

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA**

### **ANÁLISIS DE CADENA DE VALOR EN PRODUCTOS PRIORITARIOS PARA ECUADOR Y OPORTUNIDADES DE MEJORA PARA ALCANZAR LA SOSTENIBILIDAD**

### **ANÁLISIS DE CADENA DE VALOR DEL CACAO (*Theobroma cacao*) EN EL ECUADOR Y OPORTUNIDADES DE MEJORA PARA ALCANZAR LA SOSTENIBILIDAD**

### **TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**GRACE ESTEFANÍA UVILLÚS HERRERA**

**cruscaya@hotmail.com**

**DIRECTOR: CRISTINA MARÍA ROMERO GRANJA**

**cristina.romero@epn.edu.ec**

**DMQ, marzo 2023**

## CERTIFICACIONES

Yo, GRACE UVILLÚS declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



---

**GRACE UVILLÚS**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por GRACE UVILLÚS, bajo mi supervisión.



**ING. CRISTINA ROMERO Ph.D.**

**DIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

GRACE UVILLÚS

CRISTINA ROMERO

## DEDICATORIA

Dedicado para Hanyu Yuzuru (羽生 結弦) mi fuente de inspiración para levantarme y seguir adelante a pesar de una caída.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por haberme asignado este tema sobre el cacao que me hizo vivir nuevas experiencias.

A mis padres Sol y Freddy por su apoyo ilimitado y absoluto.

A mi hermana Andrea que a pesar de la distancia siempre estuvo dispuesta a ayudarme en lo que era necesario.

A la Ing. Cristina por sus consejos, paciencia, guía y tiempo prestado durante todo el trabajo.

Finalmente, quiero expresar un agradecimiento a los productores agrícolas e intermediarios de cacao que me brindaron un trato gentil y su colaboración sincera en la recolección de datos para completar mis encuestas, en especial a Fabio por su ayuda incondicional.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUDITORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
RESUMEN.....	VIII
ABSTRACT.....	IX
1. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Alcance.....	2
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 La sostenibilidad.....	3
1.4.2 El análisis de cadenas de valor.....	4
1.4.3 El Cacao en el Ecuador.....	5
2. METODOLOGÍA.....	8
2.1. Recolección de Información y Datos.....	8
2.2 Mapeo de la Cadena de valor.....	9
2.3 Comparación de la sostenibilidad de la cadena del cacao CCN-51 y CFA.....	10
2.3.1 Índices económicos.....	10
2.3.1.1 Rendimiento.....	10
2.3.1.2 Precio de los granos de cacao.....	10
2.3.1.3 Variación de Precios entre agricultores (2021).....	10
2.3.1.4 Volatilidad de Precios en el tiempo.....	11
2.3.1.5 Valor total creado.....	11
2.3.2 Índices sociales.....	12
2.3.2.1 Distribución del valor creado entre actores de la cadena ..	12
2.3.2.2 Distribución del empleo.....	12
2.3.2.3 Equidad de género en la producción agrícola.....	12
2.3.3 Índices ambientales.....	12

2.3.3.1 Tasa de Secuestración de Carbono del suelo (Soil Carbon Sequestration SOC) por sistema cacaotero .....	12
2.3.3.2 Huella de Carbono de la producción agrícola de cacao.....	13
2.4 Comparación de los métodos de diferenciación entre cacao CCN-51 y CFA .....	13
3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	15
3.1. Mapeo de la cadena de valor .....	15
3.1.1. Descripción del producto.....	15
3.1.1.1.Nibs de cacao .....	15
3.1.1.2 Licor de cacao .....	16
3.1.2 Cobertura geográfica.....	16
3.1.3 Marco temporal .....	17
3.1.4. Componentes de las cadenas .....	17
3.1.4.1 Cadena de Valor del Cacao CCN-51 .....	17
3.1.4.2 Cadena de Valor del Cacao Fino de Aroma .....	18
3.1.4.3 Actores de la cadena .....	19
3.2 Comparación de las cadenas de valor .....	23
3.2.1 Índices Económicos .....	23
3.2.1.1 Rendimiento.....	25
3.2.1.2 Precio de los granos de cacao.....	25
3.2.1.3 Variación de Precios entre agricultores (2021) .....	28
3.2.1.4 Volatilidad de Precios en el tiempo .....	28
3.2.1.5 Valor total creado.....	29
3.2.2 Índices Sociales .....	31
3.2.2.1 Distribución del valor creado entre actores de la cadena ..	31
3.2.2.2 Distribución del empleo.....	32
3.2.2.3 Equidad de género en la producción agrícola.....	33
3.2.3 Índices Ambientales .....	35
3.2.3.1 Tasa de Secuestración de Carbono del suelo (Soil Carbon Sequestration SOC) por sistema cacaotero .....	35
3.2.3.2 Huella de Carbono de la producción agrícola de cacao.....	36
3.3 Comparación de los métodos de diferenciación entre cacao CCN-51 y CFA .....	37

3.4 Conclusiones.....	46
3.5 Recomendaciones.....	47
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	48
5. ANEXOS.....	56
ANEXO I.....	56
ANEXO II.....	58
ANEXO III.....	68
ANEXO LV. ....	72

## RESUMEN

Se realizó un análisis de la cadena de valor del cacao (*Theobroma cacao*) en el Ecuador de las variedades CCN-51 y fino de aroma (CFA), de acuerdo con la metodología propuesta por la FAO. Para el diagnóstico se recopiló información de fuentes secundarias publicadas hasta el 2021 y de fuentes primarias mediante encuestas a productores de cacao e intermediarios de la provincia del Guayas. El análisis comprendió el mapeo de cada etapa junto con los actores involucrados y los flujos del producto hasta la etapa de exportación, y el cálculo de índices económicos, ambientales y sociales para determinar la sostenibilidad de la cadena. Finalmente, mediante la técnica de Matriz de Decisión se determinó una metodología factible para implementar un sistema de trazabilidad y diferenciar los granos de cacao de las dos variedades. Se determinó que actualmente, la cadena del cacao en el Ecuador es sostenible en los aspectos económicos, sociales y ambientales. La cadena de CFA obtuvo mejores indicadores en el aspecto social y ambiental. Sin embargo, es necesario implementar un sistema de trazabilidad donde se diferencien las dos variedades de cacao que permita recibir un precio acorde, de tal manera que motive a los agricultores a mantener sus cultivos de CFA y no reemplazarlos con cacao CCN-51. La metodología seleccionada fue la espectroscopia Raman propuesta por Vargas et al. (2016).

**PALABRAS CLAVE:** CCN-51, CFA, cacao arriba, cadena de valor, sostenibilidad.

## **ABSTRACT**

An analysis of the cocoa (*Theobroma cacao*) value chain in Ecuador of the CCN-51 and fine aroma (CFA) varieties was carried out, according to the methodology proposed by FAO. For the diagnosis, information was collected from secondary sources published until 2021 and from primary sources through surveys of cocoa producers and intermediaries in the province of Guayas. The analysis included the mapping of each stage together with the actors involved and the product flows up to the export stage, and the calculation of economic, environmental, and social indices to determine the sustainability of the chain. Finally, through the Decision Matrix technique, a feasible methodology was determined to implement a traceability system and differentiate the cocoa beans of the two varieties. It was determined that currently, the cocoa chain in Ecuador is sustainable in economic, social, and environmental aspects. The CFA chain obtained better indicators in the social and environmental aspect. However, it is necessary to implement a traceability system where the two varieties of cocoa are differentiated that allows receiving an appropriate price, in such a way that it motivates farmers to maintain their CFA crops and not replace them with CCN-51 cocoa. The selected methodology was Raman spectroscopy proposed by Vargas et al. (2016).

**KEYWORDS:** CCN-51, CFA, arriba cocoa, value chain, sustainability.

# 1. DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

El análisis de la cadena de valor abarca todos los pasos que deben tomarse para garantizar que un consumidor reciba su producto. Cada eslabón de la cadena debe integrarse en un único sistema flexible para que funcione de manera eficiente. El incremento rápido de la demanda por alimentos y la reducción de los recursos disponibles ha hecho imprescindible que los sistemas alimentarios actuales, se apeguen a un desarrollo sostenible. El buscar en las cadenas de valor de los alimentos la sostenibilidad resulta importante, ya que así, se puede tener un mayor control de las actividades desarrolladas y un manejo responsable que reduzca su impacto ambiental, y mejore el aspecto social y económico, para no afectar a las generaciones futuras (Allen et al., 2016). En busca de la sostenibilidad, la Unión Europea, por ejemplo, ya puso en vigencia desde el 2019 el Pacto Verde Europeo con la finalidad de implementar acciones que ayuden a neutralizar el cambio climático para el 2050 causado por la elaboración de productos, mientras se obtiene un crecimiento económico y nuevos modelos comerciales. Esta nueva reglamentación sostiene, entre otras cosas, que todo producto importado a la UE debe cumplir con estándares de sostenibilidad altos, que pueden conllevar a futuro, el requerimiento de informes detallados relacionados a los planes de implementación y manejo que realizan los exportadores. Es por esto, por lo que los países en desarrollo deben adaptarse a los requerimientos si desean vender y no perder nichos de mercado en la UE (Leonard et al., 2021).

En los últimos años, Ecuador gracias a las exportaciones ha tenido un alto crecimiento socioeconómico, que depende en gran magnitud del petróleo y productos agrícolas. Según la Comunidad Andina (2020), entre los importantes tres destinos de exportación, se tienen a Estados Unidos, la Unión Europea y China con 23,4%, 17,5% y 15,8% respectivamente. Para el Ecuador, la UE representa uno de los principales mercados para vender cacao, ya que, en el 2019, fue el quinto mayor destino de venta de cacao en grano, y el tercero en la venta de chocolates y comida preparada hecha a partir de cacao, que representó el 9% del volumen total exportado, con el 14% correspondiente a semielaborados (COLEACP, 2021). En el 2021, el cacao se posicionó entre los 5 productos relevantes de exportación no petrolera del país (MPCEIP, 2021), por lo cual se busca mantener a futuro, los nichos de mercado internacionales que solicitan un desarrollo de sostenibilidad, como la UE. En este trabajo se realiza un diagnóstico de la cadena de valor de este producto, de tal manera que se puedan identificar las oportunidades de mejora dentro del ámbito económico, social y ambiental. Este componente abarca el análisis de la cadena de valor de dos tipos de cacao producidos en Ecuador (Fino de Aroma y CCN-51), con un enfoque de sostenibilidad.

Finalmente, se presenta una comparación de metodologías de análisis para determinar la calidad del cacao y diferenciar su origen.

## **1.1 Objetivo general**

Analizar la cadena de valor por subsectores del cacao en Ecuador para identificar oportunidades de mejora en el ámbito económico, social y ambiental.

## **1.2 Objetivos específicos**

1. Realizar un mapeo de la cadena de valor del cacao en Ecuador.
2. Realizar una comparación de la sostenibilidad de la cadena del cacao CCN-51 y CFA e identificar cuellos de botella.
3. Comparar diferentes metodologías de análisis existentes para determinar la calidad del cacao y diferenciar su origen.

## **1.3 Alcance**

Se realizó un análisis de la cadena de valor del cacao en el Ecuador de las variedades fino de aroma y CCN-51, de acuerdo con la metodología propuesta por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2007). Este análisis incluyó la descripción y comparación del flujo del producto (cacao CCN-51 y CFA) y los actores involucrados en las diferentes etapas de la cadena de producción y transformación, con información publicada hasta el 2021. Para el diagnóstico se recopiló información cuantitativa y cualitativa de fuentes secundarias o bibliográficas y de fuentes primarias utilizando encuestas a productores de cacao e intermediarios de la provincia del Guayas. El análisis consideró los aspectos ambientales, económicos y sociales, que conllevan la producción del cacao en el Ecuador.

Finalmente, se analizaron las metodologías de análisis publicadas para diferenciar los granos de cacao de las variedades CFA y CCN-51, y se las clasificó en función de la facilidad para implementarlas como parte de un sistema de trazabilidad. Para esto se aplicó la técnica de Matriz de Decisión utilizando criterios determinantes como confiabilidad de resultados, costos y formación del personal.

## 1.4 Marco teórico

### 1.4.1 La sostenibilidad

El concepto de sostenibilidad se definió en 1987 por el *Informe Brundtland* como “aquel que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (WCED, 1987). Actualmente, un enfoque en la sostenibilidad para la elaboración de los productos alimenticios se ha hecho necesario si se desea garantizar su disponibilidad en el largo plazo. La sostenibilidad tiene 3 pilares: económico, social y ambiental, que juntos facilitan el acceso al mercado y a la competitividad en este, de tal manera que se tenga un beneficio conjunto para la población y el planeta mientras se obtiene una ganancia económica (Neven, 2015).

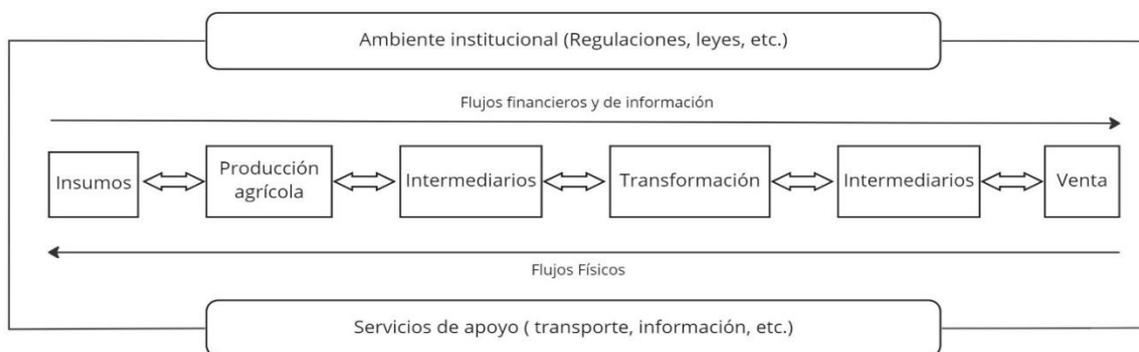
- El pilar económico se centra en la capacidad de un sistema de producción para generar rendimientos sostenibles durante un período indefinido, es decir, busca rendimientos económicos constantes a largo plazo (Mabee et al., 2020) con indicadores como la distribución de los ingresos entre actores de la cadena de valor, volatilidad de precios, cantidad vendida, etc. (Moreno y Dries, 2022).
- El pilar ambiental está relacionado con el cuidado del ecosistema donde se desarrolla la producción, para que las actividades que se realizan no resulten dañinas a largo plazo. Para esto se considera el tamaño de los lugares y el periodo de tiempo, ya que los ecosistemas están interconectados e interrelacionados (Mabee et al., 2020). Como indicadores ambientales se tienen: el uso de agua, uso de pesticidas, fertilizantes, bioproductos, etc. (Moreno y Dries, 2022).
- Finalmente, el pilar social busca equidad, inclusión, bienestar, democracia y seguridad a nivel individual, comunitario y social. Es decir, procura que todos los miembros de la cadena puedan satisfacer sus necesidades básicas (Mabee et al., 2020). Entre indicadores sociales se tienen: igualdad entre los géneros, condiciones de trabajo, etc. (Avadí et al., 2021).

Los sistemas destinados a la producción de alimentos continuamente enfrentan desafíos, por la pérdida de tierras cultivadas, la recesión económica, el cambio climático y la demanda de alimentos, que en conjunto pueden causar inseguridad alimentaria, porque los recursos disponibles cada vez se están agotando y no serán suficientes para una población que crece aceleradamente y que se espera que aumente a casi 10 mil millones en el año 2050 (FAO, 2019). Por eso, es fundamental que los sistemas de producción de

alimentos se apeguen al desarrollo sostenible, lo que permitiría aumentar la disponibilidad de alimentos, alcanzar la sostenibilidad y atemperar la pobreza en los países en desarrollo.

### 1.4.2 El análisis de cadenas de valor

Como una herramienta estratégica para tener una visión amplia de lo que conlleva la producción de un alimento, se tiene el análisis de cadenas de valor. Una cadena de valor es un conjunto de actividades interrelacionadas organizadas como secuencias de etapas que son necesarias para que un producto llegue hasta el consumidor, donde se considera la producción de materia prima, su procesamiento, distribución, consumo, etc. En la ejecución de las etapas se agrega valor progresivamente. Estas etapas son ejecutadas por los actores de la cadena quienes pueden ser productores, intermediarios, procesadores, distribuidores, etc. Estos actores realizan transacciones entre sí, lo que implica un intercambio de bienes o servicios, de dinero, y de información. Finalmente, estos intercambios se regulan con la incorporación de reglamentos, leyes, políticas, entre otras que gobiernan la cadena. En los sistemas de producción de alimentos se visualizan las actividades que conllevan su elaboración, desde el suministro de insumos hasta el consumo en el mercado (FAO, 2007), como se presenta en la Figura 1.1.



**Figura 1.1.** Cadena de Valor en sistemas de producción de Alimentos (Micro y Empresas, 2000 y Abdallah et al., 2016)

El análisis de una cadena de valor brinda un apoyo para distinguir limitaciones que reduzcan el desarrollo y desempeño del sistema productivo, de tal manera que se identifiquen oportunidades de mejora, mientras se adquiere una comprensión de cómo se comparte y crea valor entre los participantes de la cadena (Dubey et al., 2019). Cuando el análisis tiene un enfoque de sostenibilidad, la metodología, incluye el uso de indicadores económicos, sociales y ambientales para diagnosticar la situación actual y orientar las acciones de mejora hacia la búsqueda de sostenibilidad (FAO, 2007).

### 1.4.3 El Cacao en el Ecuador

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*) se caracteriza por producir un fruto que contiene las semillas, que son la materia prima del chocolate. Zarrillo et al. (2018) señalan, basados en evidencias arqueológicas encontradas, que el cacao se domesticó por primera vez, en el sureste del Ecuador, hace 5300 años en la provincia de Zamora-Chinchipec.

La planta de cacao crece como un árbol de sotobosque en clima cálido y húmedo con una temperatura promedio anual de 26°C y humedad relativa óptima de 80%. Las plantas hasta los 3 años necesitan de alrededor de 70% de sombra y en los años posteriores de 850 a 1000 horas de luz por año, para tener un rendimiento y una vida productiva adecuada. A partir del segundo año de vida, se da la cosecha y desde el cuarto año se recolectan los frutos cada 30 días en época seca, y cada 15 días en época lluviosa durante todo el año. La madurez del fruto se identifica con el cambio de coloración de la mazorca, lo que depende de la variedad de cacao (Paredes et al., 2022): en la variedad fino de aroma, el color se torna amarillo, cuando el fruto está listo para la cosecha (Quingaísa y Riveros, 2007), y en la variedad CCN-51 la mazorca se vuelve anaranjada (Perea et al., 2013). En la Figura 1.2, se presentan las dos variedades de cacao.



**Figura 1.2.** Cacao Fino de Aroma y Cacao CCN-51

Una vez recogidos los frutos maduros se extraen las semillas junto con la mucilaginosa pulpa. A esto se denomina cacao en baba y representa el 20% del fruto. La pulpa con las

semillas se puede someter a un proceso de fermentación, donde se induce un desarrollo de precursores y compuestos encargados del aroma y sabor del chocolate y otros elaborados. Finalmente, los granos se secan para alcanzar una humedad del 7%, ya sea en secadoras artificiales o expuestos al sol; en este proceso se continúan las reacciones de oxidación que reducen la acidez y los compuestos fenólicos, responsables del amargor y la astringencia del cacao. El genotipo o variedad de la planta de donde proviene el grano, junto con las etapas de cosecha, fermentación y secado inciden directamente en la finura del cacao (de Souza et al., 2018). También puede evitarse el proceso de fermentación del grano en baba, lo que se reemplaza por un proceso de despulpado manual o mecánico después de abrir la mazorca y extraer las semillas. Este cambio puede reducir el tiempo de secado y la carga térmica, lo que ayuda a minimizar la astringencia y amargor mientras se mantienen cantidades más altas de antioxidantes en los productos elaborados con estos granos sin fermentar; sin embargo, se pierde el aroma y sabor del chocolate (Hühn, 2018).

El cacao (*Theobroma cacao*) es una fuente de ingresos económicos importante para Ecuador, el cual es el tercer país exportador del grano, con un aporte del 9% de cacao a nivel mundial. Este contribuye con el 6,9% del valor agregado bruto (VAB) agropecuario del país y en cuanto a exportaciones no petroleras representa el 6,2% (SIPA, 2020). Además, su cultivo es una importante fuente de empleos para familias ecuatorianas. De la producción a nivel nacional de cacao, alrededor del 70% representa exportación en grano, 25% se destina a la producción de semielaborados (licor o pasta, torta, polvo, manteca de cacao) y el 5% va a la elaboración artesanal de chocolates (Guilcapi, 2018). En el país las principales provincias, de acuerdo con la superficie en hectáreas producidas de cacao son: Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas y Orellana (SIPA, 2020).

Entre las variedades más cultivadas e importantes que exporta Ecuador, se tiene al cacao nacional o fino de aroma (CFA) también denominado cacao *arriba*, que en 2009 fue declarado con la primera denominación de origen del país (Gobierno del Ecuador, 2015). Entre sus atributos está que posee un sabor floral único por lo que es muy utilizado en la elaboración de chocolates premium (Quingaísa y Riveros, 2007). La otra variedad importante de cacao es el CCN-51 (Colección Castro Naranjal 51), un clon obtenido tras varios programas de mejoramiento en 1960 por Homero Castro Zurita en Naranjal, con el objetivo de crear una variedad resistente a la enfermedad escoba de bruja, lo que resultó en un cacao bastante productivo y adaptable a una gran variedad de lugares. Esta variedad se caracteriza por no tener atributos de sabor fino notables, ya que tiene un fuerte amargor, acidez y astringencia con sabores verdes no deseados, por lo cual se considera un cacao

de calidad industrial, donde el sabor pasa a segundo plano (Jaimez et al., 2022). En la Tabla 1.1, se muestran algunas características que difieren de acuerdo con la variedad de cacao.

**Tabla 1.1.** Características de las variedades de cacao CCN-51 y CFA

<b>Características</b>	<b>Cacao CCN-51</b>	<b>Cacao Fino De Aroma</b>	<b>Referencias</b>
<b>Cultivo</b>	Monocultivo	Sistema agroforestal	(BTFP, 2005)
<b>Densidad de siembra</b>	900 a 1 200 plantas/ha	200 a 1 200 plantas/ha	(Henry et al.,2018) (BTFP, 2005)
<b>Composición del grano</b>	Grasa 43,6% Proteína 13,7% Teobromina 0,4% Cenizas 3%	Grasa 48,45% Proteína 10,14% Teobromina 0,86% Cenizas 3,31%	(Bertazzo et al., 2012) (Chire et al., 2020)(Zapata et al., 2013)
<b>Rendimiento</b>	1 300 a 1 800 kg/ha	200 a 590 kg/ha	(Sánchez et al., 2015).

El cacao nacional representa el 43% de superficie sembrada mientras que el CCN-51, aporta con el 57%. En el cacao nacional, el 37% del volumen corresponde a material vegetal certificado y en el cacao CCN-51 el 40%. Con relación a la edad de las plantaciones, el 39% de CFA tienen más de 30 años, mientras que los cultivos de CCN-51 tienen entre 11 y 30 años (Guilcapi, 2018). Finalmente, en el mercado internacional el CFA se puede cotizar a un precio entre 4 000 y 12 000 USD/t por ser considerado gourmet, frente al CCN-51 cuyo precio promedio es de 2 430 USD/t (Avadí et al., 2021).

#### **1.4.4 El problema de la información asimétrica y el origen del cacao**

La información es un factor clave que ayuda a tomar decisiones y a su vez condiciona el mercado. Un problema que afecta directamente a los precios de los bienes, como el CFA, es la información asimétrica, que surge cuando existe una discrepancia en la información entre vendedores y consumidores (Akerlof, 1970). En el mercado, según Vilaseca et al. (2001) este problema aparece cuando el vendedor ofrece un producto con información ilusoria, para tener una ventaja (i.e. recibir un precio elevado), de tal manera que puede entregar un producto de baja calidad al consumidor, quien descubre su calidad real, solo cuando ya compró el producto y lo consume. Por lo tanto, si los compradores corren el riesgo de recibir productos que no cumplen con la calidad requerida, y piensan que el

producto ofrecido podría tener una baja calidad, el precio que están prestos a pagar por este producto no es elevado, sino el precio mínimo que se paga por un producto de baja calidad. Cuando los compradores no pueden reconocer la verdadera calidad del producto el momento del intercambio, los productos de diferentes calidades se venderán al mismo precio en el mercado (i.e. el precio más bajo correspondiente al producto de baja calidad) y se presenta un problema de selección adversa. Los productores de bienes de alta calidad tendrán pérdidas con estos precios inferiores (pues el costo de producir un producto de mayor calidad es más elevado) y deciden no ofertar sus bienes, lo que ocasiona que se oferte menos productos de calidad o que este desaparezca del mercado (Lacaze et al., 2007). Por eso, es necesaria una correcta diferenciación en la calidad de los productos al momento de su comercialización. Esto generará confianza en los consumidores, quienes estarán prestos a costear un precio diferenciado (i.e. más alto) por productos con características superiores (Vilaseca et al., 2001).

La comercialización de cacao ecuatoriano presenta problemas de información asimétrica a lo largo de su cadena y como consecuencia, el CFA ha perdido credibilidad en el mercado internacional, lo cual ha provocado que se pierdan nichos de mercado (Jimenez et al., 2018). Esto debido a adulteraciones en el producto comercializado, pues se mezclan granos de CFA con granos de CCN-51 (Herrmann et al., 2014), debido a que la diferenciación de los granos fermentados y secos a simple vista es complicada. Además, al no contar con un sistema de trazabilidad desarrollado, no se cuenta con un registro adecuado, por lo que el CFA no se puede vender al precio internacional fijado lo que causa baja rentabilidad al productor del cacao nacional (García et al., 2021). Actualmente, se han desarrollado algunas metodologías que permiten identificar las dos variedades de granos, pero todavía no se han implementado en las zonas de producción para facilitar la diferenciación de los granos en campo. Estos métodos son: visión artificial (Jimenez et al., 2018), identificación molecular (Herrmann, 2014) espectroscopia Raman y análisis sensorial (Vargas et al., 2016).

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1. Recolección de Información y Datos**

Para el análisis de cadena de valor de las dos variedades de cacao se recopiló información cuantitativa y cualitativa existente hasta el 2021 disponible de fuentes secundarias como: el Banco Central del Ecuador (BCE), la Asociación Nacional de Exportadores e Industriales de Cacao del Ecuador (Anecacao), el Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA),

el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), además de bibliografía publicada. En función de la información disponible se limitó el estudio y se mapeó la cadena.

También se llevó a cabo una recolección de datos en campo para realizar un análisis exploratorio de la situación del eslabón de producción primaria y acopio, a través de encuestas realizadas en la provincia del Guayas en los meses de Septiembre y Octubre. Para esto, se usaron dos cuestionarios con preguntas relacionadas con las características de producción, comercialización y calidad de cacao de la variedad CCN-51 y CFA en el 2021 que se aplicaron a 10 productores y 5 intermediarios. Los encuestados se seleccionaron empleando el método de muestreo de bola de nieve (Sedgwick, 2013) que consistió en primero identificar un sujeto potencial para responder la encuesta y esta persona direccionó hacia más sujetos interesados en participar en las encuestas. Así, primero se acudió a un centro de acopio de cacao donde se realizó la primera encuesta a un intermediario, el cual recomendó a los productores conocidos, los mismos que a su vez recomendaron a más intermediarios a quienes vendían su cacao.

## **2.2. Mapeo de la Cadena de valor**

Para realizar un mapeo de la cadena de valor del cacao en Ecuador se empleó la metodología descrita por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación FAO (FAO, 2007).

Para esto, primero se realizó la delimitación de la cadena, donde se consideraron 4 aspectos importantes que se detallan a continuación:

- a) Descripción del producto: Se hizo una descripción de las dos variedades de cacao CCN-51 y CFA, y los semielaborados considerados en el análisis.
- b) Cobertura geográfica: Se definió el área geográfica en donde se desarrollan las diferentes etapas a analizar en el estudio de cadena.
- c) Marco temporal: Se estableció el período de análisis en función de los datos bibliográficos existentes y datos recolectados en el campo.
- d) Componentes de la cadena agroalimentaria: Se describieron los actores y etapas que se involucran dentro de este análisis, y se detallaron los flujos de los productos principales, desde la provisión de insumos, producción de la materia prima, transformación (producción de semielaborados) y exportación.

## **2.3 Comparación de la sostenibilidad de la cadena del cacao CCN-51 y CFA**

Para realizar una comparación de la cadena del cacao CCN-51 y CFA se consideraron los aspectos ambientales, económicos y sociales. Se detallaron indicadores cuantificables, significativos y prácticos de acuerdo con la metodología descrita por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación FAO (FAO, 2007).

### **2.3.1 Índices económicos**

#### **2.3.1.1 Rendimiento**

Este indicador se midió en kilogramos por hectárea por año. Se obtuvieron los rendimientos mediante encuestas y de fuentes secundarias.

Se realizó una prueba t de diferencia de medias entre los rendimientos promedios obtenidos para las dos variedades, utilizando el programa MINITAB.

#### **2.3.1.2 Precio de los granos de cacao**

Este índice se midió en dólares americanos. De los datos recopilados con las encuestas, se obtuvo el precio promedio recibido por el productor, y el intermediario de acuerdo con la variedad de cacao CCN-51 y CFA en el año 2021.

Se realizó una prueba t de diferencia de medias entre los rendimientos promedios obtenidos para las dos variedades, utilizando el programa MINITAB.

#### **2.3.1.3 Variación de Precios entre agricultores (2021)**

Se calculó la variación de precios que recibieron los agricultores encuestados en el año 2021, mediante la ecuación 2.1.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

**Ecuación 2.1.** Desviación estándar de la muestra

Donde:

$x_i$ : Precio recibido por agricultor

$\bar{x}$ : Media de los precios recibidos por los agricultores

$n$ : Número de muestras

Se realizó una prueba de diferencia de varianzas para la variación de precio que recibieron los agricultores para las dos variedades en el año 2021, utilizando el programa MINITAB.

#### 2.3.1.4 Volatilidad de Precios en el tiempo

Si un producto se caracteriza por un precio relativamente estable, o al menos predecible, habría poco riesgo asociado de tal manera que se puede atraer inversionistas (Treat, 2004). Para obtener este indicador, con los precios de exportación proporcionados por Anecacao para el período del 2018 al 2021 y para cada variedad, se siguieron los siguientes pasos descritos por Traore y Diop (2021):

1. Entre todos los precios, se dividió el precio consecutivo con respecto al anterior para obtener una serie de ratios.
2. Se calculó el logaritmo en base 10 de cada ratio.
3. Se obtuvo la desviación estándar de los logaritmos.

Se realizó una prueba de diferencia de varianzas para la variación de precio que recibieron los exportadores para las dos variedades desde el año 2018 al año 2021, utilizando el programa MINITAB.

#### 2.3.1.5 Valor total creado

- **Valor total creado por la cadena exportado (FOB) de cacao:** Este índice se midió en dólares americanos y representa el valor total exportado (valor FOB). Esto es el total de la mercancía colocada a bordo en puerto de embarque (Insee, 2020). Los datos fueron proporcionados por Anecacao desde el año 2018 al 2021.
- **Valor total creado por actor de la cadena:** Este indicador se midió en dólares americanos por hectárea y se obtuvo, con los datos recopilados en las encuestas, como la multiplicación del rendimiento en toneladas por hectárea, por el precio recibido por cada actor de la cadena: productor agrícola, intermediario y exportador, de acuerdo con los datos de las encuestas.

## **2.3.2 Índices sociales**

### **2.3.2.1 Distribución del valor creado entre actores de la cadena**

Este índice refleja cómo se reparte la generación de valor a lo largo de la cadena entre los diferentes actores (Sandoval, 2015). Para su estimación, con los datos recopilados en las encuestas, se calculó el porcentaje del valor total creado que se queda con el exportador, con el intermediario y con el productor. Las ecuaciones detalladas se pueden hallar en el ANEXO 1.

### **2.3.2.2 Distribución del empleo**

Este índice tiene el objetivo de analizar el origen de la mano de obra utilizada en el eslabón agrícola (Alonso y Guzmán, 2006). Para esto, con los datos recopilados en las encuestas, se calculó el número promedio de personas que laboran en el cultivo de cacao por hectárea tanto temporales como permanentes.

Se realizó una prueba t de diferencia de medias entre personas promedio por hectárea en los dos tipos de empleo (temporal y permanente) y entre trabajadores totales promedio para las dos variedades de cacao, utilizando el programa MINITAB.

### **2.3.2.3 Equidad de género en la producción agrícola**

Este índice se midió en porcentaje con los datos recopilados en las encuestas, y consideró el género (hombre y mujer) en función del tipo de trabajo (temporal y permanente) en la producción agrícola. Las ecuaciones detalladas se pueden encontrar en el ANEXO 1.

## **2.3.3 Índices ambientales**

### **2.3.3.1 Tasa de Secuestración de Carbono del suelo (Soil Carbon Sequestration SOC) por sistema cacaotero**

Este índice se obtuvo del estudio realizado por (Avadí et al., 2021) para medir las cantidades de carbono capturado de la atmósfera y almacenado en el suelo, donde una tasa negativa significa que no se capturó carbono y que las pérdidas fueron superiores a la secuestración de carbono inicial. La SOC en sí ayuda a reducir las emisiones de dióxido de carbono en el ambiente (Bockel et al., 2012). Para tener los resultados, Avadí et al.

(2021) elaboraron una simulación por medio del modelo RothC, considerando el contenido inicial de carbono del suelo, hojas caídas, aportes anuales de materia orgánica como residuos de cosecha, etc., condiciones pedoclimáticas locales como la temperatura, evapotranspiración, etc., con los datos provistos por Albers et al. (2021). Las simulaciones consideraron 20 años para el CFA y 10 años para el cacao CCN-51. Para calcular las pérdidas de esta tasa de SOC, que son causadas por erosión del suelo por lluvia, se usó el modelo RUSLE2 (Lugato et al., 2016, y Foster, 2005). Los resultados de la tasa de secuestro de carbono (SOC) se presentan en toneladas de CO<sub>2</sub> por hectárea al inicio del cultivo, al final del cultivo, cuando el suelo se erosionó y el neto (final – erosionado). Se tomaron los datos correspondientes a la región Costa y pequeños productores, que fueron la región y productores considerados en este trabajo.

### **2.3.3.2 Huella de Carbono de la producción agrícola de cacao**

Este indicador muestra el impacto ambiental que genera la producción de un bien a lo largo de su ciclo de vida, expresado como las emisiones de carbono que se generan (kg CO<sub>2</sub> eq.) por kilogramo producido de cacao. El estudio fue realizado por Avadí et al. (2021) mediante la metodología EF 3.0 creada por la Comisión Europea, donde la huella de carbono está constituida por la categoría Cambio Climático y subcategorías: fósil, biogénico y uso y cambio de uso del suelo.

Para esto Avadí et al. (2021) desarrollaron un inventario detallado de los insumos usados durante el cultivo, tales como sustancias químicas usadas, fertilizantes, abonos orgánicos, duración de los manejos: fertilización, poda mecánica, entre otras. Además de las emisiones de carbono (CO<sub>2</sub>, CO y CH<sub>4</sub>) y las emisiones directas de nitrógeno (NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, NO<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O). Se usaron los resultados correspondientes a la región Costa y pequeños productores, que fueron la región y productores considerados en este trabajo.

## **2.4 Comparación de los métodos de diferenciación entre cacao CCN-51 y CFA**

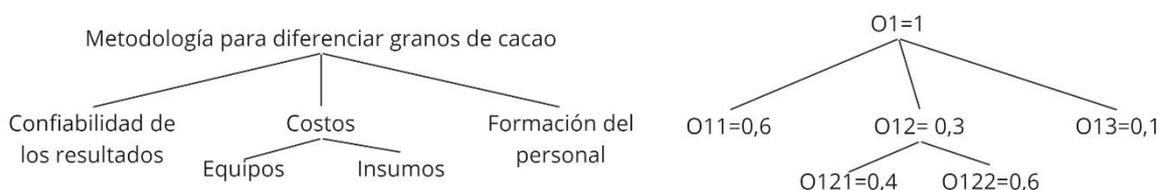
Para comparar las diferentes metodologías de análisis que ayudan a diferenciar el origen de los granos de cacao, se consultó bibliografía publicada sobre cada método y mediante la técnica cuantitativa de Matriz de Decisión, éstas se evaluaron, compararon y clasificaron.

De acuerdo con la metodología de Matriz de Decisión propuesta por Navas y Braga (2011) se construyó una tabla con los criterios de evaluación en las filas y las metodologías con los factores de peso, la puntuación asignada y la calificación obtenida por cada criterio en las columnas.

Para esto, como primer paso, se definieron los criterios de evaluación que se describen a continuación:

- *Confiabilidad de los resultados*: Este criterio se basó en la precisión del método descrito en cada publicación, junto con la probabilidad de que los resultados conseguidos sean adulterados.
- *Costo de equipos*: Este criterio se usó para evaluar los recursos económicos necesarios para comprar los equipos, ya que se considera que este criterio influye directamente en la viabilidad de implementación. La información de los precios se obtuvo de tiendas online y directamente de los proveedores.
- *Costo de insumos*: Este criterio se usó con el fin de evaluar los recursos económicos fundamentales para la compra periódica de insumos para que el análisis pueda realizarse de forma periódica, ya que influye directamente en los costos del análisis. La información de los precios se obtuvo de tiendas online.
- *Formación del personal*: Este criterio se usó para evaluar la formación requerida para el personal que realiza el análisis, considerando si es necesaria una formación académica de al menos tercer nivel o menor (e.g. superior técnico).

Luego, se determinaron los factores de peso para cada criterio de evaluación mediante la construcción de un árbol de objetivos con los factores de peso, que se muestra en la Figura 2.1.



**Figura 2.1.** Árbol de objetivos y Árbol de objetivos con factores de peso

Los factores de pesos de los diferentes criterios se calcularon multiplicando los pesos que pasan por las ramas de los árboles correspondientes de abajo hacia arriba, con las siguientes ecuaciones:

$$O'_{121} = O_{121} \times O_{12} \times O_1$$

**Ecuación 2.2.** Peso del criterio “costo de equipos”

$$O'_{122} = O_{122} \times O_{12} \times O_1$$

**Ecuación 2.3.** Peso del criterio “costo de insumos”

$$O'_{11} = O_{11} \times O_1$$

**Ecuación 2.4.** Peso del criterio “confiabilidad de los resultados”

$$O'_{13} = O_{13} \times O_1$$

**Ecuación 2.5.** Peso del criterio “formación del personal”

Finalmente, con una escala de 1 a 4, se colocó una puntuación de favorabilidad para cada criterio de cada método, donde el menor valor denotó una menor favorabilidad (i.e. dificultad la implementación del método) y un mayor valor, lo contrario. La calificación de cada criterio para cada método se obtuvo multiplicando el factor de peso por la puntuación de favorabilidad. Finalmente, la evaluación final para cada método se obtuvo tras sumar las calificaciones, y la suma con mayor valor, se seleccionó como la mejor.

### **3. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **3.1. Mapeo de la cadena de valor**

##### **3.1.1. Descripción del producto**

Para este trabajo de Integración se consideraron las variedades más importantes que exporta Ecuador: Cacao nacional o fino de aroma (CFA) también denominado cacao *arriba*, y cacao CCN-51.

En la etapa de transformación primaria se incluyen los siguientes productos:

##### **3.1.1.1. Nibs de cacao**

Los nibs de cacao son un semielaborado que se obtienen de los granos de cacao fermentados y secos después de pasar por un proceso de tostado, donde adquieren notas

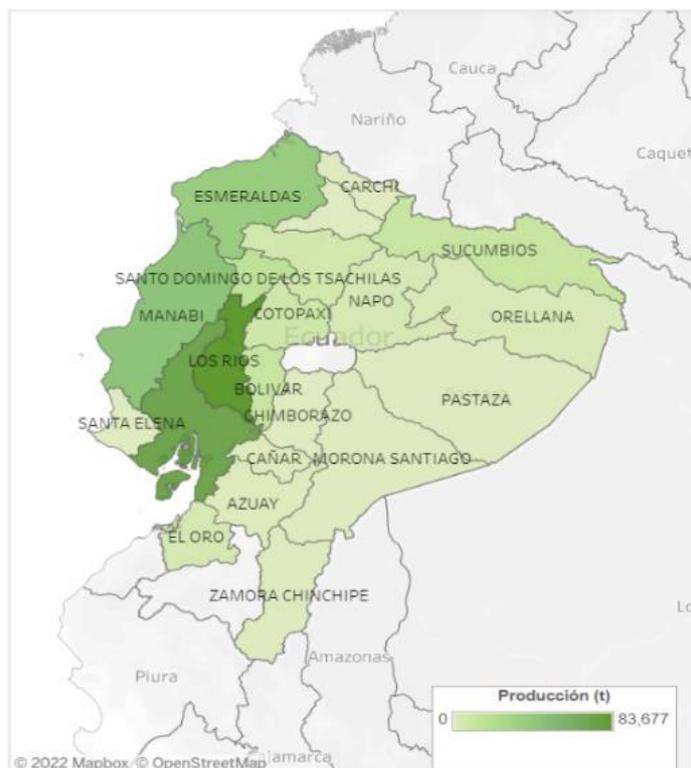
florales y frutales (Paredes et al., 2022), para luego mediante un proceso de trillado, separar la cáscara del cotiledón, y con un aventamiento separar la cáscara del germen (Nair, 2010).

### 3.1.1.2 Licor de cacao

El licor de cacao es una pasta sólida, que se obtiene de la molienda de los granos de cacao fermentados y secos. El licor de cacao se puede usar directamente en la fabricación de chocolate, o se puede someter a un procesamiento adicional de prensado hidráulico que separa la manteca y la torta prensada de cacao. Esta torta prensada se pulveriza para formar cacao en polvo, que se utiliza principalmente en bebidas, repostería y postres (Winkler, 2014). El licor de cacao y sus productos derivados se consideran semielaborados en la cadena del cacao.

### 3.1.2 Cobertura geográfica

El análisis de la cadena de valor se realizó para todo el Ecuador. En la Figura 3.1 se muestra la ubicación geográfica de las principales provincias productoras de cacao. El análisis exploratorio con datos primarios se realizó en la provincia del Guayas.



**Figura 3.1.** Ubicación geográfica de las principales provincias productoras de cacao en el Ecuador en el 2021 (SIPA, 2021)

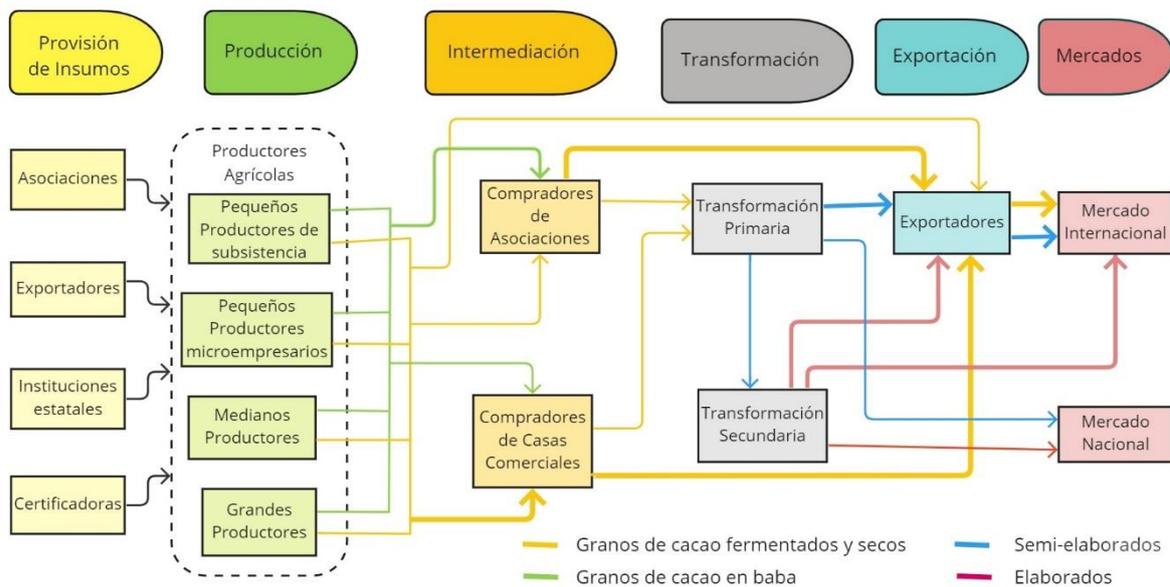
### 3.1.3 Marco temporal

El análisis de la cadena de valor de cacao tanto para la variedad CCN-51 como para el CFA fue realizado con datos provenientes de fuentes secundarias y datos primarios obtenidos para el año 2021.

### 3.1.4. Componentes de las cadenas

#### 3.1.4.1 Cadena de Valor del Cacao CCN-51

En la Figura 3.2 se muestra la cadena de valor del cacao CCN-51, donde se presentan los actores principales con su subtipo.



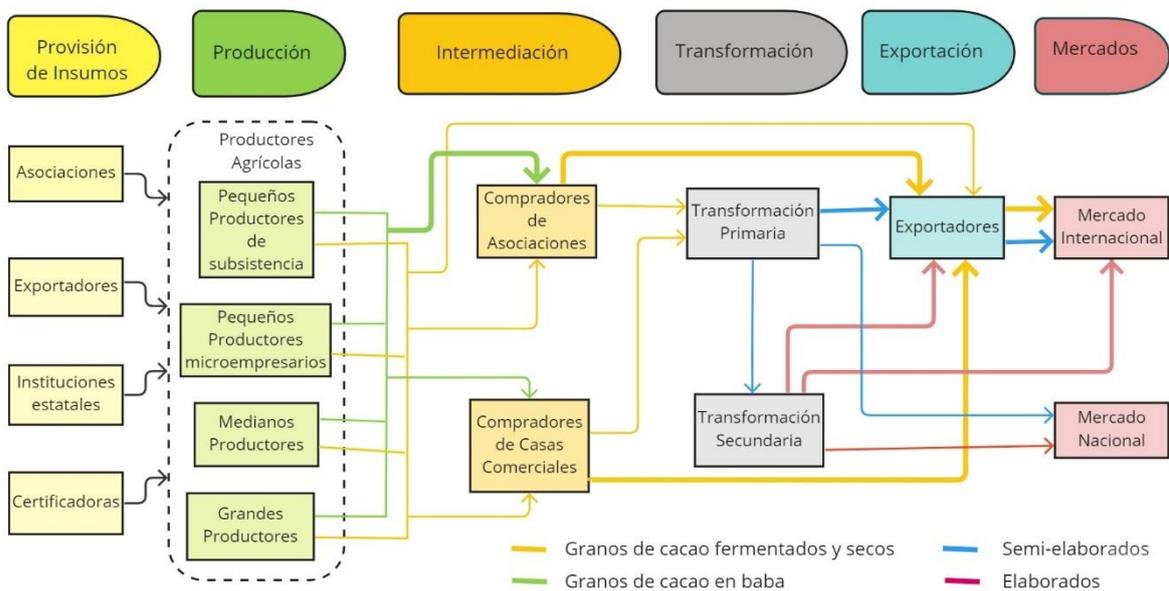
**Figura 3.2.** Cadena de Valor del Cacao CCN-51

El cacao CCN-51 es cultivado por los productores agrícolas hasta cosechar su fruto que contiene los granos en baba, los cuales se venden a los intermediarios en Asociaciones o Casas Comerciales. A su vez, algunos agricultores optan por realizar el proceso de fermentación y secado de los granos por su cuenta para vender los granos fermentados y secos en menor proporción a Asociaciones o en mayor proporción a Casas Comerciales. Los intermediarios de casas comerciales se encargan de clasificar (separar los granos sanos, de los que están defectuosos: pizarrosos, mohosos, etc.) y pagar por los granos de cacao a los productores, mientras que los intermediarios de asociaciones se encargan de la fermentación de los granos en baba por 8 días y el secado natural o artificial (Paredes et al., 2022). Los granos fermentados y secos son vendidos a exportadores para el mercado

internacional, o a transformadores, quienes en una transformación primaria obtienen semielaborados como: licor de cacao, polvo y manteca de cacao; y en una transformación secundaria obtienen chocolate. En la cadena de valor de este cacao la diferenciación del origen del grano no es importante, ya que la calidad es industrial y lo importante es el volumen.

### 3.1.4.2 Cadena de Valor del Cacao Fino de Aroma

En la Figura 3.3 se muestra la cadena de valor del cacao fino de aroma, donde se presentan los actores principales con su subtipo.



**Figura 3.3.** Cadena de Valor del Cacao Fino de Aroma (CFA)

El cacao CFA, al igual que el cacao CCN-51, es cultivado por los productores agrícolas para cosechar su fruto que contiene los granos en baba, los cuales se venden a los intermediarios en mayor proporción a Asociaciones y en menor proporción a casas comerciales, donde realizan el proceso de fermentación. En ocasiones los productores también fermentan y secan por su cuenta los granos; sin embargo, el volumen de grano comercializado en seco es mucho menor al volumen comercializado en baba, porque la fermentación se realiza preferiblemente en las asociaciones para controlar el proceso que dura sólo 4 a 5 días (Paredes et al., 2022). En la fermentación, el CFA adquiere sus características organolépticas que le otorgan una calidad fina o premium, y posteriormente el grano fermentado se seca al sol o artificialmente. En esta cadena, la diferenciación de las dos variedades es importante para darle el tratamiento adecuado y recibir un precio

acorde a la variedad. De igual manera que en la cadena del cacao CCN-51, los granos de CFA se venden a exportadores quienes exportan el grano seco, o a transformadores para obtener los semielaborados o chocolates.

### **3.1.4.3 Actores de la cadena**

#### **3.1.4.3.1 Proveedores de Insumos**

La provisión de insumos es una etapa clave para apoyar a la producción. De acuerdo con la investigación realizada en el campo, se observó que los insumos en su mayoría son proporcionados por los intermediarios que buscan mantener al productor agrícola en su actividad de cultivar cacao. Entre los insumos están principalmente plántulas, semillas y fertilizantes. Además, se observó que las asociaciones que cuentan con certificaciones orgánicas proveen los insumos acordes al manejo que necesitan, por ejemplo, se provee de bioles y un abono foliar orgánico. Las plantaciones de cacao pueden tener los certificados: orgánico, Rainforest Alliance, Fairtrade, y UTZ. Finalmente, los agricultores también cuentan con el apoyo de las mismas empresas certificadoras e instituciones estatales que buscan incrementar la productividad (Henry et al., 2018).

En el aspecto económico, se tiene a BanEcuador, que proporciona a los agricultores seguros y créditos para su cultivo de cacao. Para el área de investigación sobre genética, manejo fitosanitario, postcosecha se tiene al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Ecuador (INIAP), que además busca el desarrollo de las variedades de cacao de acuerdo con la zona de producción.

Los productores agrícolas reciben capacitaciones, asistencia técnica, etc., del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), que además establece la política agrícola. Sin embargo, según los agricultores entrevistados, el aporte del MAG no es suficiente, porque el personal técnico es escaso y no llega a todos los sectores de forma continua.

#### **3.1.4.3.2 Productores agrícolas**

De acuerdo con datos de la encuesta realizado en el 2018, sobre superficie y producción agropecuaria continua (INEC, 2018), se considera una tipología donde se desagrega a los productores en pequeños de subsistencia (producción menor a 5 ha), pequeños microempresarios (producción menor a 20 ha), medianos (producción entre 20 a 50 ha) y grandes (producción mayor a 50 ha).

Los pequeños productores de subsistencia son más de 159 000 y tienen un 40% de área sembrada con cacao CCN-51 y un 60% con CFA. La mano de obra es familiar y si se contratan trabajadores, estos son en su mayoría temporales y se les paga por jornales (INEC, 2018). De acuerdo con la investigación realizada en el campo, se observó que estos productores en la actualidad prefieren sembrar cacao CCN-51 por su resistencia a enfermedades y alto rendimiento, ya que su cultivo representa una fuente de ingreso adicional y lo importante es obtener la mayor ganancia posible. Es por esto, que también venden los granos de cacao en un lugar cercano a la finca, en donde les paguen el precio más elevado.

Los pequeños productores microempresarios, son alrededor de 28 000; y se caracterizan por invertir en renovar y rehabilitar sus plantaciones para mejorar la productividad (INEC, 2018). Estos productores tienen un 70% de área sembrada con cacao CCN-51 y el 30% con CFA. Invierten más que los productores de subsistencia en insumos y sustancias químicas, y el cultivo es más tecnificado (e.g. uso de bombas para riego). Además, contratan más mano de obra temporal.

Los productores medianos, son alrededor de 1 319; tienen 70% de mano de obra contratada y el resto es mano de obra familiar. Su área sembrada con cacao CCN-51 es del 80% y el 20% de CFA, usan más insumos y tienen un manejo tecnificado mayormente eficaz, que el que tienen los productores pequeños (INEC, 2018).

Los grandes productores, son alrededor de 286 (INEC, 2018). Estos son empresarios, con un 90% de área sembrada con CCN-51 y el 10% de CFA. Al igual que los medianos productores contratan personal permanente u ocasional y en ambos casos deben tener contrato con todos los beneficios de ley controlados por el IESS y Ministerio del trabajo (Avadí et al., 2021).

### **3.1.4.3.3 Intermediarios**

Son los actores de la cadena clave, ya que acopian el cacao y negocian directamente los precios con los productores, y son los responsables del control de calidad y la diferenciación entre las variedades de los granos de cacao (FAO, 2007). De acuerdo con la investigación realizada en el campo, se observó que entre el productor y el intermediario, pueden existir dos tipos de mecanismos para realizar el intercambio de granos: acuerdos formales donde se firman contratos y acuerdos no formales, en los cuales, solo se tienen acuerdos arreglados de palabra, que se basan en la confianza, donde los intermediarios

ponen los requerimientos según lo que busca el mercado y los productores agrícolas tienen que regirse y ajustarse a éstos, si quieren vender sus granos de cacao.

Entre los intermediarios se tiene a asociaciones y casas comerciantes.

Las asociaciones establecen alianzas entre productores, con el fin de lograr vender su cacao con mejores condiciones de pago, ya sea a grandes intermediarios, a la industria local o directamente al mercado internacional. Estos actores de la cadena pueden estar localizados en las zonas de producción agrícola y zonas cercanas a los productores. De acuerdo con la investigación realizada en el campo, se observó que las asociaciones pueden comprar los granos de cacao en baba o fermentados y secos; entre las actividades que realizan estos intermediarios se tiene compra y venta, transporte, clasificación, fermentación, secado, y diferenciación. De acuerdo con Avadí et al. (2021) existen más de 300 asociaciones, de las cuales solo 30 están activas.

Los intermediarios comerciantes en su mayoría no realizan fermentación ni diferenciación, ya que prefieren comprar los granos de cacao ya fermentados y secos. Estos generalmente se localizan en los mercados de las ciudades y zonas concurridas, y sus espacios reducidos no permiten la fermentación. Por otro lado, los comerciantes que sí compran los granos en baba están ubicados cerca de las carreteras, donde pueden permitirse tener instalaciones más grandes. Las principales actividades de estos actores de la cadena son el transporte, clasificación de granos sanos y venta a intermediarios más grandes, industrias o exportadores.

Al carecer de un proceso adecuado de diferenciación en la etapa de intermediación, los agricultores, especialmente los no asociados, no reciben un precio diferenciado entre los granos de cacao CCN-51 y CFA. De acuerdo con la investigación realizada en el campo, se observó que esta situación causa en los productores agrícolas un desinterés y desmotivación por cultivar las variedades nacionales y prefieren mantener los cultivares de cacao CCN-51 frente a CFA.

#### **3.1.4.3.4 Transformadores**

En el Ecuador, de acuerdo con Avadí et al. (2021) los granos de cacao fermentados y secos se someten a transformación industrial y artesanal en etapas primaria y secundaria.

En la etapa de transformación primaria se obtienen los productos semielaborados. Los primeros semielaborados son los nibs de cacao, que se consiguen del 83% de la

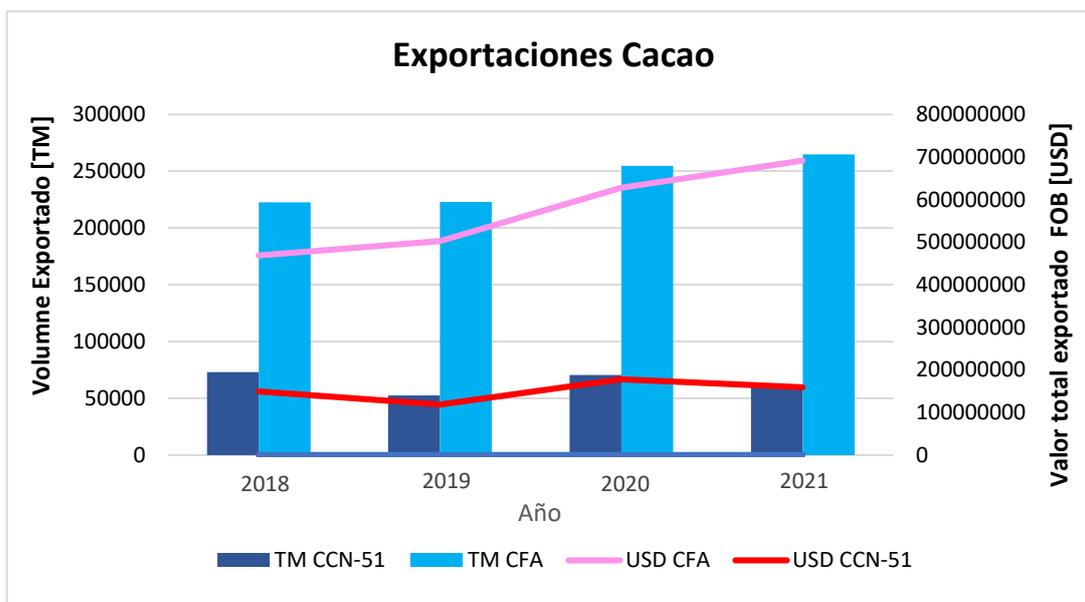
transformación de los granos fermentados y secos, ya que el porcentaje restante representa cáscara o agua evaporada (Avadí et al., 2021). Con los nibs, se obtiene el licor de cacao y posteriormente la manteca de cacao y la torta, que pulverizada produce el polvo de cacao. De acuerdo con la Superintendencia de Compañías en el 2019, en Ecuador hay 15 fábricas de semielaborados entre las cuales se tiene a Confiteca, Nestlé, Cofina, Ecuacocoa, entre otras (Henry et al., 2018).

En la etapa de transformación secundaria, los semielaborados de cacao se transforman en chocolate tras mezclarse con otros ingredientes que, según su composición, le dan la clasificación al chocolate en cobertura, industrial, premium, etc. De acuerdo con la Superintendencia de Compañías en el 2019, en Ecuador hay 41 fábricas de elaborados como Pacari, Edaca, Incacao, Hoja Verde, entre otras; y 27 establecimientos de semielaborados y elaborados artesanales (Henry et al., 2018).

#### **3.1.4.3.5 Exportadores y mercados**

La mayoría de las exportaciones las realizan las empresas nacionales con alrededor del 66%. La asociación más grande de exportadores es Anecacao compuesta por exportadores nacionales y transnacionales. El volumen exportado de granos de cacao en su mayoría es de calidad industrial o estándar, el cual no posee un registro de trazabilidad que hace que el precio recibido sea menor al internacional fijado. El volumen exportado de granos de cacao de CFA es 20% superior al volumen exportado de granos de CCN-51 como se observa en la Figura 3.4. Sin embargo, del volumen exportado de los granos de CFA, solo entre el 4% y 6% recibe el precio internacional adecuado por proporcionar calidad, tras certificaciones de sostenibilidad u orgánicas y un mejor manejo a lo largo de la cadena del control de calidad (Avadí et al., 2021).

En esta etapa de la cadena se observan problemas por adulteración de lotes de cacao nacional con CCN-51 (Jimenez et al., 2018) y mixtura de variedades sin diferenciación (Henry et al., 2018), por lo cual el precio pagado en mercados internacionales tiene un castigo monetario de alrededor de \$200 por tonelada. Entre las principales causas se tiene un sistema de trazabilidad deficiente y la falta un proceso técnico de diferenciación de las variedades de cacao CCN-51 y CFA (Avadí et al., 2021).



Fuente: Elaboración propia con datos de Anecacao

**Figura 3.4.** Exportaciones de cacao por variedades CCN-51 y CFA en el Ecuador en el período 2018-2021

En cuanto al mercado, lo que se destina para el mercado internacional como grano seco es alrededor del 95% de la producción, y el resto al mercado nacional (Avadí et al., 2021). De acuerdo con datos del BCE desde el 2018 hasta el 2021, los principales destinos de exportación de cacao en grano, entero o partido, crudo o tostado con la partida Arancelaria NANDINA 1801.00 son: Indonesia, Estados Unidos y Malasia con al menos 50000 toneladas métricas exportadas al año.

## 3.2 Comparación de las cadenas de valor

### 3.2.1 Índices Económicos

En la Tabla 3.1, se muestran los índices económicos para las variedades de cacao CCN-51 y CFA calculados con los datos de las encuestas y obtenidos de fuentes bibliográficas y secundarias.

**Tabla 3.1.** índices económicos de las variedades de cacao CCN-51 y CFA

Índices	Datos de Encuestas (2021)				Datos Bibliográficos / Fuentes secundarias		Referencias
	CCN-51		CFA		CCN-51	CFA	
	Grano fermentado y seco	Grano en baba	Grano fermentado y seco	Grano en baba	Grano fermentado y seco	Grano fermentado y seco	
Rendimiento [kg/ha]	1 546,42*** (505,98)		659,21*** (218,46)		1 300 a 1 800	200 a 590	Sánchez et al., 2015
Precio que recibe el productor agrícola [USD/t] ( <i>Productor</i> )	2 200,59 (125,94)	846,72** (65,91)	2 205,00 (137,51)	901,85** (39,51)			
Precio que recibe el intermediario del Exportador [USD/t] ( <i>Intermediario</i> )	2 513,70 (12,45)		3 160,50 (43,11)				
Precio que recibe el exportador en mercado internacional					2 600	3 274	Avadí et al., 2021
Variación de Precios entre agricultores (2021)	125,94	65,91	137,51	39,51			
Volatilidad Precios de exportación en el tiempo (2018-2021)					0,0191	0,0054	Anecacao, 2022
Valor total creado por la cadena exportado FOB [millones USD]					159	691	Anecacao, 2022

\*\* Diferencia con 95% de confianza

\*\*\* Diferencia con 99% de confianza

### **3.2.1.1 Rendimiento**

Como se observa en la Tabla 3.1, el rendimiento promedio obtenido para la variedad CCN-51 es estadísticamente superior, al rendimiento obtenido para la variedad CFA ( $p < 0,01$ ) (ANEXO 2).

Los resultados de las encuestas sobre rendimiento de granos fermentados y secos de cacao de la variedad CCN-51 son aproximadamente 43% mayor que el de CFA. Estos resultados se corroboran con los datos bibliográficos que denotan también un mayor rendimiento del cacao CCN-51 sobre el CFA (Sánchez et al., 2015). Esto se debe a diversos factores, entre los que están: la densidad de siembra (en el cacao CCN-51, de acuerdo a los datos recogidos, se tiene en promedio 1010 plantas por hectárea y en la variedad CFA se tiene en promedio 770 plantas por hectárea), la genética, puesto que a través del mejoramiento, se buscó resistencia a enfermedades, larga longevidad del polen, ajuste osmótico y mayores tasas de asimilación de  $\text{CO}_2$  (Jaimez et al., 2022), lo que permite que la variedad CCN-51 tenga una exposición directa al sol y una siembra en monocultivo. Esto no se recomienda para el CFA que se siembra en un sistema agroforestal porque demanda sombra (lo que resulta en una menor densidad de siembra). De acuerdo con Tavernier y Tolomeo (2004) bajas densidades de siembra y bajos rendimientos pueden debilitar económicamente a los agricultores, por lo cual, mantener un cultivo prolongado de CFA no es económicamente sostenible, en comparación con el cultivo de cacao CCN-51.

### **3.2.1.2 Precio de los granos de cacao**

En lo que respecta al precio, del análisis estadístico para los precios de los granos fermentados y secos, la media de cacao CCN-51 no es significativamente diferente de la media de CFA con un nivel de confianza del 95% ( $p > 0,05$ ). Es decir, estadísticamente el precio que reciben los productores al vender los granos fermentados y secos es el mismo indistintamente de la variedad de cacao. Sin embargo, para los precios de los granos en baba, sí existe diferencia entre las medias de los precios ( $p < 0,05$ ), por lo tanto, estadísticamente el precio que reciben los productores al vender los granos en baba sí depende de la variedad de cacao.

De acuerdo con Treat (2004) cuando se tienen productos diferentes, como es en este caso granos de cacao CCN-51 y CFA, la venta puede ser viable si las diferencias de precio entre los diversos productos son relativamente estables y si las características técnicas de los productos a vender son lo suficientemente similares entre sí. Por lo cual, si los vendedores

no están seguros de que recibirán valores diferentes por las diferencias de calidad entre los productos, es posible que se sientan disuadidos de vender y continuar con la producción. En la venta de los granos de cacao fermentados y secos, sí se presenta este problema, y afecta directamente a la sostenibilidad en el aspecto económico, ya que, al no existir una diferencia en el precio, los productores agrícolas, no obtienen un ingreso superior por el CFA al momento de la venta. Por lo tanto, a futuro preferirán dedicarse a cultivar el cacao que provea más rendimiento para generar mayores ganancias económicas, es decir el cacao CCN-51, frente al CFA que tiene mayor calidad, pero menos ventajas en el aspecto de producción agrícola y cuyo precio tiene más incertidumbre. Sin embargo, cuando se venden los granos en baba sí hay diferentes precios (en promedio \$2 por quintal), donde el CFA tiene ventaja sobre el CCN-51.

De la investigación realizada en el campo, se conoció que el precio de los granos de cacao fermentados y secos es superior al precio de los granos que se comercializan en baba, debido a que estos últimos se someten a un proceso de fermentado y secado. Por otro lado, una razón para que no exista una diferencia de precio en función de la variedad de cacao en los granos secos, es porque no existe un método que garantice el origen de estos granos. De acuerdo con las encuestas realizadas, una vez que los granos están fermentados y/o secos, se dificulta diferenciar la variedad en comparación a cuando el grano todavía está en baba. En la Figura 3.5, se muestra una mezcla de granos de cacao fermentados y secos y, en La Figura 3.6, se muestra una mezcla de granos en baba.



**Figura 3.5.** Mezcla de granos de cacao fermentados y secos de las variedades CCN-51 y CFA

Como se muestra en la Figura 3.5, los granos de cacao fermentados y secos no permiten una diferenciación a simple vista de CFA y cacao CCN-51, porque poseen una coloración similar, así como tamaño y forma.



**Figura 3.6.** Mezcla de granos de cacao en baba de las variedades CCN-51 y CFA

Como se muestra en la Figura 3.6, los granos de cacao con mucílago permiten algún grado de diferenciación, como se ve, los granos de la izquierda denotan una coloración marrón clara, porque poseen menos mucílago (granos de CFA), mientras que los granos de la izquierda se ven de color blanco porque tienen más mucílago (granos de cacao CCN-51).

Para el caso de los precios de intermediarios y exportadores, no fue posible realizar el análisis estadístico, debido al tamaño de la muestra ( $n= 2$  y  $n= 5$ , respectivamente). Sin embargo, de las respuestas de los intermediarios en las encuestas, se conoció que, al vender los granos, en su mayoría, recibían precios superiores por los granos de cacao fino de aroma, que por los de cacao CCN-51. Lo mismo sucede en el mercado internacional como se ve en la Tabla 3.1, donde Avadí et al., (2021) mencionan que el precio de los granos fermentados y secos de las dos variedades es diferente, con un 25,9% más para los granos de CFA frente a los de cacao CCN-51. Por lo cual, comercializar CFA es económicamente más sostenible que comercializar cacao CCN-51.

La diferenciación de los granos de cacao en función de su origen es llevada a cabo principalmente por los intermediarios y los exportadores. Sin embargo, en estas etapas se puede presentar un posible oportunismo, debido al problema de información asimétrica: es decir, estos actores pueden tener la intención de adulterar el producto y vender cacao CCN-51 en lugar de CFA, ya que saben que el precio pagado por el último es mayor y la diferenciación entre los granos ya secos, de las dos variedades, es complicada. Esto a su

vez, puede ocasionar problemas de penalización en el precio, pérdida de confianza con los compradores, y pérdida de nichos de mercados.

### **3.2.1.3 Variación de Precios entre agricultores (2021)**

Del análisis estadístico (ANEXO 2), se obtuvo que, la desviación estándar de los precios de los granos fermentados y secos, y en baba de cacao CCN-51 no es significativamente diferente de la desviación estándar de CFA ( $p > 0,05$ ) para. Por lo cual, estadísticamente la variación en el precio que reciben los productores al vender los granos fermentados y secos o en baba, es la misma. Por lo tanto, existe la misma estabilidad y el mismo riesgo para el productor al vender los granos de cacao en baba, o fermentados y secos. Así, los agricultores de cacao pueden optar por dedicarse a vender cualquiera de las dos variedades CFA o CCN-51.

Según Treat (2004) la volatilidad de los precios es un criterio importante, porque si un producto se caracteriza por un precio relativamente estable, o al menos predecible, habría poco riesgo asociado y no habría necesidad de establecer acuerdos firmados o contratos, lo cual facilita el acceso y la continuidad en los mercados.

### **3.2.1.4 Volatilidad de Precios en el tiempo**

La volatilidad de los precios de exportación calculada desde el año 2018 al 2021, fue mayor para los granos de cacao fermentados y secos de la variedad CCN-51 (0,0191), que para los de CFA (0,0054). Por lo tanto, actualmente el precio de venta en el mercado internacional es más estable o predecible, y existe menor riesgo para los compradores de granos fermentados y secos de cacao fino de aroma que granos fermentados y secos de cacao CCN-51. Treat (2004) menciona que una creciente volatilidad y pérdida de confianza en una futura estabilidad de los precios exigen la aparición de nuevas estructuras e instituciones de mercado. Así, en la actualidad, aparentemente, exportar cacao CFA es económicamente más sostenible que exportar cacao CCN-51.

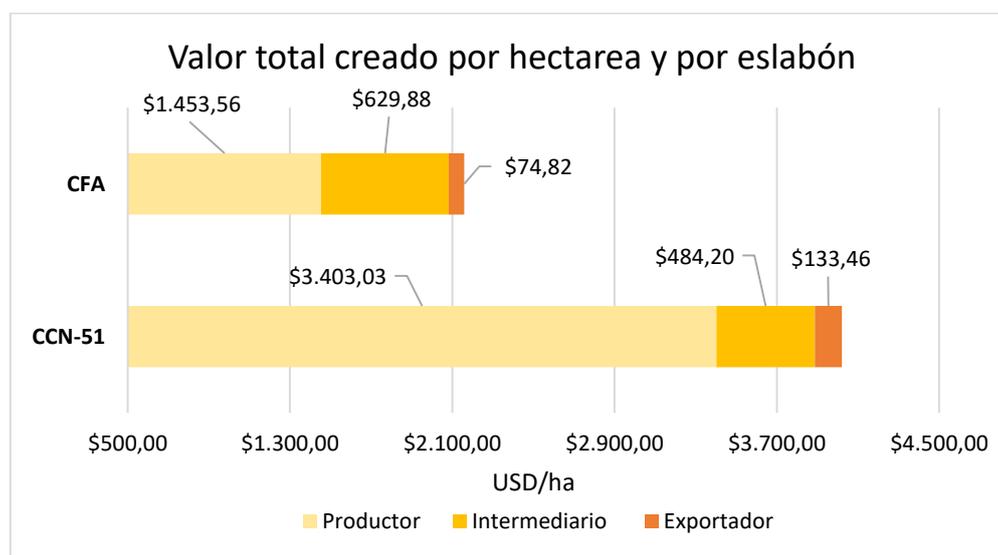
Por otro lado, del análisis estadístico (ANEXO 2), se obtuvo que la desviación estándar de los precios de exportación de cacao CCN-51 no es significativamente diferente de la desviación estándar los precios de exportación de CFA ( $p > 0,05$ ), por lo cual, estadísticamente el precio por tonelada métrica de los granos de cacao en la exportación es la misma. Esto se debe a la penalización que recibe el cacao ecuatoriano por la mezcla de variedades y la falta de trazabilidad que garantice el origen. Lo cual, a futuro puede

hacer que la cadena de valor del cacao fino de aroma no sea económicamente sostenible en comparación con la del cacao CCN-51.

### 3.2.1.5 Valor total creado

Bilge et al. (2014) mencionan que, en la cadena, el valor total se crea al satisfacer las necesidades de los consumidores tras entregar productos o servicios al tiempo que aseguran beneficios compartidos para todos los actores de la cadena. En el caso de la cadena de valor de cacao, como se ve en la Tabla 3.1, el valor total exportado FOB de todo el Ecuador en el 2021, para el CFA fue aproximadamente 4 veces más que para el cacao CCN-51, lo que indica que el volumen de grano exportado como fino de aroma y el precio recibido es superior; por lo tanto, la cadena de este cacao crea más valor para el país que la del cacao CCN-51. Sin embargo, hay penalización para el cacao fino de aroma y el valor creado debería ser mucho mayor si se pudiera garantizar una adecuada trazabilidad en la cadena que asegure el origen del grano. Además, como el productor no recibe una diferenciación en granja, están cambiando el cultivo de CFA por CCN-51, lo cual afectará al valor creado en la cadena de CFA a futuro, y a su vez se hará menos sostenible.

En la Figura 3.7, se presentan los resultados de valor total creado por los principales actores de la cadena de acuerdo con la variedad de cacao CCN-51 y CFA.



**Figura 3.7.** Resultados del valor total creado por los principales actores de la cadena de acuerdo con variedad de cacao CCN-51 y CFA

Como se puede ver en la Figura 3.7, el valor total creado por hectárea en la cadena del cacao CCN-51 (USD 4 020,68), es mayor que en la cadena de cacao fino de aroma (USD

2 158,26). Esto se debe a que el cultivo de cacao CCN-51, a pesar de tener menores precios, tiene un mayor rendimiento y densidad de siembra. Además, se puede apreciar que, los productores reciben la mayor parte de este valor creado en las dos cadenas, seguido por los intermediarios y los exportadores. Este valor creado solo considera el ingreso total recibido por hectárea, más no los gastos incurridos por cada actor durante el desarrollo de sus actividades. El alcance de este trabajo no considera la cuantificación de los costos de producción en cada etapa con lo que podríamos analizar la ganancia total que obtiene cada actor. Al comparar el valor creado en cada una de las etapas, se observa que un productor que cultiva cacao CCN-51, obtiene más del doble de ingresos de lo que obtendría con el cultivo de CFA, lo cual hace que cultivar cacao CCN-51 genere mayores ingresos. En contraste, los intermediarios que comercializan granos fermentados y secos de CFA obtienen mayores ingresos que los de cacao CCN-51, esto se debe a que estos actores si realizan la diferenciación de ambas variedades y reciben un precio más elevado por dicha diferenciación. En el caso de los exportadores, se tiene mayor valor creado al vender granos de cacao CCN-51 que de CFA.

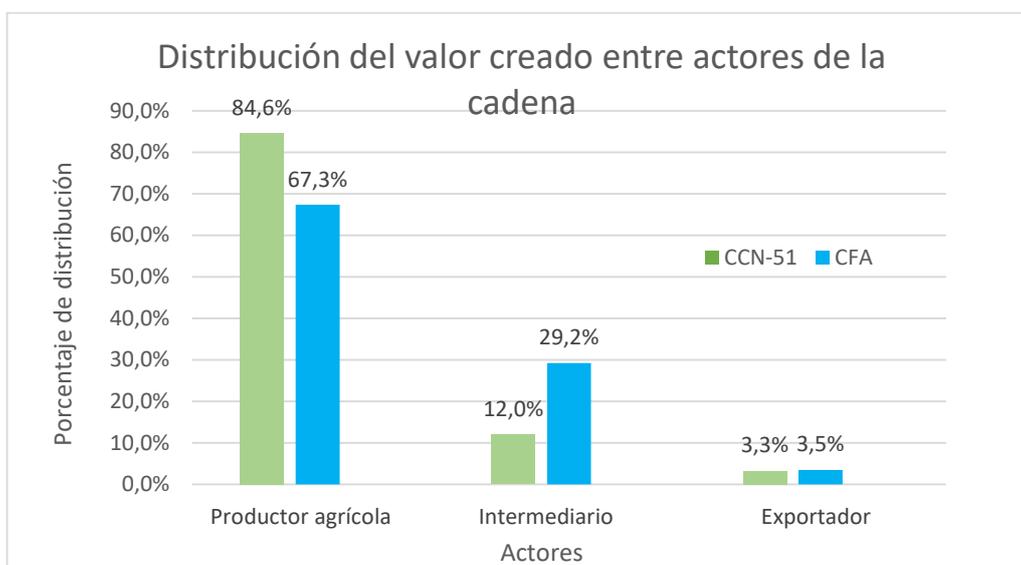
Al comparar las cadenas de valor de ambas variedades de cacao, se tiene que actualmente la cadena del CFA crea mayor valor total (FOB). Debido a que el volumen exportado y el precio recibido por el exportador es mayor, sin embargo, el ingreso recibido por el productor por cada hectárea cultivada es menor a lo que recibe el productor de cacao CCN-51. Esta discrepancia se da, según Gardas et al. (2019) por la gran dispersión de los consumidores, la pequeña producción y el gran mercado, que producen asimetría de información entre los actores de la cadena de valor agrícola. Ya que los agricultores sin un conocimiento suficiente del mercado pueden vender el producto a un precio bajo que en realidad merece un precio alto, que es lo que ocurre en el caso de los granos de cacao fino de aroma frente a los de cacao CCN-51. Además, es difícil para cada eslabón de la cadena comprender completamente la información de oferta y demanda del mercado y la información de la industria (Gu y Yu, 2022).

A futuro, si no se implementa un sistema que garantice la diferenciación de los granos de cacao con la finalidad de reconocer el precio adecuado a los productores en función de la variedad, la cadena de valor para CFA ya no será sostenible, porque es más rentable para los agricultores sembrar la variedad de cacao CCN-51 que la de CFA. De acuerdo con las encuestas realizadas en campo, esta falta de diferenciación en el precio del grano ha hecho que los productores que cultivaban CFA reemplacen su plantación cuando termina su vida útil con la variedad CCN-51, menos valorada en el mercado internacional.

## 3.2.2 Índices Sociales

### 3.2.2.1 Distribución del valor creado entre actores de la cadena

En la Figura 3.8, se muestran los resultados de la distribución del valor creado entre los principales actores de la cadena para las variedades de cacao CCN-51 y CFA, calculados con los datos de las encuestas.



**Figura 3.8.** Resultados de la distribución del valor creado entre principales actores de la cadena por variedad de cacao CCN-51 y CFA

Como se puede ver en la Figura 3.8, el mayor porcentaje del valor total creado en ambas cadenas se queda con los productores agrícolas, seguido de los intermediarios y exportadores. Sin embargo, en la cadena del CFA, los productores se quedan solo con el 67,3% del valor creado, comparado con el 84,6% con el que se quedan los productores que siembran cacao CCN-51. Esto debido a que el 29,2% del valor creado es retenido por los intermediarios en la cadena del CFA. Además, se puede ver que los exportadores en ambas cadenas se quedan con un porcentaje bajo del valor en comparación con los intermediarios. Los intermediarios/asociaciones son importantes en la cadena de valor del CFA, puesto que realizan el control de la fermentación y procuran diferenciar el grano en función a su origen. Es por esto, que la distribución del 29,2% es adecuada, ya que cuentan con la tecnología necesaria y conocen el manejo postcosecha que necesitan los granos. De acuerdo con la investigación que se realizó en el campo, los agricultores no controlan de forma adecuada el proceso de fermentación necesario para los granos de CFA, lo cual puede ocasionar una baja calidad. Entonces, como en el mercado internacional, sí existe

un precio diferenciado en función de la variedad de cacao, y el precio es más elevado, los intermediarios que participan de la cadena CFA pueden apropiarse de un mayor porcentaje de este precio.

La distribución de beneficios es el tema central para reducir el comportamiento oportunista de los participantes y lograr una asignación eficiente de los recursos, ya que una parte del valor distribuido en la cadena se destina a la ganancia del actor, pero una parte importante se destina a salarios para los trabajadores agrícolas, insumos utilizados, costos de capital, etc. (Pan y Chen, 2005). De acuerdo con Gu y Yu (2022) los agricultores son la base y la premisa de la cadena de productos agrícolas, el punto de partida y parte central de la cadena. Como núcleo de la cadena de suministro, reúne los recursos de toda la cadena. Su funcionamiento afecta la continuidad y la rentabilidad de cada eslabón de la cadena, por lo cual, les corresponde la mayor distribución del valor. Además, el que una parte significativa del valor agregado regrese al eslabón de la producción primaria es importante pues son recursos que se reparten en el área rural lo que contribuye a la sostenibilidad social. Los eslabones intermedios en la cadena de suministro, donde están los intermediarios, permiten los intercambios y comunicaciones en el funcionamiento de la cadena, por lo cual tienen que contar con un sistema de gestión para mantener el desarrollo sostenible de la cadena. En otras palabras, el papel de los intermediarios es proporcionar normas y gestión para asegurar el desarrollo de la cadena y mejorar la adaptabilidad en el entorno cambiante. En el caso de CFA, los intermediarios de asociaciones manejan un sistema de fermentación controlado para tratar de mantener el valor de los granos, ya que tienen una calidad superior, lo cual ayuda a generar un mayor valor en la cadena.

### 3.2.2.2 Distribución del empleo

En la Tabla 3.2, se muestra la distribución del empleo en la producción agrícola obtenida con los datos de Encuestas.

**Tabla 3.2.** Resultados obtenidos de la distribución del empleo en la producción agrícola

<b>Empleo</b>	<b>CCN-51 [personas promedio/ha]</b>	<b>CFA [personas promedio/ha]</b>
Temporal Total	1,06 (0,914)	1,36 (1,767)
Permanente Total	0,80 (0,905)	1,38 (1,830)
Total	1,86 (1,658)	2,74 (3,505)

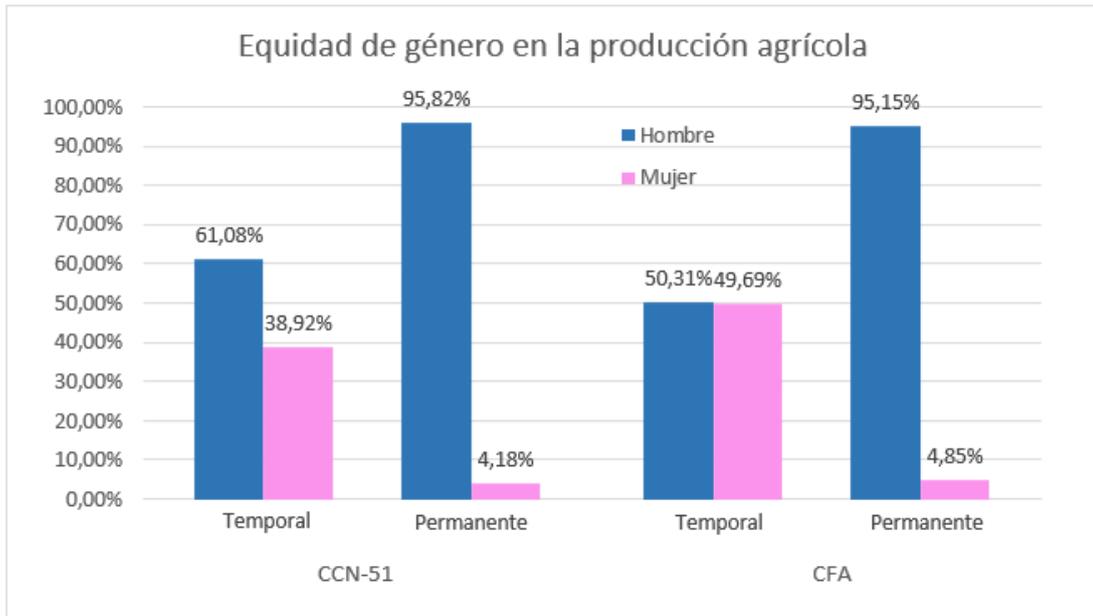
Del análisis estadístico sobre el empleo (ANEXO 2), en lo que respecta al total de trabajadores empleados de acuerdo con la variedad de cacao, no existe diferencia significativa. Esto se tiene ya que, según las encuestas realizadas, en su mayoría los productores fueron pequeños productores de subsistencia que poseían una producción menor a 5 hectáreas, por lo cual, la mano de obra no denotaba mayor diferencia para manejar un cultivo de cacao CCN-51 o de CFA. Con respecto al número de personas promedio por hectárea con empleo temporal no es significativamente diferente de la media de empleo permanente con un nivel de confianza del 95% ( $p > 0,05$ ).

Como se puede apreciar en la Tabla 3.2, en el caso de las encuestas, en la producción agrícola de cacao CCN-51, el número promedio de trabajadores temporales (1,06 personas/ha) por hectárea es mayor al número de trabajadores permanentes (0,8 personas/ha), mientras que para el CFA se tiene en promedio igual cantidad de trabajadores temporales (1,36 personas/ha) y permanentes (1,38 personas/ha) por hectárea. Esta relación es muy similar a la reportada en la encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continúa realizada en el 2019 (INEC, 2019).

A diferencia de los empleados permanentes, la relación del empleador con los empleados temporales no incluye acuerdos explícitos para el empleo a largo plazo. Los empleadores pueden contratar empleados temporales por un período limitado sin correr el riesgo de infringir las leyes (von Hippel et al., 2006). Mientras que los trabajadores permanentes tienen mayores expectativas sobre la seguridad laboral que los trabajadores temporales (Piwowar-Sulej y Bąk-Grabowska, 2020), además de estabilidad económica para sus hogares, por lo cual, que una cadena de valor, proporcione más empleos permanentes que temporales, le da la ventaja de ser socialmente sostenible.

### **3.2.2.3 Equidad de género en la producción agrícola**

En la Figura 3.9, se muestra los resultados de la equidad de género en la producción agrícola para las variedades de cacao CCN-51 y CFA, calculados con los datos de las encuestas.



**Figura 3.9.** Resultados de la equidad de Género en la producción agrícola

Como se aprecia en la Figura 3.9, los trabajadores permanentes en ambas cadenas son en su mayoría hombres con más del 95%. Por otro lado, en el trabajo temporal, sí se observa una diferencia entre ambas cadenas, ya que para la variedad de cacao CCN-51, el 61,08% de los trabajadores son hombres, mientras que para el CFA se tiene el 50,31%. En este caso, se puede ver que la mano de obra demandada de los hombres es mayor que la de mujeres para CCN-51, mientras que para el CFA se tiene una diferencia mínima, que demuestra igualdad de género. Esto se debe a que en el cultivo de cacao CCN-51, la densidad de siembra y el rendimiento son mayores que en el cultivo de CFA, por lo cual se necesita más fuerza de trabajo para las labores culturales.

En los países en desarrollo, como Ecuador, existe una falta de valoración del trabajo de las mujeres que nace de las desigualdades de género provenientes de las tradiciones, las costumbres y las normas sociales (Jütting et.al, 2008). Y por eso, existe acceso desigual a las oportunidades económicas, haciendo que las mujeres representen más del 70% de los pobres del mundo. Por lo cual, aumentar la participación femenina en la fuerza laboral, es la clave para mitigar la pobreza y avivar el crecimiento económico (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2008). Cuando las mujeres trabajan fuera de casa, esto se materializa en bienestar y en ingreso económico; el empleo de las mujeres acrecienta la productividad, lo que causa un aumento de la renta nacional y también hace que la gente ahorre más. Ese es el recurso de la inversión necesaria para un desarrollo sostenible en un país (Yildiz, 2016). En el Ecuador, la producción del cacao es fuente de trabajo principalmente para hombres debido al esfuerzo físico que se necesita

en las labores culturales, sin embargo, hay una mejor integración de las mujeres como trabajadoras temporales en la cadena de CFA, lo que la hace, socialmente más sostenible que la cadena de cacao CCN-51.

### 3.2.3 Índices Ambientales

#### 3.2.3.1 Tasa de Secuestración de Carbono del suelo (Soil Carbon Sequestration SOC) por sistema cacaotero

En la Tabla 3.3, se muestran los resultados obtenidos de la tasa de secuestración de Carbono del suelo (SOC) de la producción en el Ecuador de cacao CCN-51 y CFA del estudio realizado por Avadí et al. (2021). Para este análisis sólo se consideró la región Costa y los pequeños agricultores.

**Tabla 3.3.** Tasa de Secuestración de Carbono del suelo (SOC) para la producción en el Ecuador de cacao CCN-51 y CFA para la región Costa, pequeños agricultores

Tasa de Secuestración de Carbono del suelo	CCN-51	CFA
SOC inicial [t SOC/ha]	12,1	12,1
SOC final [t SOC/ha]	26,6	42,35
SOC erosionado [t SOC/ha]	1,9	3,9
SOC neto [t SOC/ha]	24,7	38,45

Fuente: Elaboración propia con datos de Avadí et al. (2021)

Como se observa en la Tabla 3.3, ambos sistemas cacaoteros inician con una tasa de secuestración de carbono del suelo igual a 12,1 toneladas por hectárea y al final de la simulación, el CFA tiene una tasa mayor de secuestración de alrededor del 59% más que en el cacao CCN-51. Esto se debe, a que en el cultivo de CFA hay un mayor aporte de materia orgánica proveniente de necromasa conformada de las hojas caídas del sistema agroforestal del cual forma parte (Ni et al., 2020). Por otro lado, el SOC erosionado, representa las pérdidas de carbono, debido a la erosión del suelo causada por lixiviaciones debido a la lluvia. Esto indica que para el CFA hay más pérdidas (alrededor del 48% más con respecto a las pérdidas que hay en el cultivo de CCN-51). De acuerdo con Filipović (2020) esto se produce porque en el cultivo de CFA, las hojas que forman la necromasa causan una mayor transpiración, por ende, mayor lixiviación en el suelo, en comparación con el cultivo de cacao CCN-51. Finalmente, al comparar las tasas de SOC netos (diferencia del SOC final menos el SOC erosionado), se tiene que ésta, es 55% mayor en el cultivo de CFA, que en el de CCN-51.

De acuerdo con Ontl (2012), el clima del planeta está transformándose apresuradamente como resultado de continuas entradas a la atmósfera, de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero generadas por las actividades humanas. Dentro de los gases de invernadero, el CO<sub>2</sub> tiene el mayor efecto sobre el clima global como resultado de los enormes aumentos desde la era preindustrial hasta la actualidad. Por lo cual, tener cultivos con alta capacidad de SOC ayuda a mantener o secuestrar CO<sub>2</sub> en el suelo, evitando que este en la atmósfera y contribuya al calentamiento global. Así se tiene que, ambientalmente es más sostenible sembrar CFA que cacao CCN-51, ya que estos sistemas capturan una mayor cantidad de CO<sub>2</sub> atmosférico.

### 3.2.3.2 Huella de Carbono de la producción agrícola de cacao

En la Tabla 3.4, se muestran los resultados obtenidos de la huella de Carbono de la producción agrícola en el Ecuador de cacao CCN-51 y CFA del estudio realizado por Avadí et al. (2021). Para este análisis sólo se consideró la región Costa y los pequeños agricultores.

**Tabla 3.4.** Huella de Carbono de la producción agrícola en el Ecuador de cacao CCN-51 y CFA por kilogramo para la región Costa, pequeños agricultores; por kg de CO<sub>2</sub> eq.

<b>Categoría/Subcategoría de impacto [kg CO<sub>2</sub> eq.] /kg de cacao</b>	<b>CCN-51</b>	<b>CFA</b>
Cambio climático/Fossil	4,515	777,87
Cambio climático/Biogenic	0,0156	1,062
Cambio climático/Land use and change)	0,0108	1,091
Cambio climático	-23,25	-2400,25

Fuente: Elaboración propia con datos de Avadí et al. (2021)

Como se observa en la Tabla 3.4, la subcategoría de impacto al cambio climático en donde se emite una mayor cantidad de kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalente por kilogramos de cacao producido para ambas variedades, es Fossil. En esta categoría se cuantifican las emisiones provenientes del uso de combustibles fósiles (Baitz y Bos, 2020). En ambos cultivos se tiene el uso continuo de bombas de riego, motoguadañas para la poda y deshierbe mecanizado que usan estos combustibles fósiles. Sin embargo, en el cultivo de CFA se produce una mayor emisión de kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalente por kilogramos de cacao, que en el cultivo de cacao CCN-51, debido a que el CFA demanda más cuidados que el de cacao CCN-51, el cual es más tolerante a enfermedades y adaptable a diferentes condiciones edafoclimáticas (Jaimez et al., 2022).

En lo que respecta a las demás subcategorías de impacto ambiental, se emiten menores cantidades de gases con efecto invernadero porque las emisiones son causadas indirectamente. En el caso de la categoría Biogénico, las emisiones de CO<sub>2</sub>, CO y CH<sub>4</sub> son originarias de la oxidación y/o reducción de la biomasa aérea (Baitz y Bos, 2020). En el cultivo de CFA estas emisiones son superiores que en el cultivo de cacao CCN-51, porque existe una abundancia de biomasa aérea generada del sistema agroforestal (Filipović, 2020) donde se desarrolla, en comparación con un monocultivo de cacao CCN-51.

Finalmente, en la subcategoría de cambio y uso de la tierra, donde se contabiliza la absorción y las emisiones de carbono (CO<sub>2</sub>, CO y CH<sub>4</sub>) que se originan a partir de los cambios en las reservas de carbono causados por el cambio y uso de la tierra (Baitz y Bos, 2020). Para el cultivo de CFA se obtuvo un mayor valor en esta subcategoría, que para el cultivo de cacao CCN-51. De acuerdo con las encuestas, esto se debe a que los agricultores están reemplazando sus cultivos de cacao fino de aroma para sembrar CCN-51 debido al favorable rendimiento de este último.

En cuanto a la categoría de cambio climático total, como se puede ver en la Tabla 3.4, se tiene una cantidad retirada de 2 400,25 kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalente por kilogramos de cacao producido en la producción agrícola de CFA, mayor a la retirada en la producción agrícola de cacao CCN-51 de 23,25 kilogramos de CO<sub>2</sub> equivalente por kilogramos de cacao producido. Esto, debido a que el cultivo de CFA tiene una tasa de SOC neta superior (38,45 t SOC/ha) a la del cultivo de cacao CCN-51 (24,7 t SOC/ha), lo cual, compensa el impacto ambiental que generan las emisiones de carbono (kg CO<sub>2</sub> eq.) por kilogramo producido de cacao. Así, resulta que la huella de carbono en la producción agrícola del cacao CFA es menor a la del cacao CCN-51, y como indicador de sustentabilidad, denota que la variedad CFA es ambientalmente más sostenible que la CCN-51.

### **3.3 Comparación de los métodos de diferenciación entre cacao CCN-51 y CFA**

Para diferenciar las dos variedades de granos de cacao entre CFA y CCN-51, en la Tabla 3.5 se resumen las metodologías existentes y publicadas.

**Tabla 3.5.** Metodologías para diferenciar las variedades de cacao CCN-51 y CFA

<b>Metodología</b>	<b>Principio</b>	<b>Equipos necesarios</b>	<b>Insumos</b>	<b>Precisión</b>
Distinción de variedades ecuatorianas de granos de cacao fermentados mediante espectroscopia Raman  (Vargas et al., 2016).	Los granos fermentados y secos de cacao nacional y CCN-51 se analizan por espectrometría Raman, que usa un espectrofotómetro Raman para incidir un láser Nd:YAG de 1064 nm por 15 segundos en 4 posiciones o puntos diferentes de las muestras, con una potencia del láser de excitación fija en 250 mW. La luz dispersada Raman se detecta por un fotodetector. Las señales se procesan por el programa R, y se reportan espectros promedios de los 4 puntos.  Los espectros Raman de los granos de cacao de la variedad Nacional y CCN-51 muestran bandas de intensidades diferentes en $\text{cm}^{-1}$ .	<b>Preparación de la muestra</b>  Ninguno	<b>Preparación de la muestra</b>  Ninguno	91,8%
		<b>Proceso de diferenciación</b>  Espectrómetro Raman de mano (FirstGuard™, Rigaku Raman Technologies), Fotodetector con fotodiodos InGaAs enfriados marca Peltier, Laptop.	<b>Proceso de diferenciación</b>  Ninguno	
Diferenciación Basada en ADN de los Tipos de Cacao Ecuatoriano	A partir de la extracción del ADN del cloroplasto de los granos de cacao se detecta mediante electroforesis en gel de agarosa, electroforesis en gel capilar o cromatografía líquida de alta resolución desnaturalizante	<b>Preparación de la muestra</b>  Autoclave, TissueLyser, Baño María, Centrífuga, Desecador de vacío, Fluorómetro SpectraMax M2, termociclador T3, Kit	<b>Preparación de la muestra</b>  Tubo Eppendorf, perlas de acero desengrasadas, bromuro de cetiltrimetilamonio (CTAB),	99,9%

<p>CCN-51 y Arriba Basada en Diferencias de Secuencia en el Genoma del Cloroplasto</p> <p>(Herrmann, 2014)</p>	<p>las repeticiones diferentes de la secuencia TAAAG en la región de repetición invertida, ya que ahí es donde se diferencian las dos variedades de cacao. También se tiene como resultado la longitud diferente de amplicones para los dos tipos de cacao.</p>	<p>Dneasy Plant Mini o Maxi, Kit de extracción peqGOLDGe</p>	<p>NaCl, tris-(hidroximetil)aminometano (Tris), Ácido etilendiaminotetraacético sal disódica (Na<sub>2</sub>-EDTA), agua doblemente destilada, cloroformo, isopropanol, ácido clorhídrico (HCl).</p>	
<p>Diferenciación de granos de cacao Nacional Ecuatoriano y</p>	<p>Se evalúa el color de la superficie interna de los cotiledones cortados longitudinalmente, con el equipo</p>	<p><b>Proceso de diferenciación</b></p> <p>Equipo de electroforesis en gel capilar (Sistema de electroforesis automatizado Experion), equipo para dHPLC (cromatografía líquida de alta resolución desnaturizante utilizando un sistema de análisis de fragmentos de ácido nucleico de onda) o equipo de electroforesis en gel de agarosa.</p>	<p><b>Proceso de diferenciación</b></p> <p>Acetonitrilo, agarosa, solución de albúmina sérica bovina (BSA), azul de bromopenol, etanol, bromuro de etidio, glicerina, nitrógeno líquido, acetato de sodio, triclorometano, acetato de trietilamonio, y xileno cianol.</p>	<p><b>Preparación de la muestra</b></p> <p>Cuchilla de acero inoxidable</p> <p>58,31%</p>
		<p><b>Preparación de la muestra</b></p> <p>Ninguno</p>		

<p>CCN-51 y sus mezclas por visión artificial</p> <p>(Jimenez et al., 2018)</p>	<p>DigiEye System que mide los cambios de radiación reflejados por una muestra en el rango de longitud de onda de 400 a 700 nm con intervalos de 10 nm. Y genera imágenes espectrales mediante el ángulo de tono <math>h^\circ</math> y coordenadas LAB o espacio CIELAB (Espacio de color CIE <math>L^*a^*b</math>, donde <math>L^*</math> es la intensidad de la luz reflejada por los granos de cacao cortados, <math>a^*</math> es la derivación de datos de la combinación dicromática de colores rojo-verde, y <math>b^*</math> del amarillo-azul), con las cuales, se desarrolla un modelo estadístico que sirve para diferenciar ambas variedades de granos de cacao.</p>	<p><b>Proceso de diferenciación</b></p> <p>DigiEye System (VeriVide) integrado con una cámara de alta resolución de 12,3 megapíxeles y un software que compara la imagen con diferentes tonalidades y emite los espectros.</p>	<p><b>Proceso de diferenciación</b></p> <p>Ninguno</p>	
<p>Método sensorial</p> <p>(Vargas et al., 2016).</p>	<p>El analista debe tener experiencia manejando las dos variedades de cacao, ya que se usa solo los sentidos. Cuando los granos están fermentados y secos, se diferencia el olor, el cual en el CFA es agradable y floral, mientras que en el CCN-51 es ácido y suavemente similar al de café. Con respecto a la forma, el CCN-51 tiene forma</p>	<p>Ninguno</p>	<p>Ninguno</p>	<p>-%</p>

	<p>elipsoide homogénea, mientras que el CFA tiene forma heterogénea entre ovalada, oval, pera en forma de elipsoide (gota de agua). La corteza de los granos de CFA es gruesa y dura de color marrón rojiza y en el CCN-51, la corteza es fina y frágil de color marrón rosa. En cuanto al sabor, los granos de CCN-51 son ácidos, sin sabores florales y afrutados como el CFA, que además es amargo</p>			
--	---	--	--	--

Los costos estimados para equipos e insumos necesarios para cada metodología se presentan en el ANEXO 3.

Los criterios para cada metodología se evaluaron de la siguiente forma:

**Distinción de variedades ecuatorianas de granos de cacao fermentados mediante espectroscopia Raman (Vargas et al., 2016):**

- *Confiabilidad de los resultados:* La precisión de la metodología es de 91,8% y como los datos obtenidos se procesan tras un análisis estadístico con el uso de un software, no se considera que la adulteración de los resultados sea sencilla, ya que se tienen los resultados directamente en el programa, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 4, porque que existe una alta confiabilidad de los resultados.
- *Costo de Equipos necesarios:* El costo total en equipos necesarios es de alrededor de \$43 858, una cantidad de dinero para implementación considerable, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 1, ya que no es favorable.
- *Costo de Insumos:* No se necesitan insumos, lo que implica una favorabilidad alta porque no se necesitan recursos monetarios adicionales para cada análisis hecho, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 4.
- *Formación del personal:* Debido a que los datos obtenidos se procesan tras un análisis estadístico con el uso de un software, la ejecución necesita personal con formación de tercer nivel capaz de interpretar estos resultados, sin embargo, para el uso de los equipos basta una capacitación, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 2.

**Diferenciación Basada en ADN de los Tipos de Cacao Ecuatoriano CCN-51 y Arriba Basada en Diferencias de Secuencia en el Genoma del Cloroplasto (Herrmann, 2014):**

- *Confiabilidad de los resultados:* La precisión de la metodología es de 99,9% y los resultados se obtienen de la lectura de equipos, lo cual hace que la adulteración de los resultados no sea sencilla, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 4, ya que existe una alta confiabilidad de los resultados.
- *Costo de Equipos necesarios:* El costo en equipos depende del proceso de diferenciación que se desee realizar, si se usa el equipo para dHPLC, el costo esta alrededor de \$40 000. E independientemente del costo del equipo de diferenciación que se escoja, solo el costo de los equipos necesarios para preparar la muestra es de alrededor de \$19 280,7. Esto refleja una cantidad de dinero para implementación

considerable, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 1, ya que no es favorable.

- Costo de Insumos: El costo de los insumos necesarios para preparar un set de muestras es de alrededor de \$720,74, a esto debe sumársele el costo de los insumos a utilizarse en el análisis de diferenciación. Esto refleja una cantidad de dinero adicional por cada muestra, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 1, ya que no es favorable.
- *Formación del personal:* Por la complejidad de los equipos e insumos químicos a manejar tanto en la preparación de la muestra como en el análisis, la ejecución necesita personal con formación de tercer nivel o más, situación no favorable si se desea implementar esta metodología en centros de acopio o puertos de exportación, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 1.

#### **Diferenciación de granos de cacao Nacional Ecuatoriano y CCN-51 y sus mezclas por visión artificial (Jimenez et al., 2018):**

- *Confiabilidad de los resultados:* Los datos obtenidos se procesan tras un análisis estadístico con el uso de un software, lo cual, hace que la adulteración de los resultados no sea sencilla ya que se tienen los resultados directamente en el programa, sin embargo, la precisión de la metodología es del 58,31%, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 2, ya que existe una confiabilidad media de los resultados.
- *Costo de Equipos necesarios:* El costo aproximado del equipo que realiza este tipo de análisis es de \$39 922,58, una cantidad de dinero para implementación elevada, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 1, ya que no es favorable.
- Costo de Insumos: El costo total de insumos es de alrededor de \$0,10. Esto refleja una cantidad de dinero para el análisis baja, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 4, ya que es favorable.
- Formación del personal: Como los datos obtenidos se procesan tras un análisis estadístico con el uso de un software, la ejecución necesita personal con formación de tercer nivel, sin embargo, para el uso del equipo basta una capacitación, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 2, ya que existe una necesidad una formación del personal media.

### **Método sensorial (Vargas et al., 2016):**

- *Confiabilidad de los resultados:* No se tiene una precisión publicada de este método, además los resultados obtenidos pueden ser fácilmente adulterados, ya que no son generados por un equipo o programa, sino por una persona, por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 1, ya que existe una baja confiabilidad de los resultados.
- *Costo de Equipos necesarios:* No se necesitan equipos, por lo que no se genera un costo. Como puntuación de favorabilidad se le asigna un 4, ya que el costo de Equipos es nulo, lo que implica una favorabilidad alta.
- *Costo de Insumos:* No se necesitan insumos, por lo que no se genera un costo. Como puntuación de favorabilidad se le asigna un 4, ya que el costo de insumos es nulo, lo que implica una favorabilidad alta.
- *Formación del personal:* Para ejecutar el método, el personal no necesita una formación académica de tercer nivel, sin embargo, necesita tener experiencia trabajando con ambas variedades de granos de cacao y un entrenamiento continuo para poder diferenciarlos. Por lo tanto, como puntuación de favorabilidad se le asigna un 3, ya que existe una necesidad de formación del personal baja, lo que implica una favorabilidad alta.

En la Tabla 3.6 se presenta la Matriz de Decisión ponderada con los criterios analizados anteriormente para las metodologías existentes que diferencian los granos de CFA y cacao CCN-51.

**Tabla 3.6.** Matriz de decisión ponderada para determinar la mejor metodología que diferencia granos de cacao CCN-51 y CFA

Criterios de evaluación	Factor de peso	Distinción de variedades ecuatorianas de granos de cacao fermentados mediante espectroscopia Raman (Vargas et al., 2016).		Diferenciación Basada en ADN de los Tipos de Cacao Ecuatoriano CCN-51 y Arriba Basada en Diferencias de Secuencia en el Genoma del Cloroplasto (Herrmann, 2014)		Diferenciación de granos de cacao Nacional Ecuatoriano y CCN-51 y sus mezclas por visión artificial (Jimenez et al., 2018)		Método sensorial (Vargas et al., 2016).	
		Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación	Puntuación	Calificación
Confiabilidad de los resultados	0,6	4	2,4	4	2,4	2	1,2	1	0,6
Costo de equipos	0,12	1	0,12	1	0,12	1	0,12	4	0,48
Costo de insumos	0,18	4	0,72	1	0,18	4	0,72	4	0,72
Formación del personal	0,1	2	0,2	1	0,1	2	0,2	3	0,3
<b>SUMA</b>			<b>3,44</b>		<b>2,8</b>		<b>2,24</b>		<b>2,1</b>

Como se muestra en la Tabla 3.6, tras usar la técnica de Matriz de Decisión, se puede ver que la mejor metodología para implementar en un sistema de trazabilidad es la propuesta por Vargas et al. (2016), ya que esta metodología tiene la ventaja de ser confiable, no demandar insumos y se puede implementar en centros de acopio o en puertos para diferenciar los granos de cacao fermentados y secos entre CCN-51 y CFA con facilidad, sin embargo hay que tener en cuenta que el costo de los equipos necesarios es alto, lo cual implicaría una inversión inicial considerable, además se tiene que contar con personal capacitado y con al menos título de tercer nivel. A pesar de esto, los equipos son manuales, fáciles de transportar y manejar, donde la adulteración de resultados no es sencilla, lo que garantizaría la confiabilidad de la diferenciación.

Al implementar esta metodología, se puede esperar la ejecución y desarrollo de un adecuado sistema de trazabilidad a nivel nacional, que es muy necesario, ya que constantemente viene a ser un requisito relevante en el mercado internacional, porque cada vez el interés por consumir chocolates especiales aumenta y, por ende, la demanda mundial de cacao de “sabor arriba” crece (Avadí et al., 2021). Por otro lado, aplicar un correcto sistema de trazabilidad posibilita obtener mejores rendimientos económicos, tener un conocimiento más profundo de la estructura de la cadena de valor y de la comercialización del cacao; una correcta identificación del origen y seguimiento durante la vida útil del cacao beneficia la seguridad alimentaria mientras agrega valor al bien incrementando en el mercado su competitividad, de tal manera que la producción se vuelve sostenible (MPCEIP, 2019).

### **3.4 Conclusiones**

En el aspecto económico, el cultivo de cacao CCN-51 tiene mayores rendimientos que el de CFA, sin embargo, no hay una diferencia significativa en el precio que reciben los agricultores por las dos variedades de grano seco. En el mercado internacional, comercializar CFA es económicamente más rentable que comercializar CCN-51, porque el precio de venta es más estable y existe menor riesgo. La cadena del cacao fino de aroma crea un mayor valor total (FOB) porque el volumen exportado y el precio recibido por el exportador es mayor, sin embargo, el ingreso recibido por el productor por cada hectárea cultivada es menor a lo que recibe el productor de CCN-51.

La cadena de CCN-51 muestra una mejor distribución del valor creado entre los actores, que la de CFA, debido a que los intermediarios en la cadena CFA se quedan con un porcentaje mayor del valor creado cuando realizan una fermentación y secado controlado. La producción agrícola de CFA es socialmente más sostenible que la producción agrícola de cacao CCN-51, porque se tiene una mejor integración de las mujeres como trabajadoras temporales.

En el aspecto ambiental, la producción agrícola desarrollada por pequeños productores en la región Costa de CFA, es más sostenible que la producción agrícola de cacao CCN-51, ya que la huella de carbono es menor y tiene una mayor tasa de secuestro de carbono.

Una metodología factible para implementar en un sistema de trazabilidad con el fin de diferenciar el origen de los granos de cacao es la propuesta por Vargas et al. (2016): Distinción de variedades ecuatorianas de granos de cacao fermentados mediante espectroscopia Raman, que tiene una alta confiabilidad, un nivel medio de inversión y aunque necesita personal calificado, con una capacitación pueden realizar los análisis.

Actualmente la cadena de valor del cacao en el Ecuador es sostenible, especialmente la cadena de CFA frente a la de cacao CCN-51 en los aspectos sociales y ambientales. Sin embargo, a futuro esto puede invertirse, si no se impone un sistema de trazabilidad estandarizado que diferencie las dos variedades de cacao para recibir un precio acorde a la calidad que motive a los agricultores a mantener sus cultivos de CFA y no reemplazarlos con cacao CCN-51.

### **3.5 Recomendaciones**

Realizar una recolección de datos en campo más amplia que cubran todas las provincias del Ecuador y con un tamaño de muestra mayor para garantizar representatividad.

Realizar de forma experimental la diferenciación de los granos de cacao CCN-51 y CFA con todas las metodologías analizadas para calificar parámetros adicionales como grado de dificultad.

Realizar un análisis de la problemática del cambio de cultivo de cacao fino de aroma por CCN-51, y su posible erradicación e impacto ambiental a futuro.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdallah, A., Donnalaj, V., Gregg, C., Hofmann, C., Klok, B. T. (2016). Skills for Trade and Economic Diversification (STED) in Egypt the case of the: Furniture Industry. *Egypt, international labour organization*.
- Akerlof, G. (1970). The market for lemons. Quality Uncertainty and the Market Mechanism, *Quaternly Journal of Economics*, 84 (agost), 481-500.
- Albers A, Avadí A, Hamelin, L. (2021) *A generalizable framework for spatially explicit exploration of soil carbon based negative emission strategies*. Sci Rep
- Allen, S., de Brauw, A., Gelli, A. (2016). Nutrition and sustainability: Harnessing value chains to improve food systems. *Global Food Policy Report*. 48-55. doi: 10.2499/9780896295827\_06
- Alonso, A. M., Guzmán, G. I. (2006). Evaluación comparada de la sostenibilidad agraria en el olivar ecológico y convencional. *Agroecología*, 1, 63-74.
- Avadí A., Temple L., Blockeel J., Salgado V., Molina G., Andrade, D. (2021). *Análisis de la cadena de valor del cacao en Ecuador*. Reporte para la Unión Europea, DG-INTPA. Value Chain Analysis for Development Project (VCA4D CTR 2016/375-804)
- Baitz, M., Bos, U. (2020). *Impact Methods, Data Collection and Data Requirements*. Recuperado de [https://ec.europa.eu/environment/eusssd/smgp/pdf/PEF%20webinar%20Nov%202020\\_Data%20and%20Impact\\_Final\\_.pdf](https://ec.europa.eu/environment/eusssd/smgp/pdf/PEF%20webinar%20Nov%202020_Data%20and%20Impact_Final_.pdf) (Noviembre, 2022).
- Bertazzo, A., Comai, S., Mangiarini, F., Chen, S. (2012). *Composition of Cacao Beans. Chocolate in Health and Nutrition*, 105–117. Doi:10.1007/978-1-61779-803-0\_8
- Bilge, P., Badurdeen, F., Seliger, G., Jawahir, I.S. (2014). "Model-based Approach for Assessing Value Creation to Enhance Sustainability in Manufacturing", *Procedia CIRP*, Volume 17, pages 106-111, ISSN 2212-8271, Available at: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.02.031>

- Bockel, L., Tinlot, M., Branca G. (2012). *Una Aplicación al Proyecto de Seguridad Alimentaria Acelerada en Tanzania Software exAct para el análisis del balance de carbono en proyectos de inversión*. Roma, Italia: FAO
  
- BTFP (Bio Trade Facilitation Programme). (2005). *Diagnóstico del Cacao Sabor Arriba: Sector de Ingredientes Naturales para la Industria Alimenticia*. Recuperado de: [http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/11/Diagnostico\\_Cacao\\_Arriba\\_Ecuador.pdf](http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/11/Diagnostico_Cacao_Arriba_Ecuador.pdf) (Noviembre, 2022).
  
- Chire, G., Ureña, M., Hartel, R. (2020). Fatty acid profile and solid fat content of Peruvian cacao for optimal production of trade chocolate. *Revista chilena de nutrición*, 47(1), 50-56. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182020000100050>
  
- COLEACP The Comité de Liaison Europe-Afrique-Caraïbes-Pacifique. (2021). *Market profile: Market profile Cocoa from Ecuador*. Recuperado de: [https://resources.colead.link/en/system/files/file\\_fields/2022/03/03/marketprofile-cocoafromecuadorenweb.pdf](https://resources.colead.link/en/system/files/file_fields/2022/03/03/marketprofile-cocoafromecuadorenweb.pdf) (Noviembre, 2022).
  
- Comunidad Andina. (2020). *Cartilla Anual: Ecuador estadísticas de comercio exterior de bienes 2020*. Recuperado de: <https://www.comunidadandina.org/DocOficialesFiles/DEstadisticos/ECUADOR2020.pdf> (Noviembre, 2022).
  
- de Souza, P. A., Moreira, L. F., Sarmiento, D. H. A., da Costa, F. B. (2018). Cacao—*Theobroma cacao*. *Exotic Fruits*, 69–76. doi:10.1016/b978-0-12-803138-4.00010-1
  
- Dubey, R., Gunasekaran, A., Childe, S. J., Fosso Wamba, S., Roubaud, D., Foropon, C. (2019). Empirical investigation of data analytics capability and organizational flexibility as complements to supply chain resilience. *International Journal of Production Research*, 1–19. doi:10.1080/00207543.2019.158282
  
- FAO. (2007). Guidelines for rapid appraisals of agrifood chain performance in developing countries. *Agricultural management, marketing and finance occasional paper*. Roma, Italia: Editorial FAO Fiat Panis.
  
- FAO. (2007). *Retos y oportunidades en un mundo globalizado*. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/ca4305es/ca4305es.pdf> (Noviembre, 2022).

- FAO. (2019). *Sistemas Alimentarios Nuestro Enfoque*. Recuperado de: <https://www.fao.org/food-systems/our-approach/en/> (Noviembre, 2022).
- Filipović, A. (2020). Water Plant and Soil Relation under Stress Situations. In R. S. Meena, R. Datta (Eds.), *Soil Moisture Importance*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.93528>
- Foster, R. (2005) Revised Universal Soil Loss Equation – Version 2 (RUSLE2). *USDA – Agricultural Research Service*, Washington D.C., USA
- García, A., Pico, B., Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador: Resiliencia en los diferentes actores de la producción. *Revista digital Novasinerгия*. Vol. 4. No 2. [doi.org/10.37135/ns.01.08.10](https://doi.org/10.37135/ns.01.08.10)
- Gardas, B., Raut, R., Cheikhrouhou N., Narkhede, B. (2019). A hybrid decision support system for analyzing challenges of the agricultural supply chain. *Sustainable Production and Consumption*, 18, 19–32.
- Gobierno del Ecuador. (2015). *Cacao Arriba, la Pepa de Oro*. Recuperado de: <https://www.derechosintelectuales.gob.ec/cacao-arriba-la-pepa-de-oro/>. (Noviembre, 2022).
- Gu, F., Yu, X. (2022) Profit distribution mechanism of agricultural supply chain based on fair entropy. *PLoS ONE* 17(7): e0271693. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0271693>
- Guilcapi, M. (2018). Análisis del estado actual de las cadenas de café y cacao. PRODUCTO 2: CACAO. *Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura y Ganadería*. Quito, Ecuador.
- Henry, C., Morillo, JLL., Salgado, V., Ulloa, W. (2018) *Plan de Mejora Competitiva para el Desarrollo Agroindustrial de la Cadena de Cacao y Chocolate*. Documento 2: Diagnostico y Benchmarking de la Cadena de Cacao. *Consorcio Agrer-Typsa, Ecuador*
- Herrmann, L., Haase, I., Blauhut, M., Barz, N., Fischer, M. (2014). DNA-Based Differentiation of the Ecuadorian Cocoa Types CCN-51 and Arriba Based on

Sequence Differences in the Chloroplast Genome. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(50), 12118–12127. doi:10.1021/jf504258w

- Hühn, T. (2018). *U.S. Patent Application No. 15/742,428*.
- INEC Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2018). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-2018*. Recuperado de: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-2018/> (Noviembre, 2022).
- INEC (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos). (2019). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua-2019*. Recuperado de: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-2019/> (Noviembre, 2022).
- Insee (Instituto Nacional de Estadística y de Estudios Económicos). (2020). *FOB (Free On Board) price*. Recuperado de: [https://www.insee.fr/en/metadonnees/definition/c1347#:~:text=The%20FOB%20\(Free%20On%20Board,the%20taxes%20minus%20the%20subsidies](https://www.insee.fr/en/metadonnees/definition/c1347#:~:text=The%20FOB%20(Free%20On%20Board,the%20taxes%20minus%20the%20subsidies) (Noviembre, 2022).
- Jaimez, R., Barragan, L., Fernández, M., Wessjohann, L. A., Cedeño, G., Sotomayor, I., Arteaga, F. (2022). *Theobroma cacao* L. cultivar CCN 51: a comprehensive review on origin, genetics, sensory properties, production dynamics, and physiological aspects. *PeerJ*, 10, e12676. <https://doi.org/10.7717/peerj.12676>
- Jimenez, J. C., Amores, F. M., Solórzano, E. G., Rodríguez, G. A., La Mantia, A., Blasi, P., Loor, R. (2018). Differentiation of Ecuadorian National and CCN-51 cocoa beans and their mixtures by computer vision. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(7), 2824–2829. doi:10.1002/jsfa.8790
- Jütting, J. P., Morrisson, C., Dayton-Johnson, J., Drechsler, D. (2008). Measuring gender (in) equality: The OECD gender, institutions and development data base. *Journal of Human Development*, 9(1), 65-86.
- Lacaze, M., Rodríguez, E., Lupín, B. (2007). Alimentos diferenciados: Principales métodos de captación, evaluación y valoración de sus atributos de calidad. *FACES*, 13(28), 7-34.

- Leonard, M., Pisani-Ferry, J., Shapiro, J., Tagliapietra, S., Wolff, G. (2021). *The geopolitics of the European Green Deal, Policy Contribution*, Bruegel.
- Lugato, E., Paustian, K., Panagos, P. (2016). Quantifying the erosion effect on current carbon budget of European agricultural soils at high spatial resolution. *Glob Chang Biol* 22:1976–1984. doi: 10.1111/gcb.13198
- Mabee, W., Jean Blair, M., T. Carlson, J., N.M. DeLoyde, C. (2020). *Sustainability. International Encyclopedia of Human Geography*, 157–163. doi:10.1016/b978-0-08-102295-5.10014-9
- Micro, S., Empresas, E.(2000). *Metodologia do Programa SEBRAE Cadeias Produtivas Agroindustriais*. Brasília: Edições SEBRAE.
- Moreno, C., Dries, L. (2022). Assessing the sustainability of agricultural production - a cross-sectoral comparison of the blackberry, tomato and tree tomato sectors in Ecuador, *International Journal of Agricultural Sustainability*, DOI: 10.1080/14735903.2022.2082764
- MPCEIP (Ministro de producción, comercio exterior, inversiones y pesca). (2019) *Propuesta base para el diseño e implementación del Programa Nacional de trazabilidad del cacao en el Ecuador*. Quito: Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca, Ecuador
- MPCEIP (Ministro de producción, comercio exterior, inversiones y pesca). (2021). *Boletín de Cifras: Comercio Exterior Julio 2021*. Recuperado de: <https://www.produccion.gob.ec/wp-content/uploads/2021/07/VFBoletinComercioExteriorJul20921.pdf> (Noviembre, 2022).
- Nair, K. (2010). *Cocoa (Theobroma cacao L.). The Agronomy and Economy of Important Tree Crops of the Developing World*, 131–180. doi:10.1016/b978-0-12-384677-8.00005-9
- Navas, H., Braga, D. (2011). Selection of a Stirrer Drive Configuration Using Pugh Decision Matrix Methodology. *Científica*, 15(3), 139-143.

- Neven, D. (2015). Desarrollo de cadenas de valor alimentarias sostenible. Principios rectores. *Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura*. Roma, Italia: Editorial FAO Fiat Panis.
- Ni, X., Liao, S., Tan, S., Peng, Y., Wang, D., Yue, K., Yang, Y. (2020). *The vertical distribution and control of microbial necromass carbon in forest soils*. *Global Ecology and Biogeography*. doi:10.1111/geb.13159
- Ontl, T. A., Schulte, L. A. (2012). Soil Carbon Storage. *Nature Education Knowledge* 3(10):35
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2008). *Gender and sustainable development: Maximising the economic, social, and environmental role of women*. OECD Publishing.
- Pan, H., Chen, R. (2005). A study on division of cooperative profit in supply chain. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 25(6), 87-93.
- Paredes, N., Monteros-Altamirano, Á., Lima, L., Caicedo, C., Bastidas, S., Tinoco, L., Fernández, F., Vargas, Y., Pico, J., Subía, C., Burbano, A., Chanaluz, A., Sotomayor, D., Díaz, A., Intriago, J., Chancosa, C., Andrade, A., Enríquez, G. (2022). *Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía ecuatoriana*. 1era Ed. 2022. Manual Nro. 125.
- Perea Villamil, A., Aranzazu Hernandez, F., Martinez Guerrero, N. (2013). *Características de calidad del cacao de Colombia: catálogo de 26 cultivares* (No. 633.7413/P434). FEDECACAO (Federacion Nacional de Cacaoteros).
- Piwowar-Sulej, K., Bąk-Grabowska, D. (2020). Non-Permanent Employment and Employees' Health in the Context of Sustainable HRM with a Focus on Poland. *Social Sciences*, 9(7), 117. doi:10.3390/socsci9070117
- Quingaísa, E., Riveros, H. (2007). Estudio de caso: Denominación de origen "Cacao Arriba". *IICA Ecuador Quito Ecuador*.
- Sánchez, F., Medina, S., Díaz, G., Ramos, R., Vera, J., Vásquez, V., Onofre, R. (2015). Potencial sanitario y productivo de 12 clones de cacao en Ecuador. *Revista fitotecnica mexicana*, 38(3), 265-274.

- Sandoval, S. (2015). La cadena global de valor: consideraciones desde el ciclo del capital. *Problemas Del Desarrollo*, 46(182), 165–190. doi:10.1016/j.rpd.2015.04.003
- Sedgwick, P. (2013). *Snowball sampling*. *BMJ*, 347(dec20 2), f7511–f7511. doi:10.1136/bmj.f7511
- SIPA (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2020). *Boletín situación del cacao*. Recuperado de: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-agricolas/situacional-cacao> (Julio, 2022).
- SIPA (Ministerio de Agricultura y Ganadería). (2021). *Ficha del Cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.)*. Recuperado de: <http://sipa.agricultura.gob.ec/index.php/cacao> (Noviembre, 2022).
- Tacer-Caba, Z. (2019). The concept of superfoods in diet. *The Role of Alternative and Innovative Food Ingredients and Products in Consumer Wellness*, 73–101. doi:10.1016/b978-0-12-816453-2.00003-6
- Tavernier, E., Tolomeo, V. (2004). Farm typology and sustainable agriculture: ¿Does size matter? *Journal of Sustainable Agriculture*, 24(2), 33–46. [https://doi.org/10.1300/J064v24n02\\_05](https://doi.org/10.1300/J064v24n02_05)
- Traore, F., Diop, I. (2021). Measuring food price volatility. *AGRODEP technical notes*, (0019).
- Treat, J. (2004). *Energy Futures and Options*. *Encyclopedia of Energy*, 403–415. doi:10.1016/b0-12-176480-x/00165-0
- Vargas, P., Ciobotă, V., Salinas, W., Kampe, B., Aponte, P. M., Rösch, P., Ramos, L. (2016). Distinction of Ecuadorian varieties of fermented cocoa beans using Raman spectroscopy. *Food Chemistry*, 211, 274–280. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.05.01
- Vilaseca, J., Torrent, J., Lladós, J. (2001). De la economía de la información a la economía del conocimiento: algunas consideraciones conceptuales y distintivas. *Tendencias*, 2(2).
- von Hippel, C., Bendapudi, V., Tansky, J., Greenberger, D.B., Mangun, S.L., Heneman, R. (2006). *Operationalizing the shadow workforce: toward an understanding of the participants in nonstandard employment relationships*. In: Gleason, S.E. (Ed.),

Perspectives on Contigent Work in the United States, Japan, and Europe. W.E. Upjohn Institute for Employment Research, Kalamazoo, Michigan, pp. 29–65.

- WCED (World Commission on Environment and Development). (1987). Our common future. *The Brundtland Report*. Oxford: Oxford University Press
- Winkler, A. (2014). *Coffee, Cocoa and Derived Products (e.g. Chocolate)*. *Food Safety Management*, 251–282. doi:10.1016/b978-0-12-381504-0.00010-x
- Yıldız, E. (2016). The Importance of Women in Sustainable Development. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 5(1), 1-10.
- Zapata, S., Tamayo, A., Alberto, B. (2013). Efecto de la fermentación sobre la actividad antioxidante de diferentes clones de cacao colombiano. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 18(3), 391-404.
- Zarrillo, S., Gaikwad, N., Lanaud, C., Powis, T., Viot, C., Lesur, I., Fouet, O., Argout, X., Guichoux, E., Salin, F., Solorzano, RL., Bouchez, O., Vignes, H., Severts, P., Hurtado, J., Yopez, A., Grivetti, L., Blake, M., Valdez, F. (2018). The use and domestication of *Theobroma cacao* during the mid-Holocene in the upper Amazon. *Nature Ecology and Evolution*. 2:1879–1888. doi: 10.1038/s41559-018-0697-x.

## 5. ANEXOS

### ANEXO I.

#### Ecuaciones detalladas de la metodología y Resultados de los índices

*Distribución del valor creado entre actores de la cadena:*

$$\% vcp = \frac{\text{valor total creado por el productor}}{\text{valor total creado en la cadena}} \times 100\%$$

**Ecuación A1.1.** Porcentaje de valor creado para productor

$$\% vci = \frac{\text{valor total creado por el intermediario}}{\text{valor total creado en la cadena}} \times 100\%$$

**Ecuación A1.2.** Porcentaje de valor creado para intermediario

$$\% vce = \frac{\text{valor total creado por el exportador}}{\text{valor total creado en la cadena}} \times 100\%$$

**Ecuación A1.3.** Porcentaje de valor creado para exportador

**Tabla A1.1.** Resultados obtenidos con los datos de las encuestas realizadas de la distribución del valor creado entre principales actores de la cadena de cacao CCN-51

Actor	Rendimiento [t/ha]	Precio compra – precio de venta [USD/t]	Valor creado por actor [USD/ha]
Productor	1,55	2 200,59	3 403,03
Intermediario	1,55	313,11	484,20
Exportador	1,55	86,30	133,46

**Tabla A1.2.** Resultados obtenidos con los datos de las encuestas realizadas de la distribución del valor absoluto creado entre principales actores de la cadena de CFA

Actor	Rendimiento [t/ha]	Precio compra – precio de venta [USD/t]	Valor creado por actor [USD/ha]
Productor	0,66	2 205,00	1 453,56
Intermediario	0,66	955,50	629,88
Exportador	0,66	113,50	74,82

Equidad de género en la producción agrícola:

$$\% Ht = \frac{\text{Número de Hombres temporales por ha}}{\text{Número de trabajadores temporales por ha}} \times 100\%$$

**Ecuación A1.4.** Porcentaje de hombres temporales

$$\% Mt = 100\% - \% \text{Hombres temporales}$$

**Ecuación A1.5.** Porcentaje de mujeres temporales

$$\% Hp = \frac{\text{Número de Hombres permanentes por ha}}{\text{Número de trabajadores permanentes por ha}} \times 100\%$$

**Ecuación A1.6.** Porcentaje de hombres permanentes

$$\% Mp = 100\% - \% \text{Hombres temporales}$$

**Ecuación A1.7.** Porcentaje de mujeres permanentes

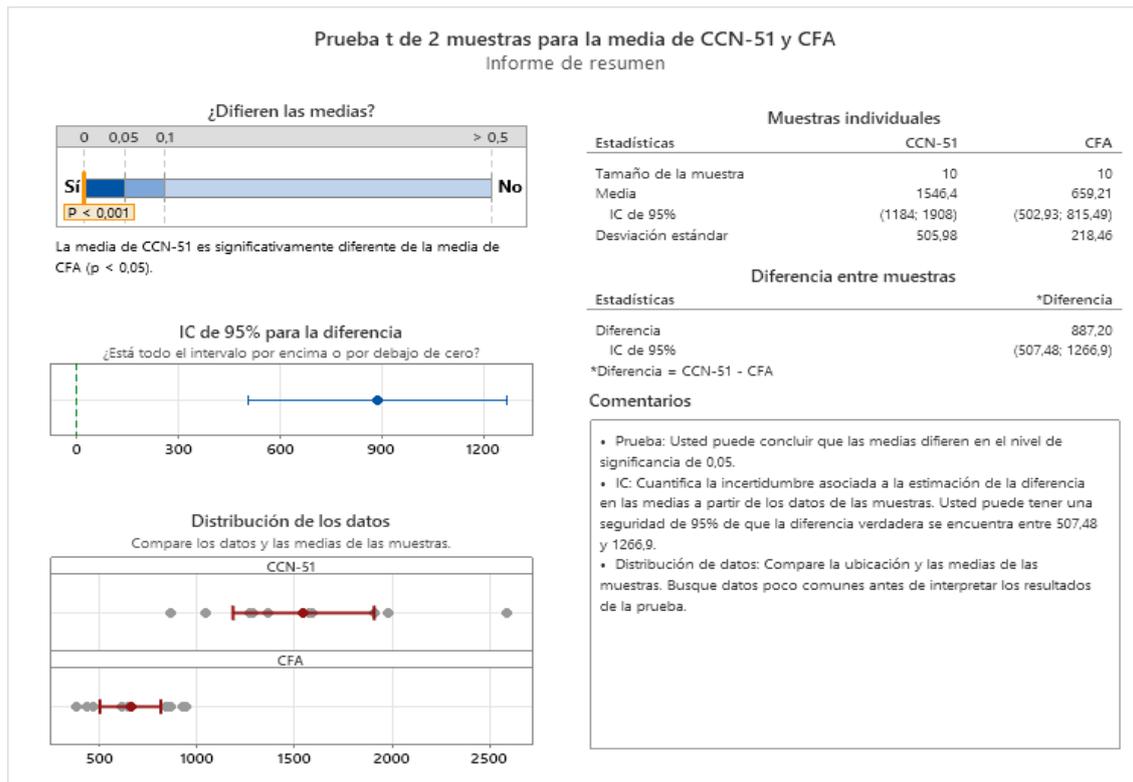
**Tabla A1.3.** Resultados de la equidad de Género en la producción agrícola con los datos de las encuestas

Mano de obra	Datos Encuestas	
	CCN-51 Total personas/ha	CFA Total personas/ha
Temporal Hombre	6,50	6,83
Temporal Mujer	4,14	6,75
Permanente Hombre	7,63	13,08
Permanente Mujer	0,33	0,67

## ANEXO II.

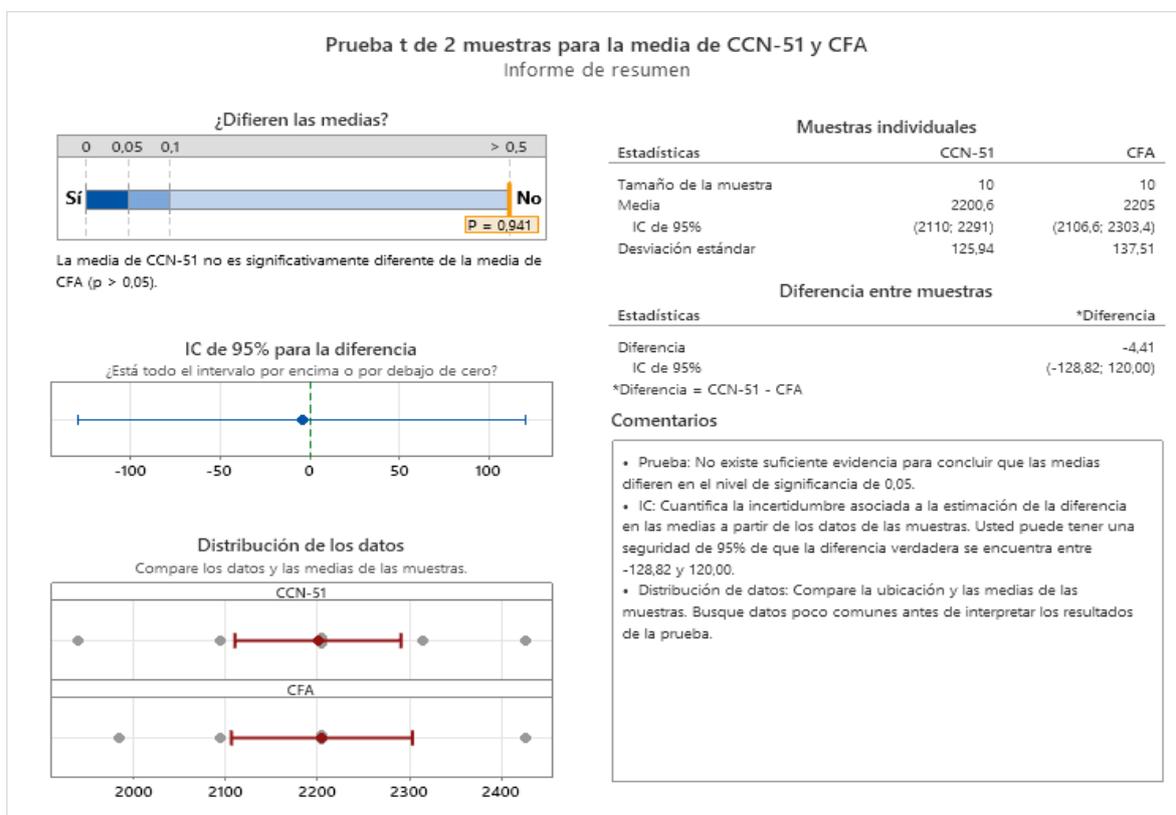
### Resultados obtenidos del Análisis Estadístico con el programa Minitab

Rendimientos:



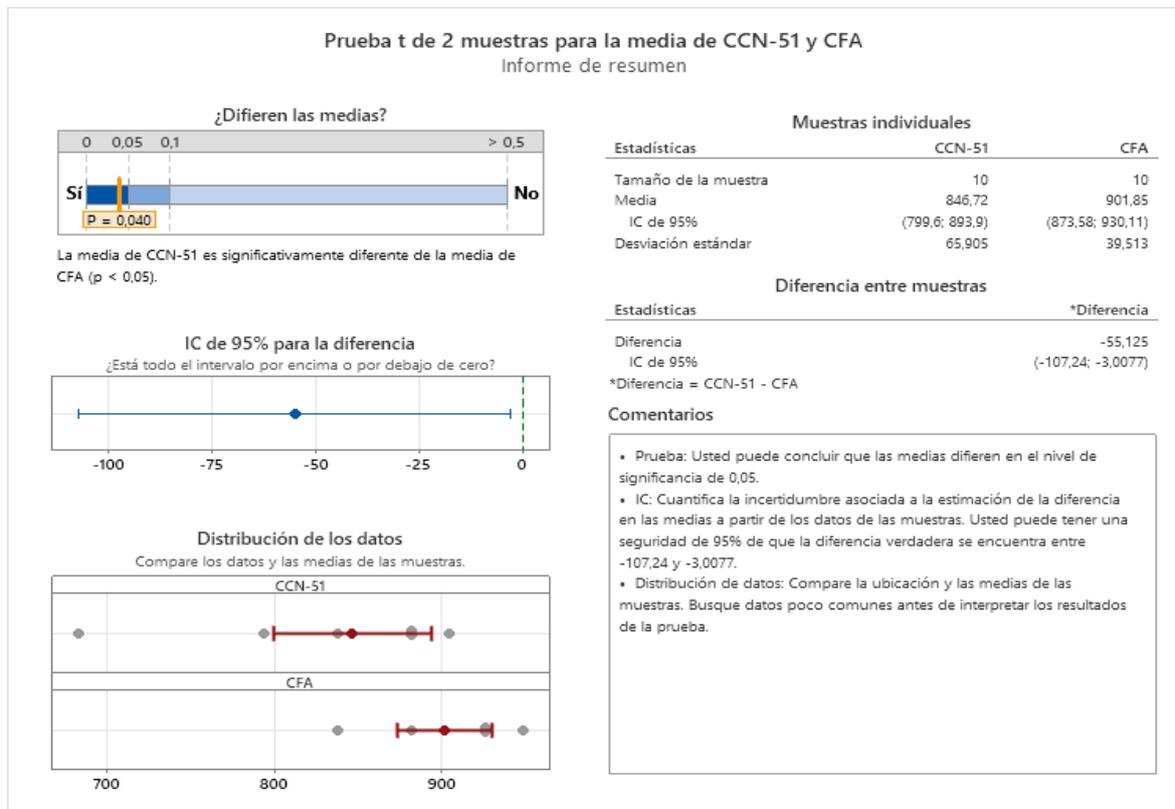
**Figura A2.1.** Resultado obtenido del programa Minitab de la prueba t de 2 muestras para la media de cacao CCN-51 y CFA con el fin de comparar la diferencia de rendimientos de acuerdo con las encuestas realizadas

Precio de granos fermentados y secos:



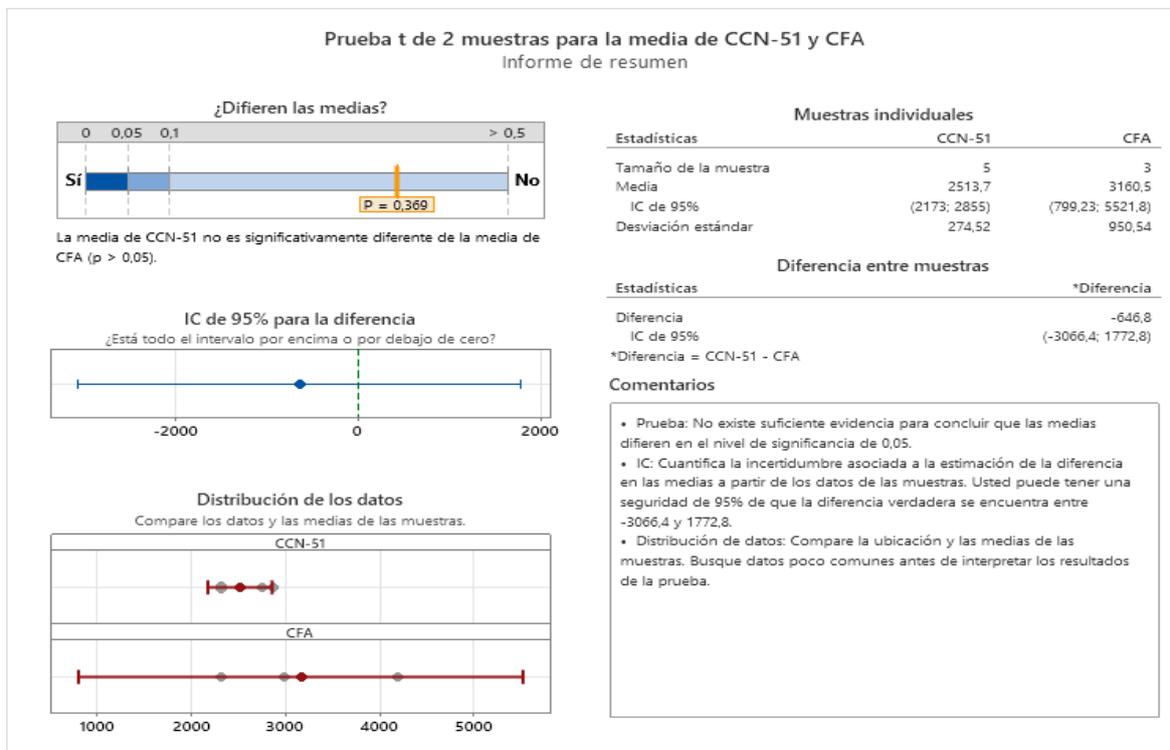
**Figura A2.2.** Resultado obtenido del programa Minitab de la prueba t de 2 muestras para la media de cacao CCN-51 y CFA con el fin de comparar la diferencia de precios de los granos de cacao fermentados y secos recibidos por los productores agrícolas de acuerdo con las encuestas realizadas

Precio de granos en baba:



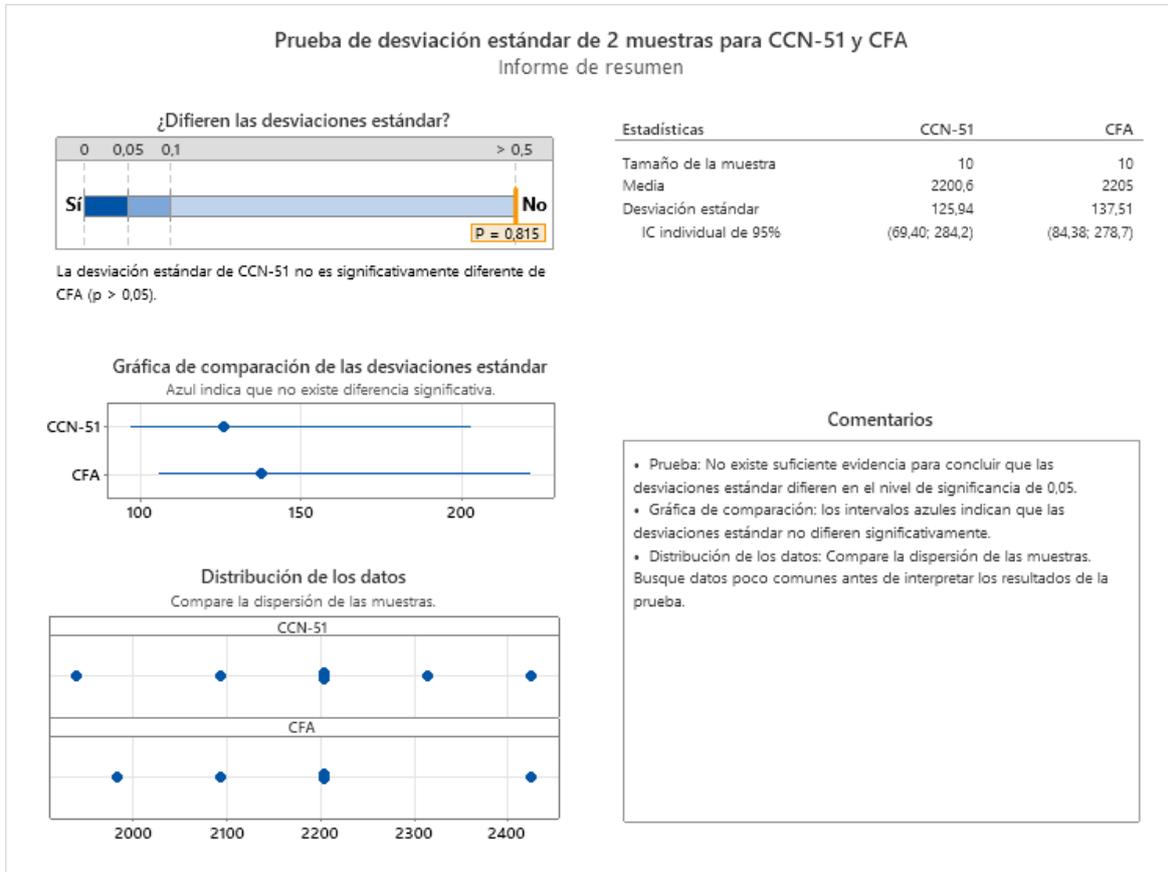
**Figura A2.3.** Resultado obtenido del programa Minitab de la prueba t de 2 muestras para la media de precios de los granos en baba recibidos por productores agrícolas para cacao CCN-51 y CFA de acuerdo con las encuestas realizadas

Precio de los granos de cacao fermentados y secos que pagan los exportadores a los intermediarios:



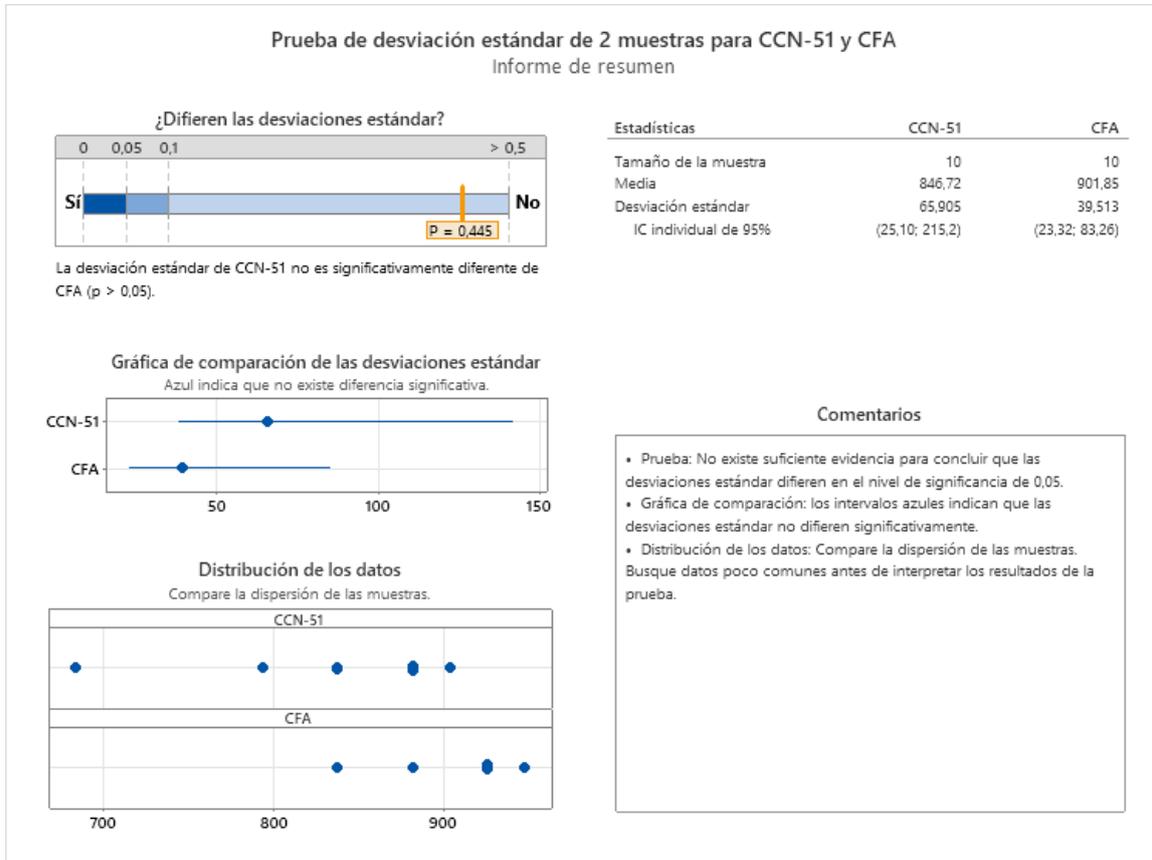
**Figura A2.4.** Resultado obtenido del programa Minitab de la prueba t de 2 muestras para la media de cacao CCN-51 y CFA con el fin de comparar la diferencia de precios de los granos de cacao fermentados y secos que pagan los exportadores a los intermediarios por los exportadores agrícolas de acuerdo con las encuestas realizadas

Variación de precios de los granos de cacao fermentados y secos recibidos por los productores agrícolas:



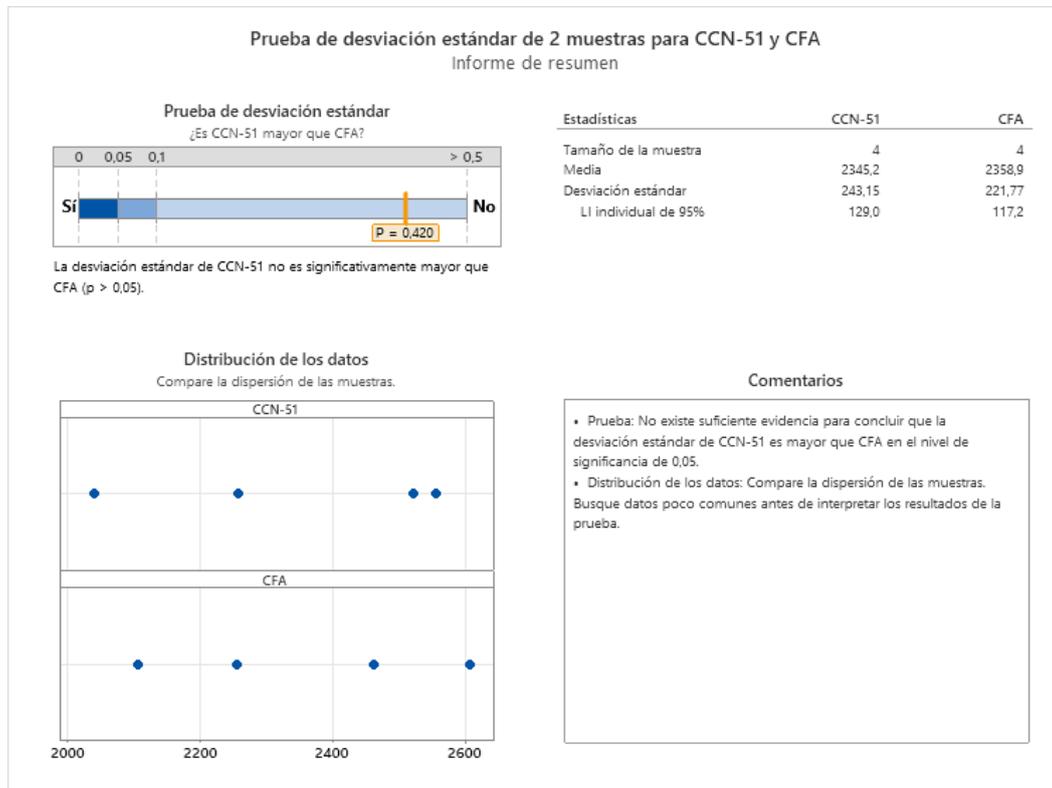
**Figura A2.5.** Resultado obtenido del programa Minitab de la prueba de desviación estándar de 2 muestras para cacao CCN-51 y CFA con el fin de comparar la diferencia de precios de los granos de cacao fermentados y secos recibidos por los productores agrícolas, de acuerdo con las encuestas realizadas

Variación de precios de los granos en baba recibidos por los productores agrícolas:



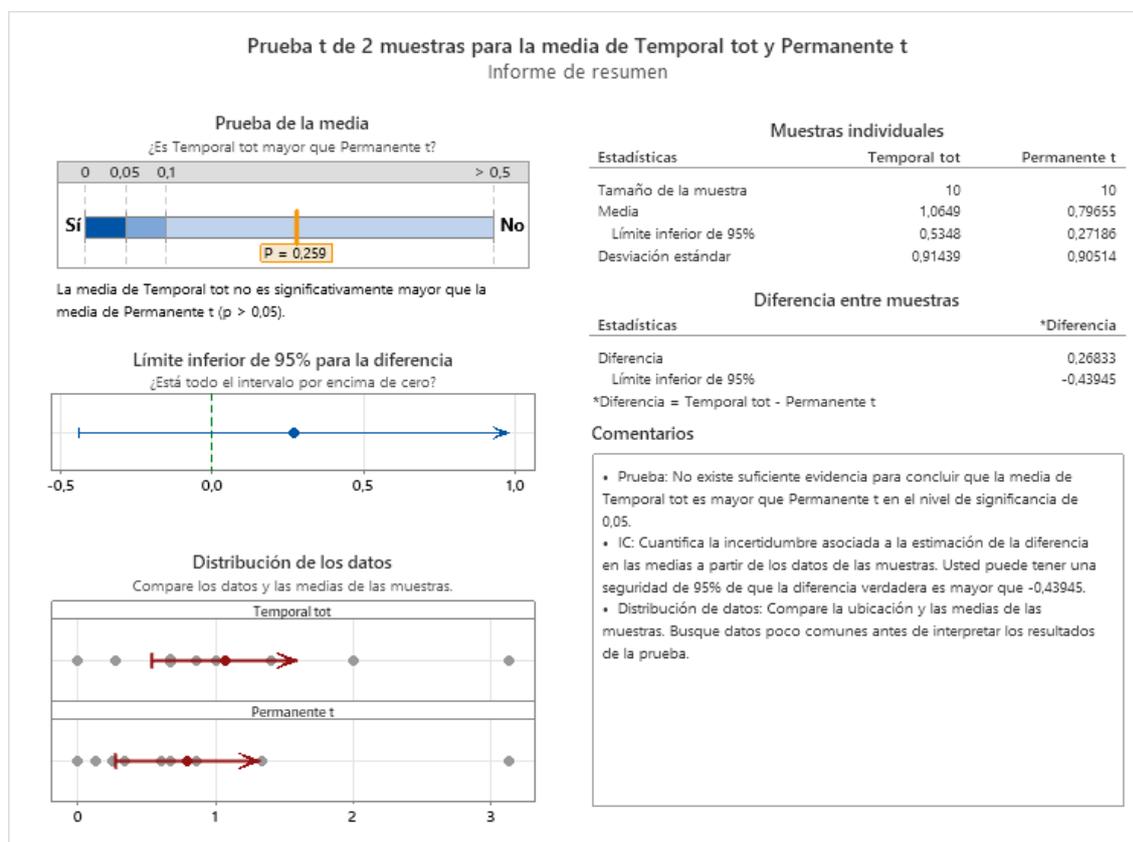
**Figura A2.6.** Resultado obtenido del programa Minitab de la prueba de desviación estándar de 2 muestras para cacao CCN-51 y CFA con el fin de comparar la diferencia de precios de los granos de cacao en baba recibidos por los productores agrícolas, de acuerdo con las encuestas realizadas

Volatilidad Precios de exportación en el tiempo (2018-2021):



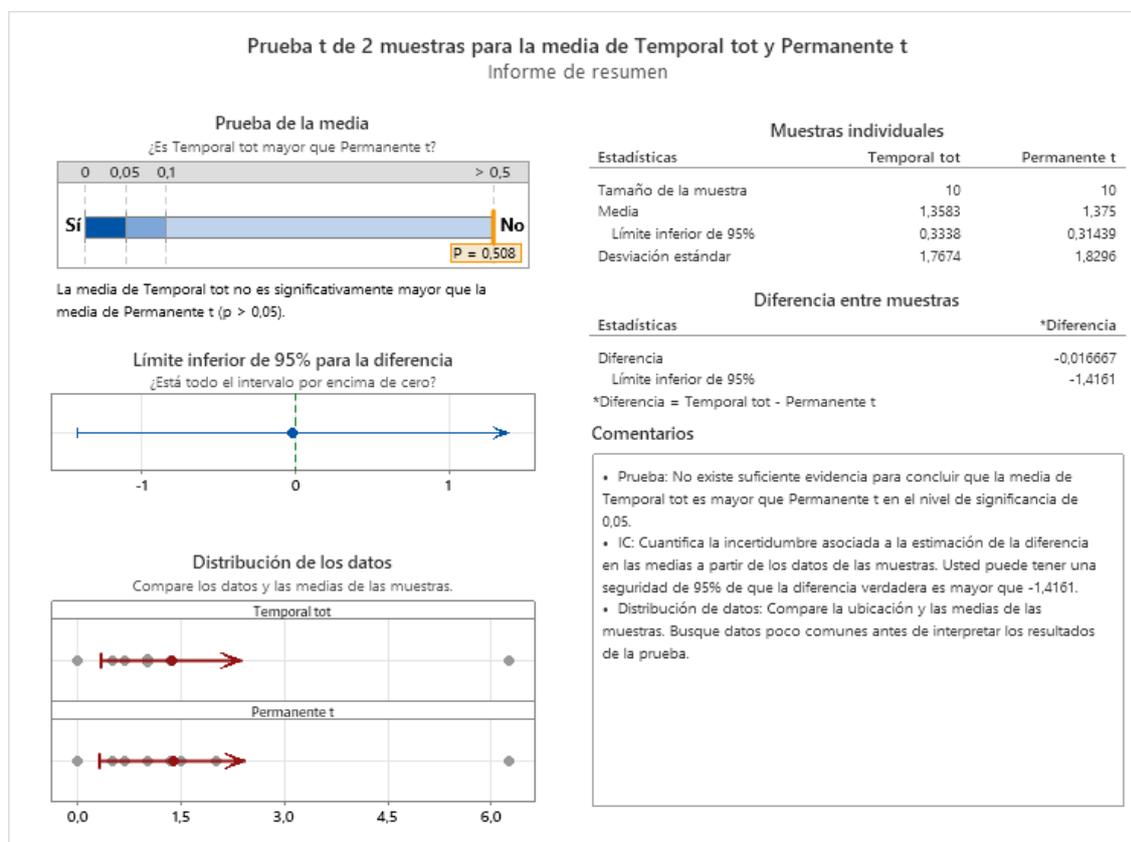
**Figura A2.7.** Resultado obtenido del programa Minitab de la prueba de desviación estándar de 2 muestras para cacao CCN-51 y CFA con el fin de comparar la diferencia de precios de los granos de cacao en baba recibidos por los productores agrícolas, de acuerdo con datos de Anecacao

Distribución del Empleo en CCN-51:



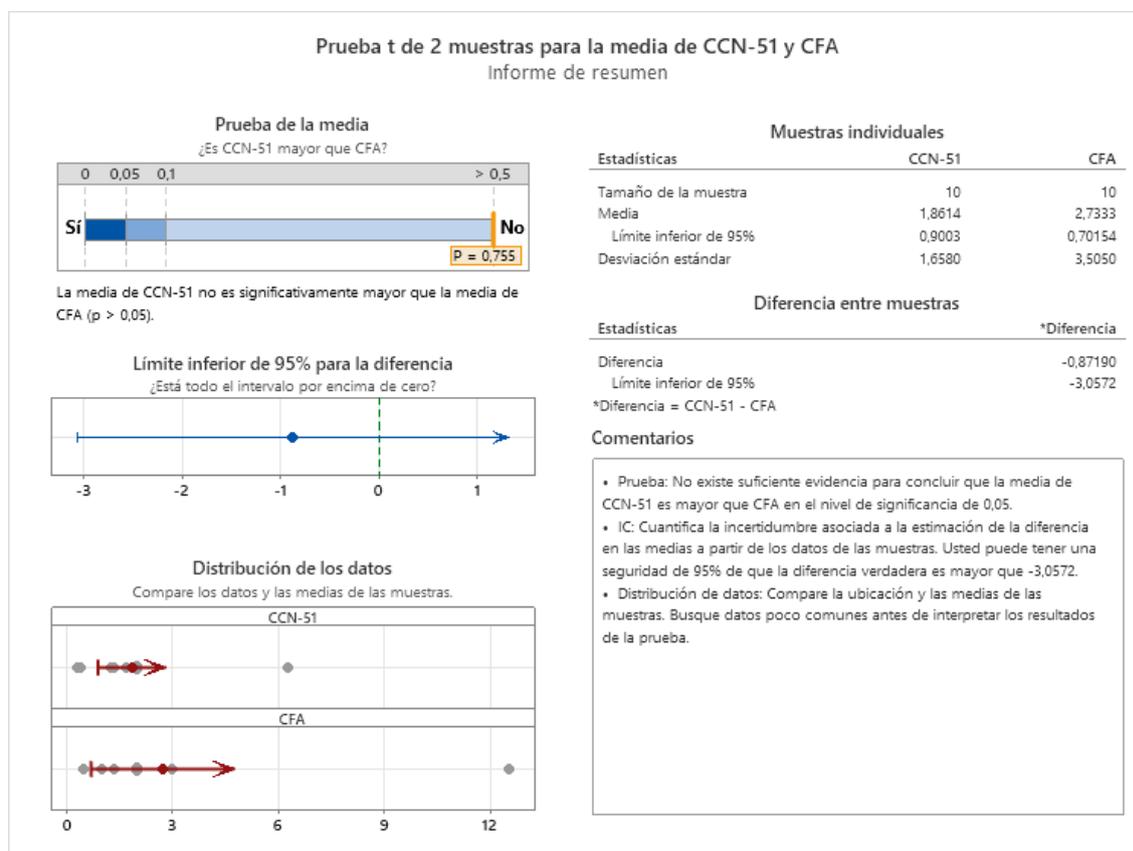
**Figura A2.8.** Resultado obtenido del programa Minitab de la prueba t de 2 muestras para la media de personas promedio por hectárea necesarias para empleo temporal y empleo permanente en producción agrícola de cacao CCN-51 de acuerdo con las encuestas realizadas

## Distribución del Empleo en CFA:



**Figura A2.9.** Resultado obtenido del programa Minitab de la prueba t de 2 muestras para la media de personas promedio por hectárea necesarias para empleo temporal y empleo permanente en producción agrícola de CFA de acuerdo con las encuestas realizadas

Distribución del Empleo entre CFA y CCN-51:



**Figura A2.10.** Resultado obtenido del programa Minitab de la prueba t de 2 muestras para la media de personas promedio por hectárea necesarias para empleo en producción agrícola de cacao CCN-51 y CFA de acuerdo con las encuestas realizadas

### ANEXO III.

#### Precios de los equipos e insumos de las diferentes metodologías existentes para diferenciar los granos de cacao CCN-51 y CFA

**Tabla A3.1.** Precio de equipos necesarios en la Distinción de variedades ecuatorianas de granos de cacao fermentados mediante espectroscopia Raman (Vargas et al., 2016).

Análisis	Equipo	Precio
Proceso de diferenciación	Espectrómetro Raman de mano	\$43000
	Fotodetector InGaAs	\$67,21
	Laptop	\$791
<b>TOTAL</b>		<b>\$43858</b>

**Tabla A3.2.** Precio de equipos necesarios en Diferenciación Basada en ADN de los Tipos de Cacao Ecuatoriano CCN-51 y Arriba Basada en Diferencias de Secuencia en el Genoma del Cloroplasto (Herrmann, 2014)

Análisis	Equipo	Precio
Preparación de la muestra	Autoclave	\$309,99
	TissueLyser	\$4 100
	Baño María	\$1 702,40
	Centrífuga	\$435,26
	Desecador al vacío	\$146,05
	Fluorómetro SpectraMax M2	\$12 299
	Termociclador T3	\$288
<b>TOTAL</b>		<b>\$19 280,7</b>
Proceso de diferenciación	Cromatógrafo dHPLC	\$40 000

**Tabla A3.3.** Precio de insumos necesarios en Diferenciación Basada en ADN de los Tipos de Cacao Ecuatoriano CCN-51 y Arriba Basada en Diferencias de Secuencia en el Genoma del Cloroplasto (Herrmann, 2014)

Análisis	Insumo	Precio
Preparación de la muestra	Tubos Eppendorf	\$13,10
	bromuro de cetiltrimetilamonio	\$63,89
	NaCl 0.1 N	\$22,88
	tris-(hidroximetil)aminometano (Tris)	\$99,94
	sal disódica (Na <sub>2</sub> -EDTA)	\$64,79
	agua doblemente destilada	\$ 88,55
	cloroformo	\$ 41,55
	isopropanol	\$230,96
	ácido clorhídrico (HCl)	\$ 95,08

<b>TOTAL</b>	<b>\$720,74</b>
--------------	-----------------

**Tabla A3.4.** Precio de equipos necesarios en Diferenciación de granos de cacao Nacional Ecuatoriano y CCN-51 y sus mezclas por visión artificial (Jimenez et al., 2018)

<b>Equipo</b>	<b>Precio</b>
DigiEye System	\$39 922,58

**Tabla A3.5.** Precio de insumos necesarios en Diferenciación de granos de cacao Nacional Ecuatoriano y CCN-51 y sus mezclas por visión artificial (Jimenez et al., 2018)

<b>Insumo</b>	<b>Precio</b>
Cuchilla de acero inoxidable	\$0,10

## ANEXO IV.

### Datos recopilados con Encuestas

**Tabla A4.1.** Datos de productores agrícolas recopilados con las encuestas

N° Encuesta	Tipo de Cacao	Superficie Sembrada [ha]	Superficie Cosechada [ha]	Densidad siembra [plantas/ha]	Edad plantas [años]	Cantidad de grano seco vendido [qq]	Precio del grano seco vendido [\$/qq]	Comprador de granos secos	Cantidad en baba vendido [qq]	Precio en baba vendido [\$/qq]	Comprador en Baba	Mano de obra contratada a tiempo completo hombres	Mano de obra contratada temporal hombres	Mano de obra familiar a tiempo completo hombres	Mano de obra familiar temporal hombres	Mano de obra contratada tiempo completo mujeres	Mano de obra contratada temporal mujeres	Mano de obra familiar a tiempo completo mujeres	Mano de obra familiar temporal mujeres
1	CCN-51	1	1	1 000	7	30	100	Asoc	90	36	Asoc		1		1				
1	CFA	3	3	800	6	20	100	Asoc	65	38	Asoc		2		2				
2	CCN-51	3	3	1 000	18	54	100	Priv	168	38	Priv			1					
2	CFA	2	2	900	20	10	110	Priv	30	43	Priv			1					
3	CCN-51	4	4	1 200	5	80	88	Asoc	200	38	Asoc		4	1					
3	CFA	1,5	1,5	600	20	10	90	Asoc	30	42	Asoc		2	1					
4	CCN-51	0,32	0,32	1 100	7	9	95	Priv	15	40	Priv			1					1
4	CFA	0,16	0,16	600	10	2	95	Priv	3	40	Priv			1					1
5	CCN-51	7,5	7,5	1 000	20	150	100	Priv	250	31	Priv			1	2				
6	CFA	2	0,5	800	5	2	100	Asoc	8	38	Asoc		1		1				
7	CCN-51	1,5	1	1 000	5	10	105	Asoc	60	40	Asoc		1	1					
7	CFA	2	1	600	10	12	95	Exp	25	42	Asoc		1	1					
8	CCN-51	1,5	1	1 000	5	10	100	Asoc	30	40	Asoc	1	1	1					
8	CFA	1	0,5	800	10	5	100	Asoc	15	40	Asoc	1	1	1					
9	CCN-51	5	5	1 000	10	200	110	Priv	60	40	Asoc	2	5	1			2		
9	CFA	1	1	1 000	20	5	110	Priv	15	42	Asoc	1	1						
10	CCN-51	3,5	3	1 000	12	40	100	Asoc	150	41	Asoc	2		1	2		1		
10	CFA	2	1	1 000	12	5	100	Asoc	10	42	Asoc	1		2			1		
11	CCN-51	3	2	800	8	25	100	Asoc	70	40	Asoc	1	1				1	1	
11	CFA	1,5	1	600	12	8	100	Asoc	30	42	Asoc	1	1					1	

Nota: Centro Acopio Asociación (**Asoc**), Centro Acopio Privado (**Priv**), Intermediario en Finca (**IF**), Exportador (**EXP**)

**Tabla A4.2.** Datos de los intermediarios recopilados con las encuestas

N° Encuesta	Precio que pago por los granos de cacao secos CFA [\$/qq]	Precio que pago por los granos de cacao en baba CFA [\$/qq]	Precio que pago por los granos de cacao secos CCN-51 [\$/qq]	Precio que pago por los granos de cacao en baba CCN-51 [\$/qq]	Precio que le pagaron por el cacao seco por quintal CCN-51	Precio que le pagaron por el cacao seco por quintal CFA	Compradores del cacao
1	110	38	100	36	125	135	UNOCACE
2	120	48	120	43	130	190	Chocolateros
3					105		COFINA, ECUACAO
4					105		COFINA, ECUACAO
5					105	105	Chocolateros

**Tabla A4.3.** Datos proporcionados por Anecacao sobre el volumen exportado de granos de cacao por variedad y año

Año	CCN-51 [TM]	CFA [TM]
2018	73 075	222 511
2019	52 448	222 825
2020	70 462	254 726
2021	62 184	264 812

**Tabla A4.4.** Datos proporcionados por Anecacao sobre el precio FOB de granos de cacao por variedad y año

Año	CCN-51 [\$]	CFA [\$]
2018	149 114 377	468 943 610
2019	118 463 089	502 596 855
2020	177 815 169	627 353 833
2021	159 064 895	691 059 612