

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, AGUILAR PELAEZ PIERRE DONOVAN, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado CLASIFICACIÓN DE LA MAZORCA DE CACAO NACIONAL Y CCN 51 MEDIANTE LA HERRAMIENTA TEACHEABLE MACHINE, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

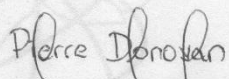
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 13 de marzo de 2023



AGUILAR PELAEZ PIERRE DONOVAN
0705472397

Clasificación de la mazorca de cacao nacional y CCN-51 mediante la herramienta teachable machine

Pierre Donovan Aguilar Peláez

Email: paguilar4@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-7986-9750>

Facultad de Ciencias Agropecuarias,
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Ing. Héctor Carvajal Romero

E-mail: hcarvajal@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0001-6303-6295>

Facultad de Ciencias Agropecuarias,
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Ing. Eveligh Prado Carpio

Email: eprado@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0225-5264>

Facultad de Ciencias Agropecuarias,
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Ing. Marcos Espinoza-Aguilar

Email: maespinoza@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2608-0769>

Facultad de Ciencias Agropecuarias,
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

Econ. Jessica Quezada Campoverde

E-mail: jquezada@utmachala.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0003-2760-4827>

Facultad de Ciencias Agropecuarias,
Universidad Técnica de Machala, Ecuador

RESUMEN

El presente trabajo, tiene como objetivo de estudio utilizar la herramienta Teachable Machine para reconocimiento de imágenes de mazorca de Cacao Nacional y CCN 51 y además medir su inversión tecnológica. Teachable machine es una herramienta de inteligencia artificial basada en la web desarrollada por Google que hace que la creación de modelos de aprendizaje automático sea rápida, fácil y accesible para todos. Con esta herramienta podrás preparar tu ordenador para reconocer imágenes, sonidos y gestos. El tipo de la investigación es causal comparativa dado que se comparan utilizando aprendizaje automático en el proceso de clasificación de mazorcas de cacao. Se consideró como población de estudio a las 52 de mazorcas que fueron fotografiadas en campo. Los resultados alcanzados demuestran que los algoritmos lograron una precisión de 99% para reconocer mediante una imagen la mazorca de cacao utilizando la aplicación Teachable Machine. Además, se logró medir la factibilidad de la inversión considerando que el VAN es positivo, que la TIR es superior a la tasa de descuento con un valor atractivo para cualquier inversión. En conclusión, el productor puede reconocer mediante una fotografía de mazorca la variedad de cacao de forma rápida y precisa.

Palabras clave: Mazorca de cacao, Teachable Machine, reconocimiento de imágenes, inversión tecnológica.

ABSTRACT

The objective of this study is to use the Teachable Machine tool for image recognition of Cacao Nacional and CCN 51 cocoa cobs and also to measure its technological investment. Teachable Machine is a web-based artificial intelligence tool developed by Google that makes the creation of machine learning models fast, easy and accessible to everyone. With this tool you can prepare your computer to recognize images, sounds and gestures. The type of the research is causal comparative since it compares using machine learning in the process of classifying cocoa cobs. The 52 cobs that were photographed in the field were considered as the study population. The results achieved show that the algorithms achieved an accuracy of 99% to recognize the cocoa pod using the Teachable machine application. In addition, it was possible to measure the feasibility of the investment considering that the NPV is positive, that the IRR is higher than the discount rate with an attractive value for any investment. In conclusion, the producer can recognize the cocoa variety quickly and accurately by means of a photograph of the cob.

Keywords: Cocoa pod, Teachable Machine, image recognition, technological investment.

I.- INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, el cacao ha sido un rubro de importancia económica y social en diversas culturas de América, particularmente como producto simbólico de la cultura Inca, donde representó un papel importante en el consumo y comercio. Porque se considera una moneda de comunicación entre comunidades y grupos aborígenes. Por ello, en la actualidad se cultivan diversas especies, como el cacao aromático, por sus ventajas químicas y organolépticas que se exportan a distintas latitudes, donde tiene una gran aceptación (Andrade-Almeida, Rivera-García, Chire-Fajardo, & Ureña-Peralta, 2019).

La cosecha de un fruto es un proceso productivo tan importante con la siembra y la postcosecha, pero en algunos casos no se aplica la misma relevancia, a pesar que una cosecha inoportuna representa pérdidas a los agricultores por la no comercialización del producto producido incumpliendo los criterios mínimos de aceptación (Karaye , Sabo , Chamo, & Rabiú, 2017).

Ecuador es el principal productor de cacao de excelencia, el cacao nacional tiene una producción de unas 200.000 toneladas anuales, la demanda mundial de este producto va en aumento, resultando en una demanda insatisfecha de unas 120.000 toneladas anuales, Cerca de 100.000 hogares de pequeños productores (99% en total) están involucrados en la cadena de suministro; El 60% no posee tierra y mantiene nivel de productividad (5 q/ ha), el 80% utiliza agroquímicos y pocas personas se asocian (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2022).

Antes del auge, el cacao nacional era uno de los productos más importante del país durante casi un siglo fue la principal fuente económica y social del Ecuador principalmente en torno al desarrollo del mercado internacional del cacao desde la década de los 80 ha generado divisas y ahora es el quinto producto más exportado dentro de las exportaciones no petroleras y es el principal exportador mundial del cacao fino y aroma (López Guerrero, 2017).

Teniendo esto en cuenta, es necesario desarrollar estrategias de modelos para determinar cuándo cosechar una mazorca de cacao (lo cual tiene potencial para aumentar la producción de alimentos en las tierras cultivadas así incrementando los rendimientos agrícolas).

Una estrategia posible en el desarrollo de herramientas de base tecnológica, especialmente una carencia del mismo sector agropecuario, impulsando un desarrollo tecnológico para reducir las brechas económicas entre los sectores urbanos y rurales, para así mejorar la vida de los campesinos (Heredia-Gómez, Rueda-Gómez, Talero-Sarmiento, Ramírez-Acuña, & Coronado-Silva, 2020).

Teachable machine es una herramienta de inteligencia artificial basada en la web desarrollada por Google que hace que la creación de modelos de aprendizaje automático sea rápida, fácil y accesible para todos. Con esta herramienta podrás preparar tu ordenador para reconocer

imágenes, sonidos y gestos. Es una forma rápida y sencilla de crear modelos de aprendizaje automático para integrarlos en sitios web o aplicaciones (INTEF, 2019).

The Teachable Machine es una creación de Google Creative Lab, Stoj, Use all Five y Pair. Creada con el código abierto deep learn.js, la red neural de desarrolladores para entrenar y ejecutar nuevos modelos de aprendizaje en la interfaz. En cuanto al sistema, es una fusión de herramientas lógicas y físicas que está compuesta por servomotores, cinta, transportadoras, cámaras, sistemas LED, sensores infrarrojos y demás (Fariñas, 2018).

Por esta razón, de la presente investigación se desprende un objetivo utilizar la herramienta Teachable Machine para reconocimiento de imágenes de mazorca de Cacao Nacional y CCN 51 y además medir su inversión tecnológica.

II.- DESARROLLO

2.1 La importancia del cacao en Ecuador

Ecuador es un país agrícola tradicional, donde se cultivan principalmente productos como el banano, el cacao, el café y las flores. Es considerado el primer productor mundial de cacao fino y de aroma, aportando con el 70% seguido de Indonesia, con el 10% del total mundial. En 2015, Ecuador exportó un total de 236.677 toneladas de cacao en grano de alta calidad, lo que representa el 70% de las exportaciones totales (Alcívar-Córdova, Quezada-Campoverde, Barrezueta-Unda, Garzón-Montealegre, & Carvaja-Romero, 2021).

El cacao es una de las principales exportaciones de Ecuador. La industria del cacao emplea al 5% de la población rural económicamente activa y, por lo tanto, constituye la base de las economías familiares en las regiones costeras, andinas y amazónicas. Esto incluye aproximadamente 150.000 hogares. La mayoría de ellos alrededor del 70% son pequeños productores, el 20% son medianos productores y el 10% son grandes productores (Morales Intriago, y otros, 2018).

La producción del cacao ecuatoriano es altamente estimada en la actualidad. Su producción nacional varía entre 180 y 260 kg por hectárea al año. De la misma manera tiene un periodo de maduración más lento y dilatado a comparación con otra variedad de cacao que representa el 4% del consumo mundial que crece a un ritmo del 5% al 10% anual y es reconocida por la industria de la confitería en países como Suiza y Bélgica. La mayoría de los lugares donde tradicionalmente se cultiva el cacao se encuentra en el oriente y la costa del Ecuador (Ginatta, Vignati, del Carmen Rodríguez, 2020).

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), el cacao es uno de los cultivos al que se destinan mayor cantidad de hectáreas. Representando el 37% del área sembrada con cultivos perennes. El sector cacaotero contribuye con el 5% de la población económicamente activa (PEA) del país y el 15% de la PEA rural. (Parada-Gutiérrez & Veloz-Cordero, 2021).

En el cantón Quevedo, la producción de cacao es parte de las actividades agrícolas que tienen un impacto social y económico en la región. La agricultura es una de las principales fuentes de ingresos. Esta producción es trascendental para la familia que consiguen su sustento, por los aspectos económicos a nivel mundial también influye en situaciones, y al no existir todas las garantías relacionadas con el apoyo del gobierno para un mejor ingreso, al ser difícil la recuperación el país puede experimentar mayores dificultades y consecuencias (Mendoza Vargas, Mgtr, Boza Valle, & Manjarrez Fuentes, 2021).

2.2 Cacao Nacional

El cacao fino y de aroma es cultivado por 100 mil familias. El 99% son pequeños productores (menos de 10 hectáreas sembradas) que se esfuerzan por hacer del país un líder mundial en su rubro. Los productores protegen la calidad del grano. Entonces siguen protocolos estrictos para procesarlos. Entre otros factores, se destacan la selección de semillas, el manejo de cultivo, la recolección de frutos maduros, postcosecha, el almacenamiento y la comercialización (MAGAP, 2021).

Por lo tanto, su calidad es una política nacional implementada por la Agencia de Aseguramiento de la Calidad Agropecuaria del Ecuador (Agrocalidad) con el objetivo de fortalecer un nicho de mercado específico. Por estas razones se reconoce el cacao fino y de aroma, por lo tanto, el Ecuador es visitado constantemente por compradores internacionales que desean tratar directamente con los respectivos productores (MAGAP, 2021).

El cacao es un árbol originario de las selvas de América Central y del Sur. Su nombre científico es *Theobroma cacao*, se adapta mejor en un clima ecuatorial con lluvias abundantes durante todo el año en una temperatura relativamente estable de 25 a 28 grados centígrados. El cacao fino de aroma tiene un aroma y sabor único y preferido por los chocolateros. Esto es solo el 5% de la producción mundial del cacao (Mata Anchundia, 2018).

En el mercado mundial, el cacao en grano se divide en dos categorías principales: cacao común u ordinario y cacao fino y de aroma. La producción de cacao común u ordinario es el 95% de la producción mundial de este producto. El 5% restante corresponde al cacao fino y de aroma la cual tiene características de sabor y aroma únicas, otorgándole valor en las bolsas de valores de Nueva York y Londres a nivel internacional, el cacao fino de aroma tiene una gran demanda ya que se utiliza en la producción y principalmente por las empresas europeas (Mendoza Vargas, Mgtr, Boza Valle, Ph.D, & Manjarrez Fuentes, Ph.D., 2021).

Los pequeños productores de cacao tipo nacional se encuentran en una situación socioeconómicamente difícil debido al fuerte impacto de las enfermedades y la baja productividad de las plantaciones debido a factores como el bajo rendimiento de muchas plantaciones por razones genéticas y de manejo. El manejo inadecuado posterior a la cosecha,

como la mezcla con otros productos, el almacenamiento que puede provocar contaminación, además la falta de financiamiento al pequeño productor es otra situación que afecta a la industria (Sánchez, Zambrano, & Iglesias, 2019).

2.3 Cacao CNN-51

En Ecuador, el cacao CCN-51 fue desarrollado e introducido en la década de 1970 con cierta inmunidad a la escoba de bruja, lo que significa mayor productividad (producción temprana y diferencia significativa en rendimiento por hectárea) y otras características económicas deseables (granos más grandes, mayor tolerancia a enfermedades, mejor adaptabilidad a condiciones ambientales adversas) (Morales Rodríguez, y otros, 2016).

En el año 1965, se lanzó una nueva variedad de cacao denominado “CCN51”, que se diferencia del cacao fino y de aroma por un mayor rendimiento, una maduración más temprana, resistencia a las enfermedades endémicas del cacao (escoba de bruja y monilia). Promueve el sabor a chocolate sin la presencia de sabores florales. Sin embargo, su manejo se limita al uso intensivo de agroquímicos, especialmente en grandes áreas de monocultivo (Pino Peralta, Ph.D., 2019).

El cacao CCN-51 se destaca como híbrido de alto rendimiento cuando alcanza de 50 a 60 quintales por hectárea. El origen genético del clon se debe a un cruce entre IMC-67 (Amazónico) ICS-95 (Trinitario), cuya descendencia fue cruzada con otro cacao amazónico recolectado por el agrónomo Castro, por esa razón el cacao CCN-51 corresponde al llamado dos híbridos. Actualmente, el 10% del cacao CCN-51 es cultivado en Ecuador (Morales Rodríguez, y otros, 2016).

La diferencia de la productividad del cacao CCN-51 y el cacao nacional (fino y de aroma) es bastante amplia, según los datos de APROCAFA. El grano nacional tiene una productividad de 6 quintales por hectárea. Según la asociación, en muchas fincas cacaoteras el producto rinde más de 50 quintales por hectárea. Además, se puede cultivar temprano, pues comienza a producir a los 24 meses de la siembra (Zhiminaicela Cabrera, y otros, 2021).

2.4 Teachable machine una tecnología para el sector agrícola

La innovación ocurre a través de un sistema que involucra una red de actores en el sector público y privado en términos de incentivos, tecnología y metas de desarrollo productivo. El sistema de innovación agrícola tiene en cuenta la participación de los actores de cadena productiva incluidos agricultores, proveedores de materia prima, consumidores, así como organismos públicos, universidades, institutos de investigación y ONG, que interactúan para identificar las necesidades de innovación, ofrecer y solicitar recursos financieros, asesoría técnica y personal capacitado (Zamora Boza, Mgtr, Espinoza Herrera, Mgtr., San Andrés Reyes, Mgtr, & Moreno Silva, Mgtr, 2021).

Los avances tecnológicos, especialmente los avances digitales, están revolucionando industrias, mercados y sociedades. Las tecnologías son herramientas esenciales para el diseño, producción y comercialización de bienes y servicios en diversas cadenas económicas y sectores. Existe evidencia de que la aplicación de estas tecnologías en la industria está asociada con un mayor valor agregado y una mayor productividad a nivel de empresa (Pérez Fernández, Caamal Cauch, Grisel Pat Fernández, Martínez Luis, & Reza Salgado, 2019).

La evaluación de impacto de las tecnologías resultantes es fundamental para los organismos especializados en investigación y desarrollo (ID) porque le permite probar la eficacia del producto desarrollar y justificar la inversión realizada. Lo que es importante, el costo de oportunidad de la generación de tecnología, especialmente si se utiliza una cierta parte de los fondos públicos, es alto en los países menos desarrollados. En otras palabras, el financiamiento gubernamental para la tecnología es limitado porque necesita enfocarse en otras prioridades sociales (Amaro-Rosales & de Gortari-Rabiela, 2016).

En el sector agrícola ecuatoriano, los esfuerzos de las instituciones de investigación se concentran principalmente en lograr el máximo rendimiento de los cultivos. Por lo tanto, la mayoría de la tecnología se basa en la disponibilidad de material genético (semillas) y recomendaciones sobre métodos de mejoramiento. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) es el principal centro de investigación del Ecuador, empleando el 73% de los investigadores agropecuarios (Sánchez & Zambrano Mendoza, 2019).

Las tecnologías digitales juegan un papel muy importante en la agricultura y el desarrollo rural a través de la cadena digital y la cadena alimentaria en la recopilación de datos, investigación, desarrollo e innovación (I+D+i); provisión de la información y transferencia de tecnología, comunicación entre los propios actores rurales y el proceso productivo en sí (Sotomayor, Ramírez, & Martínez, 2021).

Las tecnologías digitales dirigidas en el sector agrícola y alimentario identifican las principales herramientas que se componen por:

- Plataformas
- IoT
- Cloud computy
- Blockchain
- Tecnología digital
- Drones
- Inteligencia Artificial
- Big Data
- Robot

- Sensores

2.5 Inversión tecnológica

Las inversiones en actividades de ciencia, tecnología e innovación en América Latina han venido históricamente del sector público, sin vincular el sector manufacturero y la cogeneración de nuevos conocimientos. La comunidad científica se encuentra marginada o reducida, la ciencia carece de rumbo para resolver problemas y se observan indicios de baja productividad en comparación con otras regiones geográficas del mundo (Vilela Chaves, Costa Ribeiro, Pereira dos Santos, & da Motta e Albuquerque, 2020).

En América Latina se ha observado la denominada “integración subordinada” a megaproyectos científicos, donde se manifiesta en gran medida la dependencia académica, los recursos y la capacidad de los países del Norte Global. Incluso apuntan a la necesidad de mayores recursos para la formación en investigación, inversión empresarial en CTI bajo incentivos gubernamentales y programas de las instituciones de educación superior para promover la CTI para promover conjuntamente la salud de la ciencia, producción y la competitividad (Echeverría-King, Pinto, & Mosquera-Montoya, 2021).

Las teorías modernas del crecimiento y desarrollo económico nacional sostienen que las diferencias entre países pobres y ricos pueden explicarse por la inversión en ciencia, tecnología e innovación. Invertir en ciencia y tecnología es fundamental para resolver problemas y retos a los que se enfrenta la sociedad día a día. Es crucial fomentar este tipo de inversiones en los países en desarrollo para desarrollar soluciones adaptadas a las necesidades y requisitos (Rojas & Espejo, 2020).

Las inversiones en tecnología y, por lo tanto, los resultados de mayor impacto social, a menudo se concentran geográficamente en economías avanzadas de altos ingresos, donde los avances tecnológicos a gran escala e intensivos están sesgados hacia las necesidades de estas empresas, que en muchos casos no son aplicables a los países en desarrollo o economías emergentes, donde es necesario promover las inversiones y la evaluación integral de sus resultados (Yu Cheng & Wang, 2022).

2.6 Análisis económico

2.6.1 Ingresos

Los ingresos son un aumento en los activos de la empresa o una disminución en sus pasivos durante el periodo contable que ha tenido un efecto favorable en la utilidad o pérdida neta o en un caso un cambio neto en el patrimonio contable que ha tenido un efecto favorable en las ganancias, capital o activos contables respectivamente (Baque Sánchez, Salazar Pin , & Jaime Baque, 2020).

Una cuestión clave en la contabilidad de ingresos es determinar cuándo se reconocen los ingresos. Los ingresos se reconocen cuando es probable que fluyan a la entidad de beneficios económicos futuros y estos beneficios pueden medirse con fiabilidad. Esta norma define situaciones en las que se cumple estos criterios de forma en la se consultan ingresos regulares, también proporcionando orientación (Tello & Navarro Chávez, 2017).

2.6.2 Egresos

Los egresos se refieren a gastos e inversiones, mientras que los gastos aumentan las pérdidas potenciales (reducen las ganancias) incluyen desembolsos de efectivo o bienes ya sea efecto o transacciones bancarias. Un egreso es la salida de recursos financieros para satisfacer una suma de dinero y también puede considerarse la salida de fondos causada por otras razones como la inversión (Calán Peñafiel & Moreira García, 2018).

Los egresos aluden a los gastos e inversiones. Los egresos, por otro lado, aumentan las pérdidas o disminuyen las ganancias. Los gastos incluyen pagos financieros, efectivo o flujos bancarios. Los egresos también son el dinero de la empresa, incluido los honorarios y las inversiones o costos (De la Guerra Zúñiga, 2016).

2.6.3 Tasa interna de retorno

La TIR es un indicador de la rentabilidad de un proyecto o inversión, por lo que cuanto mayor sea la TIR, mayor será la rentabilidad. Calcular la tasa interna de retorno para diferentes proyectos facilita la decisión que la inversión realiza. De forma sencilla, podemos definir la TIR como un porcentaje de ganancia o pérdida de una inversión (Aponte, Muñoz, & Álzate, 2017).

2.6.4 Valor actual neto

El valor actual neto (VAN) es un indicador financiero utilizado para determinar la viabilidad de un proyecto. El proyecto factible si se obtiene un beneficio tras medir el flujo de ingresos y gastos futuros y descontar la inversión inicial. El rendimiento de restaurar los flujos positivos y negativos generados por la inversión. Es un punto de referencia financiero contra el cual se evalúan las inversiones (Aponte, Muñoz, & Álzate, 2017).

2.6.5 Beneficio costo

Beneficio Costo (B/C) es un aspecto muy importante a considerar al planificar grandes proyectos y empresas. Esta relación ayuda a determinar la viabilidad de un proyecto porque le permite determinar si los beneficios superan los costos y viceversa.

Pero el uso de este método no siempre es adecuado para todos los proyectos, porque solo se puede implementar cuantitativamente pero no cualitativamente, porque es imposible determinar la relación de Beneficio Costo (Aguilera Díaz, 2017).

III.- METODOLOGÍA

El presente trabajo fue desarrollado en la provincia de El Oro, que está ubicada en el litoral sur del Ecuador, centrando nuestra investigación en la ciudad de Pasaje, donde se encuentra la Finca La Esperanza.

En el presente estudio de investigación, la estrategia metodológica empleada fue de tipo básica porque se origina teóricamente con el objetivo de formular nuevos conocimientos o modificar los ya existentes. El tipo de la investigación es causal comparativa dado que se comparan utilizando aprendizaje automático en el proceso de clasificación de mazorcas de cacao. Según Sánchez et al., (2021) este tipo de investigación destaca porque depende de factores de comparación y deja al investigador la decisión de la selección de características que se desean comparar.

3.1 Población y muestra

Se han seleccionado para el presente estudio, la mazorca variedad cacao nacional, la misma tiene características amelonadas, pero con estrangulaciones en la base y el ápice de la misma con surcos y lomos poco profundos, y la variedad cacao CCN-51 sus mazorcas son rojizas-moradas cuando tiernas y de color rojizo anaranjadas cuando maduras.

Se consideró como población de estudio a las 52 de mazorcas que fueron fotografiados en campo, entre variedad cacao nacional (24) y variedad cacao CCN-51 (28). Acorde a Ventura-León, (2017) una población es el conjunto de elementos que contienen determinadas propiedades que se utilizan para la investigación.

Por ello, entre la población y la muestra existe una propiedad inductiva (de lo particular a lo general), en donde se espera que la parte observada (muestra) represente la realidad de la investigación.

Para la presente investigación se consideró como muestra a toda la población de las 52 mazorcas de dos variedades con el fin de tener un tamaño muestral adecuado que permita responder a los objetivos planteados y tener suficiente sustento para extraer conclusiones. En este estudio no fue necesario calcular la muestra, ya que se trabajó con toda la población.

IV.- RESULTADOS

De un total de 52 mazorcas pertenecientes a las dos variedades de cacao, se evaluó la característica morfológica para cada mazorca mediante aplicación TEACHABLE MACHINE, a continuación, se demuestra los pasos que fueron realizados para una correcta clasificación.

4.1 Primer momento: ingreso de fotografías en la aplicación TEACHABLE MACHINE

Se puede visualizar en la Figura 1 y 2 las fotografías que fueron tomadas en campo, misma serán analizadas por algoritmos de aprendizaje automático, esto permitirá construir un modelo donde establezca mediante las características morfológicas (mazorcas) cuando es variedad cacao nacional (Class 2) y cuando es y variedad cacao CCN-51 (Class 1).

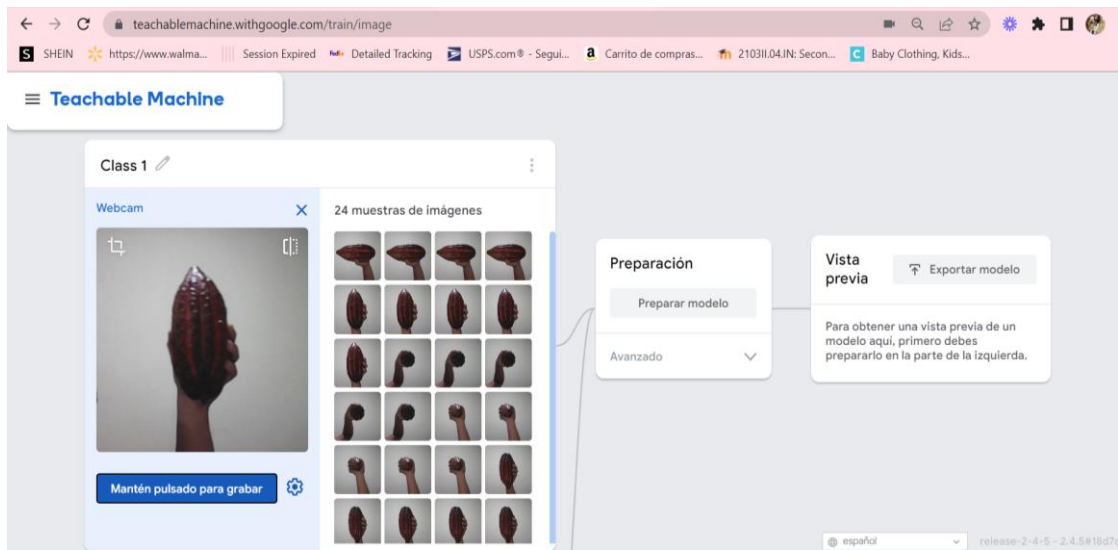


Figura 1: Ingreso de fotografías de la variedad cacao CCN-51

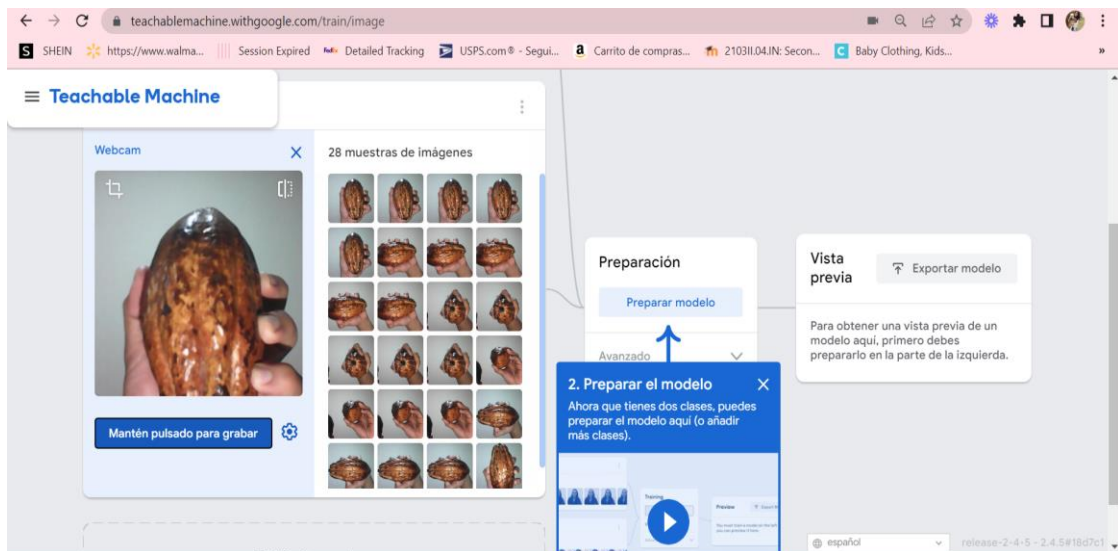


Figura 2: Ingreso de fotografías de la variedad cacao nacional

Paso 2: Preparación del modelo

Luego se empieza a preparar el modelo en la aplicación TEACHABLE MACHINE con la finalidad de que mediante la cámara de la aplicación antes mencionada permita clasificar correctamente.

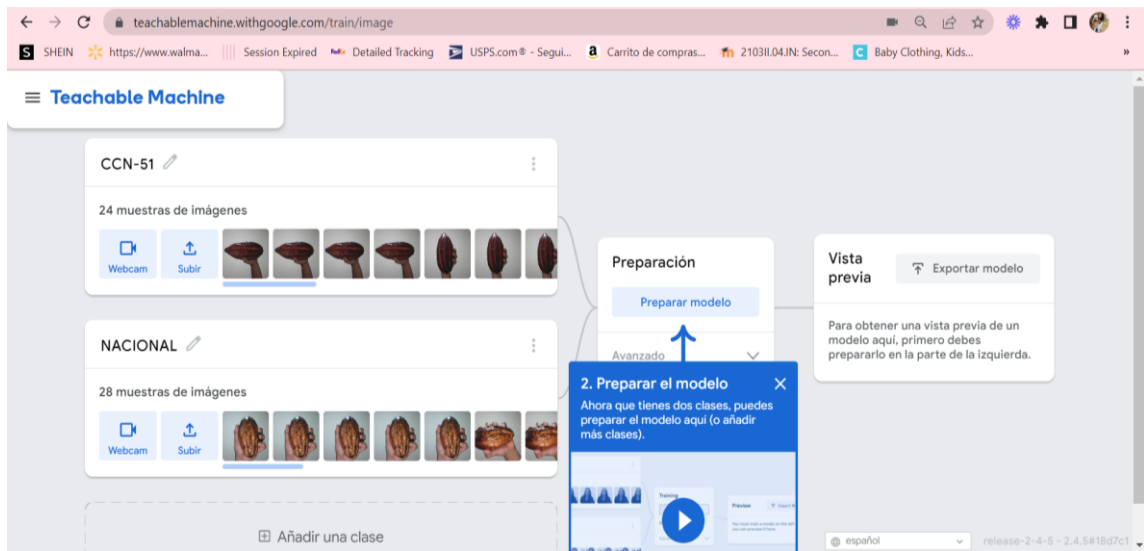


Figura 3: Preparación del modelo para dos variedades de cacao

Paso 3. Clasificación mediante una imagen

En la Figura 4 podemos denotar como el algoritmo puede clasificar de forma correcta el cacao CCN-51, con una precisión de 99%. Esto indica que la aplicación TEACHABLE MACHINE puede ser utilizada para este tipo de análisis.

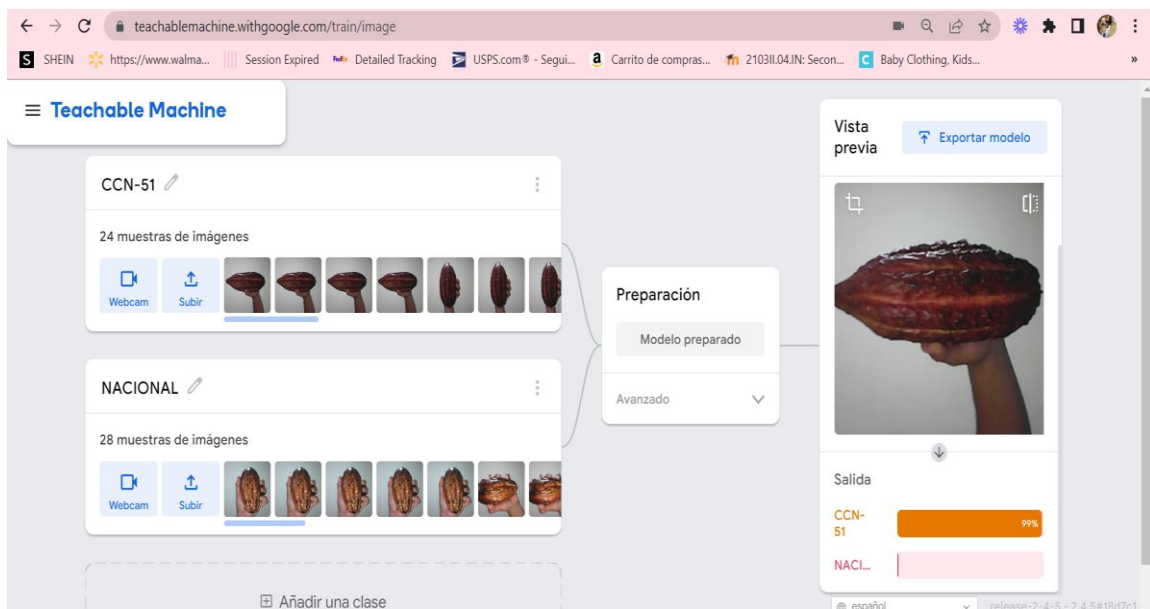


Figura 4: Clasificación de la variedad cacao CCN-51

En cambio, en la Figura 5 podemos observar que también el algoritmo logró clasificar de forma correcta el cacao nacional, con una precisión de 100%. Esto indica que la aplicación TEACHABLE MACHINE puede ser utilizada para este tipo de análisis mediante una imagen.

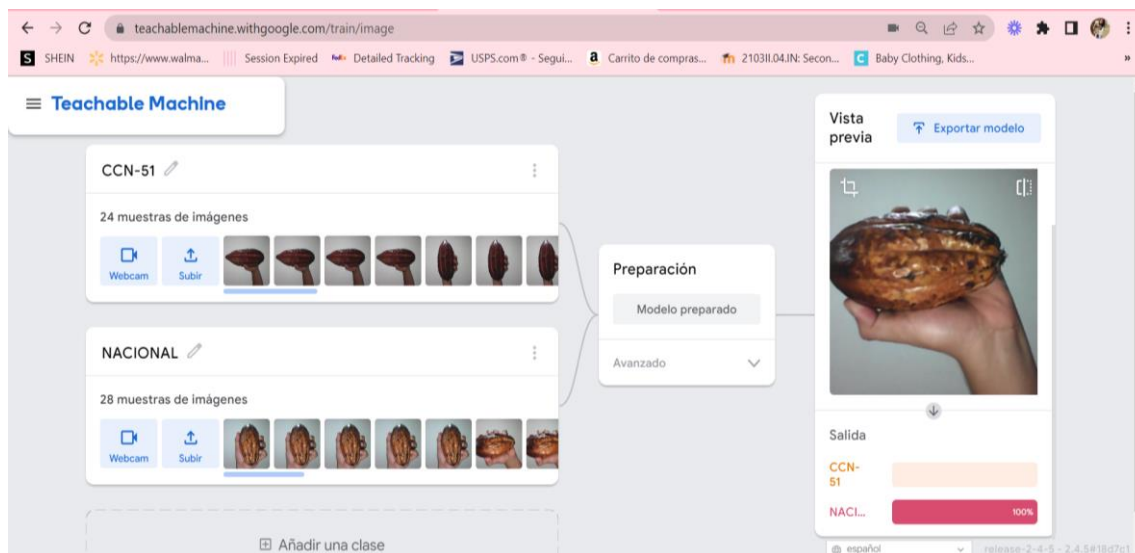


Figura 5: Clasificación de la variedad cacao nacional

4.2 Segundo momento: Evaluación Económica

De acuerdo a la Tabla 1 se consideró como egreso al inicio (año 0) del flujo de caja, el valor de mercado de un portátil hp es de \$500,00 dólares y un teléfono Redmi note 10 de 300 dólares, lo cual da una suma total de \$800,00 dólares de inversión tecnológica.

Tabla 1. Flujo de caja proyectado a 5 años

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Egreso | \$800,00 | | | | | |
| Portátil Hp | | | | | | |
| Redmi Note 10 | | | | | | |
| Ingreso | | | | | | |
| Cacao nacional | | \$100 | \$105 | \$110 | \$116 | \$122 |
| Cacao CCN-51 | | \$200 | \$210 | \$221 | \$232 | \$243 |
| Valor Residual | | | | | | \$80,00 |
| Flujo Neto | \$-800,00 | \$300 | \$315 | \$331 | \$347 | \$445 |

Para estimar los ingresos en la proyección de los 5 años que se considera como vida útil los aparatos tecnológicos.

Tomando en cuenta la información acerca de la cantidad de mazorca para el análisis se consideró como cantidad de 10.000 mazorcas para cacao nacional y 20.000 para cacao CCN-51 durante el año, a un precio mínimo en el mercado de \$ 0,01 por unidad, se proyectó el total de ingresos (\$ 300), esto permite tener una mejor clasificación del cacao.

En los años posteriores (del 2 al 5) se ha considerado un incremento del 5% anual al precio del producto, tomando en cuenta ese porcentaje de acuerdo a la inflación promedio del país en los últimos años.

Para concluir en la proyección de ingresos se ha tomado en cuenta un valor residual del producto en un 10%.

Con esta estimación se procedió a calcular algunos indicadores que nos ayudan a determinar la factibilidad de la utilización de este producto, dando como resultados una tasa interna de retorno del 31% (utilizando una tasa de descuento del 12%), un valor actual neto de 427,41; una razón beneficio-costeo de 1,72 estos datos podemos visualizar en el Tabla 2

Tabla 2. Indicadores Económicos del proyecto

| | |
|------------|----------|
| TIR | 31% |
| VAN | \$427,41 |
| B/C | \$1,72 |

Tabla 3. Cálculo del Payback en el proyecto

| Periodos | Flujo de Efectivo | Acumulado |
|-----------------|--------------------------|------------------|
| 0 | \$-800,00 | \$-800,00 |
| 1 | \$300,80 | \$-500,00 |
| 2 | \$315,00 | \$-185,00 |
| 3 | \$330,75 | \$-169,25 |
| 4 | \$347,29 | \$178,04 |
| 5 | \$444,65 | \$622,69 |

$$PRI = 3 + (-169,25 / 347,29)$$

$$PRI = 3,487$$

$$PRI = 0,487 * 12 \text{ Meses} = 6$$

Se determinó que la inversión del proyecto se podrá recuperar en 3 años y 6 meses aproximadamente.

Estos resultados presentan reflejan la factibilidad de la inversión que se puede realizar con la aplicación TEACHABLE MACHINE para el uso en los procesos de clasificación de variedad de mazorcas de cacao.

VI. DISCUSIÓN

En Ecuador, las fincas que cultivan diferentes variedades de cacao desconocen el uso aplicación TEACHABLE MACHINE para la clasificación de mazorcas de cacao. Por esa razón, el correcto funcionamiento de la aplicación podría causar un gran impacto en los agricultores, según agustian, Pande Putu Gede , Padma Nyoman , & Putu Devi (2021) Teachable Machine de Google puede crear un modelo de aprendizaje automático con una tasa de precisión de prueba de hasta el 100% y además Ney Wonga & Fadzly (2022), desarrollo de modelos de reconocimiento de especies utilizando la máquina de aprendizaje de Google sobre aves playeras y acuáticas, indicando que funciona muy bien en reconocer la morfología de las especies.

Una vez realizada la evaluación financiera tenemos como resultados una Valor Actual Neto de \$427,41; una Tasa Interna de Retorno del 31% y una relación Beneficio/Costo igual a \$1,72. Estos resultados nos indican la factibilidad de la inversión considerando que el VAN es positivo, que la TIR es superior a la tasa de descuento y con un valor atractivo para cualquier inversión y además que la relación beneficio-costo nos indica que por cada dólar invertido se obtiene 1,72 de beneficios, es decir 0,72 centavos de ganancia por cada dólar, coincidiendo con lo planteado por (Pranita , Kamlesh , & Atul , 2022)

Por este motivo es oportuno el uso de la aplicación TEACHABLE MACHINE como instrumento para la clasificar de forma rápida coincidiendo con lo planteado por (Diki , Pande Putu Gede , Padma Nyoman , & Putu Devi , 2021), (Ney Wonga & Fadzly, 2022). En este sentido el estudio de viabilidad desarrollado con TEACHABLE MACHINE responde a la necesidad planteada desde el análisis de la demanda.

VII. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones que se desprenden de la investigación realizada y metodologías propuestas de este trabajo son:

El uso de Google Teachable Machine, la principal ventaja es que es fácil de usar. La plataforma ofrece un enfoque de aplicación web básica que se crea automáticamente, los resultados mostrarían el porcentaje de probabilidad de cada variedad comparada.

El productor puede reconocer mediante una fotografía de mazorca la variedad de cacao de forma rápida y precisa. Por esta razón, invertir en una aplicación tecnología TEACHABLE MACHINE como una alternativa para los centros de acopio. De esta forma concluimos con nuestro objetivo central de la investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera Díaz, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*, 11(2). Recuperado el 22 de 01 de 2023, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612017000200022
- Agustian, d., Pande Putu Gede , P., Padma Nyoman , C., & Putu Devi , N. (28 de 12 de 2021). *Implementación de Machine Learning usando Teachable Machine de Google basado en Android*. doi:10.1109/ICORIS52787.2021.9649528
- Alcívar-Córdova, K., Quezada-Campoverde, J., Barrezueta-Unda, S., Garzón-Montealegre , V., & Carvaja-Romero, H. (03 de 2021). Análisis económico de la exportación del cacao en el Ecuador durante el periodo 2014 –2019. *Polo del Conocimiento*, 6(3), 2430-2444. doi:DOI: 10.23857/pc.v6i3.2522
- Amaro-Rosales, M., & de Gortari-Rabiela, R. (2016). Políticas de transferencia tecnológica e innovación en el sector agrícola mexicano. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 13(3). Recuperado el 23 de 01 de 2023, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722016000300449
- Andrade-Almeida, J., Rivera-García, J., Chire-Fajardo, G., & Ureña-Peralta, M. (2019). Propiedades físicas y químicas de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Ecuador y Perú. *Enfoque UTE*, 10(4), 1-12. doi:10.29019/enfoque.v10n4.462
- Aponte, R., Muñoz, F., & Álzate, L. (2017). La evaluación financiera de proyectos y su aporte en la generación de valor corporativo. *CIENCIA Y PODER AÉREO*, 12, 144-155. doi: <http://dx.doi.org/10.18667/cienciaypoderareo.567>
- Baque Sánchez, E., Salazar Pin , G., & Jaime Baque, M. (2020). Gestión organizacional para el apoyo contable fiscal como aporte en la recuperación de tributos. *Avances*, 22(1), 51-63. Recuperado el 21 de 01 de 2023, de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-GestionOrganizacionalParaElApoyoContableFiscalComo-7859354.pdf
- Calán Peñafiel, L., & Moreira García, M. (08 de 01 de 2018). Análisis de las etapas del ciclo presupuestario en la Administración Pública del Ecuador con el enfoque de resultados. *Uisrael*, 5(1). Recuperado el 21 de 01 de 2023, de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/pbaldeon,+61-189-2-PB+9-22%20(1).pdf
- De la Guerra Zúñiga, E. (2016). Presupuesto, gasto público y compra pública responsable en Ecuador. *Revista de Derecho*(25). Recuperado el 21 de 01 de 2023, de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/456.pdf
- Diki , A., Pande Putu Gede , P., Padma Nyoman , C., & Putu Devi , N. (2021). *Implementación del aprendizaje automático con la máquina enseñable de Google basada en Android*. doi:doi: 10.1109/ICORIS52787.2021.9649528.
- Echeverría-King, L., Pinto, J., & Mosquera-Montoya, M. (2021). Inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación: el caso de Colombia y Ecuador. *Revista CEA*, 7(14), e1672. doi:DOI: <https://doi.org/10.22430/24223182.1672>

- Fariñas, C. (2018). Tecnologías de bajo coste, compartiendo ideas para hacer la vida más fácil XI Encuentro Internacional de Tecnologías Libres, Diseño Abierto y Adaptaciones elaboradas por usuarios. *Dialnet Plus*(23), 54-59. Recuperado el 03 de 12 de 2022, de <http://www.autonomiapersonal.imserso.es/InterPresent1/groups/revistas/documents/binario/rap23especial.pdf>
- Ginatta, G., Vignati, F., & del Carmen Rodríguez, M. (11 de 06 de 2020). Iniciativa Latinoamericana del Cacao: Boletín No. 9. *Scioteca*. Recuperado el 19 de 01 de 2023, de https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1593/Observatorio_Latino_Americano_de_Cacao_Fino_y_de_Aroma.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Heredia-Gómez, J., Rueda-Gómez, J., Talero-Sarmiento, L., Ramírez-Acuña, J., & Coronado-Silva, R. (01 de 12 de 2020). Eterminación de la madurez de mazorcas de Cacao, haciendo uso de redes neuronales convolucionales en un sistema embebido. *Revista Colombiana de Computación*, 21(2), 42-55 . doi:<https://doi.org/10.29375/25392115.4030>
- INTEF. (2019). *Programación y Robótica*. España. Recuperado el 01 de 12 de 2022, de <https://formacion.intef.es/catalogo/mod/book/view.php?id=69&chapterid=338&lang=es>
- Karaye , A., Sabo , B., Chamo, A., & Rabiú, A. (01 de 07 de 2017). Influence of Agronomic Practices on Crop Production. *Basic and Applied Research (IJSBAR)*, 31(1), 61-66. Recuperado el 01 de 12 de 2022, de <https://gssrr.org/index.php/JournalOfBasicAndApplied/article/view/6688/3240>
- López Guerrero, A. (10 de 10 de 2017). "Producción y Comercialización de Cacao Fino de Aroma en el Ecuador - Año 2012-2014". *Superintendencia de control del poder del mercado*. Recuperado el 03 de 12 de 2022, de <https://www.scpm.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/ESTUDIO-DEL-CACAO-IZ7-version-publica-ultima.pdf>
- MAGAP. (2021). MAGAP impulsa proyecto de reactivación del Cacao Fino y de Aroma. *MAGAP*. Recuperado el 19 de 01 de 2023, de <https://www.agricultura.gob.ec/magap-impulsa-proyecto-de-reactivacion-del-cacao-fino-y-de-aroma/>
- Mata Anchundia, D. (2018). Proceso de comercialización del cacao fino de Aroma en la provincia Los Ríos,Ecuador. *20*(4). Recuperado el 19 de 01 de 2023, de <https://www.redalyc.org/journal/6378/637869147003/637869147003.pdf>
- Mendoza Vargas, Mgtr, E., Boza Valle, Ph.D, J., & Manjarrez Fuentes, Ph.D., N. (28 de 12 de 2021). Impacto socioeconómico de la producción y comercialización del cacao de los pequeños productores del cantón Quevedo. *REVISTA CIENTÍFICA ECOCIENCIA*, 8, 255–272. doi:<https://doi.org/10.21855/ecociencia.80.603>
- Mendoza Vargas, Mgtr, E., Boza Valle, Ph.D., J., & Manjarrez Fuentes, Ph.D., N. (2021). IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DEL CACAO DE LOS PEQUEÑOS PRODUCTORES DEL CANTÓN QUEVEDO. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 8. Recuperado el 19 de 01 de 2023, de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/603-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1701-1-10-20211227%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/603-Texto%20del%20art%C3%ADculo-1701-1-10-20211227%20(1).pdf)
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2022). *MAGAP impulsa proyecto de reactivación del Cacao Fino y de Aroma*. Quito. Recuperado el 03 de 12 de 2022, de

<https://www.agricultura.gob.ec/magap-impulsa-proyecto-de-reactivacion-del-cacao-fino-y-de-aroma/>

- Morales Intriago, F., Carrillo Zenteno, M., Ferreira Neto, J., Peña Galeas, M., Briones Caicedo, W., & Albán Moyano, M. (2018). Cadena de comercialización del cacao nacional en la provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ciencias Agrarias/Agricultural Science*, 11(1), 63-69. doi:DOI: <https://doi.org/10.18779/cyt.v11i1.131>
- Morales Rodríguez, W., Vallejo Torres, C., Sinche Bósquez, P., Torres Navarrete, Y., Vera Chang, J., & Anzules Cedeño, E. (2016). Mejoramiento de las características físico-químicas y sensoriales del cacao CCN51 a través de la adición de una enzima y levadura durante el proceso de fermentación. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 5(2). Recuperado el 24 de 01 de 2023, de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Dialnet-MejoramientoDeLasCaracteristicasFisicoquimicasYSen-5761081.pdf
- Ney Wonga , J., & Fadzly, N. (2022). Desarrollo de modelos de reconocimiento de especies utilizando la máquina de aprendizaje de Google sobre aves playeras y acuáticas. *Journal of Taibah University for Science*, 16, 1096-1111. doi:<https://doi.org/10.1080/16583655.2022.2143627>
- Ney Wonga , J., & Fadzly, N. (11 de 11 de 2022). *Desarrollo de modelos de reconocimiento de especies utilizando la máquina de aprendizaje de Google sobre aves playeras y acuáticas* (1 ed., Vol. 16). doi:<https://doi.org/10.1080/16583655.2022.2143627>
- Parada-Gutiérrez , O., & Veloz-Cordero, R. (29 de 01 de 2021). Análisis socioeconómico de productores de cacao, localidad Guabito, provincia de Los Ríos, Ecuador. *Ciencias Holguín*, 27(1), 1-17. Recuperado el 19 de 01 de 2023, de <https://www.redalyc.org/journal/1815/181565709001/html/>
- Pérez Fernández, A., Caamal Cauich, I., Gricel Pat Fernández, V., Martínez Luis, D., & Reza Salgado, J. (05 de 11 de 2019). Influencia de la adopción de tecnología y la mano de obra en la eficiencia productiva en el sector agrícola de México, 1979-2014. *Acta universitaria*, 29. doi:<https://doi.org/10.15174/au.2019.1631>
- Pino Peralta, Ph.D., S. (2019). VALORACIÓN ECONÓMICA DEL CAMBIO DE VARIEDAD DE CACAO EN PARCELAS DE PRODUCTORES DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI-ECUADOR. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 6(4). Recuperado el 20 de 01 de 2023, de file:///C:/Users/Usuario/Downloads/199-Texto%20del%20art%C3%ADculo-323-1-10-20190905.pdf
- Pranita , K., Kamlesh , K., & Atul , D. (2022). Enfoque de Internet de las Cosas y Aprendizaje Automático para Aplicaciones Agrícolas: Una Revisión. *10th International Conference on Emerging Trends in Engineering and Technology*, 1-6. doi:doi: 10.1109/ICETET-SIP-2254415.2022.9791751
- Rojas, M., & Espejo, R. (2020). La Inversión en investigación científica como medida del capital intelectual en las instituciones de educación superior. *Información tecnológica*, 31(1). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000100079>
- Sánchez, V., & Zambrano Mendoza, J. (2019). ADOPCIÓN E IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS AGROPECUARIAS GENERADAS EN EL ECUADOR. *Revista de Ciencias de la Vida*, 30(2z<), 28-39. doi:<http://doi.org/10.17163/lgr.n30.2019.03>.

- Sánchez, V., Zambrano, J., & Iglesias, C. (2019). *La cadena de valor del cacao en America Latina y El Caribe*. Recuperado el 19 de 01 de 2023, de https://www.fontagro.org/new/uploads/adjuntos/Informe_CACAO_linea_base.pdf
- Sotomayor, O., Ramírez, E., & Martínez, H. (2021). *Digitalización y cambio tecnológico en las mipymes agrícolas y agroindustriales en América Latina*. Recuperado el 23 de 01 de 2023, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46965/4/S2100283_es.pdf
- Tello, A., & Navarro Chávez, J. (2017). Desigualdad educativa y su relación con la distribución del ingreso en los estados mexicanos. *Revista de Investigación Educativa*(24). Recuperado el 21 de 01 de 2023, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-53082017000100075
- Vilela Chaves, C., Costa Ribeiro, L., Pereira dos Santos, U., & da Motta e Albuquerque, E. (04 de 2020). Sistemas de innovación y cambios en la división centro-periferia: notas sobre una metodología para determinar las trayectorias de los países a partir de las estadísticas de ciencia y tecnología. *Revista de la CEPAL*(130). Recuperado el 22 de 01 de 2023, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45424/1/RVE130_Pereira.pdf
- Yu Cheng, J., & Wang, C. (10 de 12 de 2022). Environmental Regulation, Scientific and Technological Innovation, and Industrial Structure Upgrading in the Yellow River Basin, China. *Int. J. Environ*, 19, 16597. doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph192416597>
- Zamora Boza, Mgtr, S., Espinoza Herrera, Mgtr., X., San Andrés Reyes, Mgtr, P., & Moreno Silva, Mgtr, A. (2021). SISTEMAS DE INNOVACIÓN AGRÍCOLA: UNA MIRADA A LA SITUACIÓN DEL SECTOR AGRÍCOLA ECUATORIANO. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 8. doi:10.21855/ecociencia.80.615
- Zhiminaicela Cabrera, J., Mora Encalada, C., Quevedo Guerrero, J., Herrera Reyes, S., Morocho Castillo, A., & León Toro, J. (2021). Influencia De la Madurez de las Mazorcas de Cacao: Calidad Nutricional y Sensorial del Cultivar CCN-51. *REVISTA BASES DE LA CIENCIA*, 6(2), 27-40. doi:https://doi.org/10.33936/rev_bas_de_la_ciencia.v6i2.2706