su respuesta** | | |
|  | | |

**XV** **Riesgos Potenciales** (Posibilidad de que se produzca un contratiempo o perjuicio en el desarrollo esperado del proyecto. Repetir tabla para cada riesgo identificado.)

| **Riesgo** | **Acciones de prevención y/o de mitigación** |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |