

**IMPACTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA SOBRE LOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN DE CAFÉ DEL MUNICIPIO DE MARQUETALIA
(CALDAS -COLOMBIA)**

NÉSTOR ALBERTO SALAZAR LOAIZA I.A

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS.

MAESTRIA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

MANIZALES

2023

**IMPACTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA SOBRE LOS SISTEMAS DE
PRODUCCIÓN DE CAFÉ DEL MUNICIPIO DE MARQUETALIA
(CALDAS -COLOMBIA)**

NÉSTOR ALBERTO SALAZAR LOAIZA I.A

**Trabajo de tesis para optar al título de Magíster Scientiae en Desarrollo Sostenible y
Medio Ambiente**

Director

JUAN CARLOS GRANOBLES TORRES

I.A - MSc.

UNIVERSIDAD DE MANIZALES

FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS.

MAESTRIA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE

MANIZALES

2023

Agradecimientos

Nuestra mente es nuestro principal activo, cuando tengas un sueño debes ponerlo en movimiento y verás que todo es posible. Todo depende de tu actitud mental.

Debo agradecer a Dios por la vida, por darme una fabulosa familia.

A mis padres Gloria y Alberto (El León) quienes con su abnegado apoyo han hecho realidad un nuevo proyecto.

A mi Esposa Carolina y a mi hija Gabriela por su paciencia, temple y acompañamiento. Pilares fundamentales y motivo de mis sueños.

A mi amable Jefe el Ingeniero Agrónomo M.Sc Luis Fernando Giraldo por creer en mí y darme su decidido apoyo.

Agradezco al Comité de Cafeteros de Caldas y en especial al Servicio de Extensión Rural del Comité de Cafeteros de Marquetalia por darme apoyo y permitirme recurrir a su capacidad para fortalecer este proyecto.

Contenido

1 INTRODUCCIÓN.....	12
2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
3. JUSTIFICACIÓN.....	17
4. MARCO TEÓRICO.....	18
4.1 Cambio Climático	18
4.2. Variabilidad Climática.....	18
4.3. Teoría sobre Sistemas de Producción.	19
4.4. Sistemas de producción agropecuarios.	19
4.5. Sistemas de producción de Café	20
5. ANTECEDENTES	21
5.1 Situación Mundial.	21
5.1.1 La producción de Café.....	21
5.2 Antecedentes locales	22
6. OBJETIVOS	25
6.1. General	25
6.2. Específicos	25
7. MATERIALES Y MÉTODOS	26
7.1. Tipo de Investigación.	26
7.2. Población y Muestra.	26
7.3. Categorías de Análisis o Variables	27
7.4. Localización del estudio	27
7.5. Métodos e instrumentos de recolección de información.	29
7.6. Entrevistas y grupos focales con caficultores y agentes.	30
7.7. Fuentes de información.	30
8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32
8.1. Analizar el impacto de la variabilidad climática sobre los sistemas de producción de café del municipio de Marquetalia Caldas.	32
8.1.1 Caracterizar las variables del clima en la zona cafetera del municipio de Marquetalia Caldas en el periodo de 1991 - 2021.	32
9.2. Determinar los cambios ocurridos en los sistemas de producción cafeteros en los últimos 30 años en el municipio de Marquetalia Caldas.	39
9.3. Evaluar el impacto de la variabilidad climática en los sistemas de producción cafeteros en la zona de estudio, en los últimos 30 años.....	43
10. DISCUSIÓN	56

Lista de Figuras

Figura 1. Participación porcentual en la producción de café a nivel mundial, para el período de cosecha 2017/2018	21
Figura 2. Etapas y fases de la investigación.	31
Figura 3. Registro Pluviométrico en la Estación La Esperanza de Marquetalia Caldas.....	31
Figura 4. Balance Hídrico de la estación La Esperanza (Marquetalia), año 2021	34

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Ubicación del Municipio estudiado en el departamento de Caldas.....	26
Imagen 2. Mapa Cafetero del Municipio de Marquetalia.....	28

Lista de Tablas

Tabla 1. Tamaño de la muestra en el municipio.....	27
Tabla 2. Datos Generales de la Caficultura de Marquetalia.....	32
Tabla 3. Distribución de caficultores según el área sembrada en Café – 2022.....	33
Tabla 4. Anomalías de la Precipitación como respuesta a los eventos ENOS La Niña. Marquetalia Caldas.....	35
Tabla 5. Anomalías de la Brillo Solar en eventos ENOS La Niña. Marquetalia Caldas.....	36
Tabla 6. Anomalías de la Humedad Relativa en eventos ENOS La Niña. Marquetalia Caldas.....	37
Tabla 7. Anomalías de la temperatura promedio anual en eventos ENOS La Niña.....	38

Lista de Gráficas

Gráfica 1. Precipitación acumulada anual histórica en la estación Santa Helena (Marquetalia, Caldas).	35
Gráfica 2. Brillo solar acumulado anual histórico en la estación Santa Helena (Marquetalia, Caldas). .	36
Gráfica 3. Humedad Relativa acumulada anual histórica en la estación Santa Helena (Marquetalia, Caldas).....	37
Gráfica 4. Temperatura media acumulada anual histórica en la estación Santa Helena (Marquetalia, Caldas).....	38
Gráfica 5. Temperatura mínima, media y máxima anual histórica en la estación Santa Helena (Marquetalia, Caldas).	39
Gráfica 6. Años como productor Cafetero.	40
Gráfica 7. Composición demográfica en género de los caficultores encuestados.....	41
Gráfica 8. Grado de escolaridad población entrevistada.....	42
Gráfica 9. Composición demográfica en edad de los caficultores encuestados.	43
Gráfica 10. Percepción de afectación de la variabilidad climática en el territorio.....	44
Gráfica 11. Consideración de adaptación variabilidad climática.	45
Gráfica 12. Registro de pérdidas en el cultivo.	46
Gráfica 13. Causantes en las pérdidas registradas.....	47
Gráfica 14. Porcentaje de las pérdida registradas.....	48
Gráfica 15. Percepción de mayores niveles de producción en la actualidad.....	49
Gráfica 16. Realización cambio de cultivo o variedad de planta en la finca.....	50
Gráfica 17. Mayor disponibilidad de agua para la finca cuando se empezaron las labores de cultivo. .	51
Gráfica 18. Influencia del clima en la disponibilidad del agua en la finca.....	51
Gráfica 19. Variación en variables de temperatura y precipitación en relación al inicio de labores de cultivo.....	52
Gráfica 20. Afectación en los niveles de producción de los cultivos asociado a la variación en la temperatura y la precipitación.....	53
Gráfica 21. Adopción de medidas para mejorar la producción de sus cultivos.....	54

Lista de Anexos

Anexo 1. Instrumento aplicado para la recolección de datos.....	67
Anexo 2. Análisis de Conglomerados Jerárquicos.....	69
Anexo 3. Estadística descriptiva por Grupo de percepción	72

RESUMEN

En la zona cafetera del municipio de Marquetalia Caldas la variabilidad climática asociada a eventos El Niño y La Niña produce cambios en elementos climáticos, la precipitación aumenta ostensiblemente con la presencia de fenómeno ENOS de La Niña, y éstas mismas se reducen al presentarse evento El Niño manifestado con períodos secos prolongados. Ambas condiciones pueden favorecer o no el desarrollo de procesos fenológicos en el cultivo afectando el sistema de producción de café. Con el objetivo de analizar el impacto de la variabilidad climática sobre los sistemas de producción de café en el municipio de Marquetalia durante el año 2022, se aplicaron 70 encuestas semiestructuradas a pequeños caficultores. En la encuesta e interrelación con el caficultor se abordaron aspectos sociales, ambientales, consultando sobre percepciones de los productores frente al cambio climático, el impacto de las variaciones climáticas y su influencia en el sistema de producción de café. Complementariamente se caracterizaron las variables del clima en la zona cafetera del municipio de Marquetalia durante el periodo de 1991 – 2021. Los resultados obtenidos permitieron identificar variaciones importantes en los indicadores de temperatura, humedad relativa y brillo solar en la zona objeto de estudio; además percepciones de impactos negativos en el cultivo del café como efecto de la variabilidad climática, en especial en temporadas de alta pluviosidad por la presencia del fenómeno de La Niña; ante lo cual los cafeteros han tomado decisiones frente a sembrar otras variedades de café o hacer transiciones hacia otros cultivos.

Palabras Clave: Cambio Climático, Variabilidad Climática, Riesgo Climático, Caficultura.

ABSTRACT

In the coffee-growing area of the municipality of Marquetalia Caldas, the climate variability associated with El Niño and La Niña events produces changes in climatic elements, precipitation increases significantly with the presence of the La Niña ENSO phenomenon, and these same are reduced when the El Niño event occurs. manifested with prolonged dry periods. Both conditions may or may not favor the development of phenological processes in the crop, affecting the coffee production system. With the objective of analyzing the impact of climate variability on coffee production systems in the municipality of Marquetalia during the year 2022, 70 semi-structured surveys were applied to small coffee growers. In the survey and interaction with the coffee grower, social and environmental aspects were addressed, consulting about producers' perceptions of climate change, the impact of climate variations and their influence on the coffee production system. Additionally, the climate variables were characterized in the coffee-growing area of the municipality of Marquetalia during the period 1991 – 2021. The results obtained allowed us to identify important variations in the indicators of temperature, relative humidity and solar brightness in the area under study; also perceptions of negative impacts on coffee cultivation as an effect of climate variability. , especially in seasons of high rainfall due to the presence of the La Niña phenomenon; Given this, coffee growers have made decisions about planting other varieties of coffee or making transitions to other crops.

Keywords: Climate Change, Climate Variability, Climate Risk, Coffee Farming.

1 INTRODUCCIÓN

Un aspecto fundamental para entender los efectos de los fenómenos naturales sobre el planeta y en especial sobre la producción de los cultivos está relacionado con los procesos atmosféricos, diferenciar los procesos atmosféricos “tiempo atmosférico” de aquellas condiciones climáticas que prevalecen por periodos de tiempo extensos y que se entienden como clima.

En este sentido, el tiempo atmosférico es el estado de la atmósfera en un momento dado, el cual se expresa en el conjunto de fenómenos (nublado, soleado, lluvioso, calor, frío, o en situaciones atmosféricas extremas como helada, tormenta, vendaval, granizada, entre otros) que se observan en un instante determinado. El intervalo a que hace referencia el tiempo atmosférico es de minutos, horas hasta un par de días. Por clima se entiende las condiciones atmosféricas predominantes durante un período determinado sobre un lugar o una región. Ese período puede ser una semana, o de cinco-diez días, mes(es), años, siglos (IDEAM - UNAL, 2018).

De otro lado, La variabilidad climática hace referencia a las variaciones en los valores promedios del clima a escala temporal y espacial más allá de los eventos individuales del tiempo (Cenicafé, 2011). Como ejemplos de la variabilidad climática se tendrían sequías extendidas, inundaciones y condiciones resultantes de los eventos de El Niño y La Niña – Oscilación del sur (ENSO).

En el municipio de Marquetalia y en especial en su zona cafetera, la variabilidad climática que se asocia a los eventos El Niño y La Niña producen cambios en los elementos asociados al clima, la precipitación aumenta ostensiblemente con la presencia de fenómenos de La Niña, del otro lado, las precipitaciones se reducen al presentarse un evento El Niño que se manifiesta con periodos secos prolongados, ambas condiciones pueden favorecer o no el desarrollo de procesos fenológicos en el cultivo afectando el sistema de producción de café. Dadas estas circunstancias, resulta necesario evaluar e identificar los factores y variables que definen los procesos fenológicos en el cultivo del café, que favorecen o no los procesos en el sistema de producción y que a su vez lo define como un sistema vulnerable o resilientes.

El análisis del comportamiento de la agricultura después de fuertes eventos climáticos es un tema de investigación clave para poder identificar qué factores explican la vulnerabilidad de algunos agro ecosistemas, y por otro lado los factores que incrementan la resistencia y capacidad de recuperarse de un agro ecosistema (Henaó, 2013). El principal factor que afecta los rendimientos y la productividad de la agricultura es la variación del clima, especialmente del régimen de lluvias y temperaturas. Se estima que el cambio climático afecta de manera paulatina y progresiva la producción agropecuaria (IICA. 2015).

Actualmente, la preocupación por la sostenibilidad del ambiente mediante el manejo equilibrado de los recursos naturales renovables (el suelo, por ejemplo) para satisfacer las diversas necesidades de la humanidad, constituye un serio desafío, pues en cuanto aumenta la

población humana, se incrementa la demanda por alimentos y materias primas de origen vegetal y animal.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

En Colombia la actividad agropecuaria, y junto con ella la caficultura, viene perdiendo participación en la economía; mientras que en las décadas de los años ochenta y noventa tenía un peso relativo superior al 20% del PIB, en la actualidad no representa más del 6%. La agricultura solamente representa el 2,2% del PIB (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2018). Sin embargo, el sector tiene una enorme importancia en la generación de ingresos para millones de hogares en el país. Según las cifras de la Gran Encuesta Integrada de Hogares del DANE (2018), la agricultura ocupa alrededor del 25% del empleo, más de 3.5 millones de personas. De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el sector agropecuario se ha afectado gravemente por la ocurrencia de eventos climáticos extremos, especialmente durante las fases del Fenómeno El Niño y La Niña. Las anomalías involucradas en el cambio climático a través de la variabilidad climática generan un impacto socioeconómico de grandes proporciones en el ámbito regional. La agricultura depende del régimen de lluvias y el comportamiento de la temperatura. Cuando estas variables se alteran, pueden provocar inundaciones y deslizamientos en terrenos cultivados, proliferación de plagas y expansión de enfermedades, cambios en los ciclos vegetativos de los cultivos, cambios en los ciclos de plagas, mayor estacionalidad de la producción, pérdidas en la producción y rendimiento de cultivos, importación de productos agrícolas y amenaza a la seguridad alimentaria entre otros (Fondo Financiero De Proyectos De Desarrollo (FONADE) e Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2013).

La Federación Nacional de Cafeteros (FNC), (2021) atribuyó el resultado negativo en producción al "impacto negativo que tuvieron los bloqueos (por las protestas sociales) en el segundo trimestre del año y por el efecto del clima en algunas regiones cafeteras que pudo mermar la producción". Por otro lado, la producción de diciembre de 2021 alcanzó los 1,4 millones de sacos, significando un 21 % menor que la del mismo mes de 2020. Las cifras también son negativas si se mira lo corrido del año cafetero (octubre a diciembre de 2021), toda vez que las cosechas cayeron 19 % a 3,5 millones de sacos, contra los 4,3 millones del mismo periodo anterior. Respecto a las exportaciones, Colombia, que es el mayor productor mundial de café arábigo suave lavado, vendió en 2021 al extranjero 12,4 millones de sacos, un 1 % menos que los 12,5 millones que se vendieron en 2020. Las exportaciones de diciembre de 2021 fueron de 1,2 millones de sacos, un 10 % menos que los 1,3 millones exportados en diciembre de 2020, según los datos de la FNC. Y en el año cafetero, las exportaciones de café han caído el 9 %, de los 3,6 millones de sacos de octubre a diciembre de 2020 a los 3,3 millones que se vendieron en ese mismo periodo de 2021 (EFE, 2022).

El departamento de Caldas cuenta con una de las caficulturas más tecnificadas del país demostrando indicadores de competitividad con cifras sobresalientes así: 99,7% de la caficultura tecnificada, 88% de los cafetales jóvenes, una edad promedio del cultivo de 5,4 años, 80% del área en café sembrada en variedades resistentes, y 68% del área en cafés especiales; lo cual

demuestra que Caldas es uno de los departamentos líderes a nivel nacional en productividad de la caficultura. El comportamiento que ha tenido la caficultura caldense corresponde a la dinámica propia de la actividad, en la cual los caficultores implementan estrategias para asegurar la sostenibilidad de sus cultivos, que incluyen el mantenimiento de las plantaciones a través de la renovación de cafetales y la eliminación de árboles en zonas marginales cafeteras, las cuales se han compensado en muchos casos con siembras nuevas en áreas óptimas cafeteras.

Ahora, desde los efectos de la variabilidad climática en la producción cafetera se identifica a Hernández, (s.f), Londoño (2017) y Farfán (2017) quienes coinciden en afirmar que si bien es cierto el aumento de la temperatura trae como resultado alza en los niveles del mar y derretimiento en los cascos glaciales, para la práctica del cultivo del café se puede evidenciar modificaciones en los patrones de siembra del café, en especial en la búsqueda de terrenos localizándolos en altitudes de 1.600 m.s.n.m, una altimetría superior a los 1.200 m.s.n.m, todo ello en búsqueda de las condiciones de temperatura, luz y humedad aptas para la siembra y explotación del grano. La “reubicación” de terrenos para el cultivo del café bien podrían afectar los paisajes de las nuevas zonas de siembra e influir en menores capacidades productivas al ser menores las hectáreas de tierra que a esa altura se encuentren disponibles para el cultivo.

De otro lado, Riaño, citado por Londoño (2017) afirma que con temperaturas elevadas el brote de plantas se trunca o sus frutos maduran demasiado pronto como para lograr una alta calidad. A mayores grados de temperatura se posibilita la aparición de plagas como la roya, hongo que no tendría un hábitat apropiado en climas frescos. Finalmente, el incremento de la pluviosidad ocasiona daños en las plantas Arábica, y los períodos de sequía que permiten a la planta florecer y producir granos ocurren con menos frecuencia. Ross, citado por Londoño (2017), complementa, “por ello, aun medio grado puede hacer una gran diferencia para el café, afectando el crecimiento y el aumento de plagas y enfermedades”.

Gómez (2009) aborda los efectos de la variabilidad climática desde la óptica de balance hídrico agroclimático, planteando que “la mayoría de los estudios con bases de datos históricos de clima que se han realizado en Colombia no han diferenciado entre períodos con efecto del fenómeno El Niño – La Niña – Oscilación del Sur (ENSO) y sin efecto (Neutro)”, sin embargo la literatura construida indica que si se evidencian variaciones en la cantidad de precipitación originados por dicho fenómeno; y en ese sentido, se hace necesario hacer estudios de balance hídrico en los cultivos de café, “diferenciando para ello los períodos en que se presenta el fenómeno y describir su efecto” (Gómez, 2009).

Como complemento, Gómez (2009), plantea que “todo estudio realizado sobre el tema del cultivo del café, es importante para Colombia, ya que este producto agrícola de exportación representa tejido social, cultural, institucional y político que ha servido de base para la estabilidad democrática y la integración nacional”. El cultivo del café en Marquetalia Caldas, representa el renglón principal de la economía y fuente primaria e importante de ingresos además de ser un elemento que genera identidad para la región.

Otro grupo de investigaciones disponibles dan cuenta de las estrategias que emplean los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná para enfrentar el cambio climático (Turbay, Nates, Jaramillo, & Vélez, 2014), el análisis de las percepciones de pequeños caficultores y el conocimiento tradicional de las comunidades para afrontar el cambio climático en Anolaima – Cundinamarca (Córdoba, 2016). En consecuencia, es evidente la necesidad de complementar la investigación disponible profundizando en los efectos de las variaciones del clima sobre los sistemas de producción cafeteros.

El municipio de Marquetalia Caldas no es ajeno al comportamiento descrito, se da una dinámica propia de la caficultura que se ve afectada por un sin número de variables, entre ellas algunas relacionadas con el clima (temperatura, precipitación, brillo solar) que no se pueden controlar y que interfieren directamente en la productividad del cultivo. En Colombia hay un vacío notable de estudios cuantitativos sobre evaluación de los efectos socioeconómicos y la respuesta estratégica de los caficultores a los efectos del cambio climático en el nivel de la finca.

Para contribuir a incrementar el conocimiento de este fenómeno, el presente estudio emplea una combinación de técnicas cuantitativas y cualitativas para responder la siguiente pregunta:

¿Cuál es el impacto de la variabilidad climática sobre los sistemas de producción de café del municipio de Marquetalia Caldas?

3. JUSTIFICACIÓN.

Los impactos de los fenómenos asociados a la variabilidad climática en la zona cafetera en Colombia se determinan de manera especial en la deficiencia de agua en los suelos y sus efectos en los resultados de los cultivos. Sin embargo, se evidencia que hace falta el desarrollo de estudios de orden cuantitativo y cualitativo que permitan evaluar los sistemas de producción cafeteros y la respuesta estratégica de los caficultores a los efectos del cambio climático. Tal ausencia y la necesidad de identificar los niveles de impacto de la variabilidad climática en los componentes socio económicos y culturales de los caficultores localizados en el municipio de Marquetalia (Caldas) resaltan la importancia del desarrollo del presente trabajo investigativo.

De otro lado, la utilidad del estudio se concentra en el hecho que a partir de la cuantificación del comportamiento histórico de factores climáticos que influyen en la producción de café como el brillo solar, la lluvia acumulada y la humedad relativa, permitirá identificar cómo su variabilidad a través del tiempo puede generar modificaciones en las percepciones de los cultivadores frente a posibles impactos de orden económico, social y de prácticas de cultivo se manifiestan en la caficultura de la región, y desde este punto plantear alternativas a la institucionalidad cafetera local y regional a efectos de diseñar planes orientados a mitigar los impactos de la variabilidad climática.

Los datos analizados desde los enfoques cualitativos y cuantitativos serían de interés para aquellos organismos planificadores del sector cafetero a nivel municipal y departamental, toda vez que a partir de las cifras recolectadas podrían plantearse sinergias enfocadas a mejorar las condiciones productivas de las familias cafeteras del municipio, y apuntar por el sostenimiento de la cultura cafetera de la región, un sector cafetero del cual es reconocido su importancia y aporte a la generación de empleo e ingresos para el país.

Un elemento adicional de interés del estudio radica en el hecho que la experiencia metodológica en términos de recolección y análisis de datos bien puede ser tomada como punto de referencia para ser replicada, ya sea en otras regiones productoras de café o incluso en otras ramas de la agricultura colombiana, y desde allí empezar a generar datos de impactos de variabilidad climática en términos socio económico y culturales en diversas regiones y cultivos del país.

4. MARCO TEÓRICO

4.1 Cambio Climático.

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), éste se entiende como una variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial, y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. Por otro lado, el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) lo define como cualquier cambio en el clima con el tiempo debido a la variabilidad natural o como resultado de actividades humanas. Desde el punto de vista meteorológico, se llama cambio climático a la alteración de las condiciones predominantes. (IDEAM, sf)

En igual sentido, el cambio climático se refiere a los cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Estos cambios pueden ser naturales, por ejemplo, a través de las variaciones del ciclo solar. Pero desde el siglo XIX, las actividades humanas han sido el principal motor del cambio climático, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas. La quema de combustibles fósiles genera emisiones de gases de efecto invernadero que actúan como una manta que envuelve a la Tierra, atrapando el calor del sol y elevando las temperaturas (ONU, sf)

De acuerdo con lo citado anteriormente, se puede deducir que el clima incide en la distribución espacial y en el funcionamiento de los ecosistemas y en la disponibilidad de servicios ecosistémicos para la población en los territorios.

4.2. Variabilidad Climática.

La variabilidad climática denota las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, sucesos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos. La variabilidad puede deberse a procesos internos naturales del sistema climático (variabilidad interna) o a variaciones del forzamiento externo natural o antropógeno (variabilidad externa) (IPCC, 2013)

A través del tiempo (meses, años, siglos, milenios,...) el clima presenta ciclos o fluctuaciones de diversa duración. En diferentes años, los valores de las variables climatológicas (temperatura del aire, precipitación, etc.) fluctúan por encima o por debajo de lo normal (condición generalmente representada por el valor promedio de una variable climatológica en un período de por lo menos 30 años); la secuencia de estas oscilaciones alrededor de los valores normales, se conoce como variabilidad climática y su valoración se logra mediante la determinación de las anomalías (la diferencia resultante entre el valor de la variable climatológica y su valor promedio (Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia- IDEAM; - Universidad Nacional de Colombia UNAL. 2018).

Como ejemplos claros de las causas de la variabilidad climática se pueden citar, por un lado, la deforestación, precisando inicialmente que los árboles actúan como reguladores

naturales del clima, cuando estos son talados se restringe un proceso fotosintético importante en el que se transforma el dióxido de carbono (CO₂) en oxígeno (O₂). Y de otro lado la combustión de elementos fósiles, en este los procesos en los que se involucra la combustión de carbón, petróleo y gas producen dióxido de carbono y óxido nitroso que afectan el planeta a través del efecto invernadero.

La variabilidad climática depende entonces de condiciones atmosféricas extremas que exceden los parámetros normales, fenómenos como El Niño y La Niña, que implican aumentos en los precios de alimentos, servicios, energía, posibles reducciones en la producción y calidad de los cultivos, sobrecostos en productos agrícolas y transporte todo ello derivado por procesos erosivos.

4.3. Teoría sobre Sistemas de Producción.

El razonamiento en términos de sistemas desempeña un papel dominante en muy variados campos, desde las empresas industriales y los armamentos hasta temas reservados a la ciencia pura. La tecnología ha acabado pensando no ya en términos de máquinas sueltas sino de «sistemas». Se hizo necesario, pues, un «enfoque de sistemas. Los fenómenos sociales deben ser considerados en términos de «Sistemas» por difícil y hoy en día fluctuante que sea. La tendencia a estudiar sistemas como entidades más que como conglomerados de partes es congruente con la tendencia de la ciencia contemporánea a no aislar ya fenómenos en contextos estrechamente confinados sino, al contrario, abrir interacciones para examinarlas y examinar segmentos de la naturaleza cada vez mayores. Bajo la bandera de Investigación de sistemas (y sus abundantes sinónimos) se ha presenciado también la convergencia de muchos más adelantos científicos especializados contemporáneos. (Bertalanffy, 1986).

En este sentido, Bertalanffy (1986), define sistema como un conjunto de unidades recíprocamente relacionadas, esto es que en términos generales un sistema está conformado por componentes con estructura y funciones determinadas con entradas (insumos) y salidas (productos) definidas hacia un fin establecido.

4.4. Sistemas de producción agropecuarios.

Debido a su vasta extensión, variada topografía y rica biodiversidad, América Latina y el Caribe presenta la más diversa y compleja gama de sistemas agropecuarios del mundo. Se han identificado dieciséis sistemas principales (Dixon - Gulliver - Gibbon., 2001). Dentro de los más destacados se encuentran: Sistema de Producción Agropecuaria Intensivo Mixto. El café, la horticultura y la fruticultura son rubros importantes. Sistema de Producción Agropecuaria Maíz-Frijol (Mesoamericano). Se basa histórica y culturalmente en la producción del maíz y frijol para la subsistencia. Sistema de Producción Agropecuaria Intensivo Mixto de Montaña (Andes del Norte). Producción cafetalera y hortícola de los Andes; y (ii) las tierras altas y valles altos donde predominan los cultivos de clima templado, producción de maíz y porcinos. (Dion *et.al.* 2001).

4.5. Sistemas de producción de Café

Como lo describe Moreno (2007), la ciencia y la tecnología hoy día son el fundamento y el soporte de todas las actividades productivas artesanales o empresariales de los seres humanos; por tanto, es importante tener principios y conceptos amplios sobre lo que es un sistema de producción, para entenderlo en toda su dimensión y así poder acudir con precisión y oportunidad a la Fitotecnia como tecnología de la producción agrícola.

Para comprender mejor los sistemas, es importante considerar un poco la Teoría General de Sistemas, la cual se desarrolló cuando se comprendió que muchos problemas en el “mundo real” son muy complejos y que necesitan soluciones multidisciplinarias; pues no es suficiente con considerar unos pocos factores; hay que tomar en cuenta el conjunto y ver cada problema como uno de los componentes de un sistema (Arcila *et al.*, 2007). Los autores concluyen que la comprensión de las teorías, los elementos, las definiciones y los demás aportes que brinda sobre los sistemas, genera competencia para analizar y entender cualquier tipo de sistema en un momento determinado o por lo menos, para tener una perspectiva de sistemas. La Teoría General de Sistemas se encarga de analizar un sistema de forma general, luego los subsistemas que los componen o conforman y las interrelaciones que existen entre sí, para cumplir un propósito u objetivo. En consecuencia, busca semejanzas que permitan aplicar leyes idénticas a fenómenos diferentes y que a su vez permitan encontrar características comunes en sistemas diversos.

En la región cafetera colombiana se han identificado áreas homogéneas en características de suelo, relieve y clima denominadas ecotopos cafeteros, que definen el entorno o el ambiente principal de los sistemas de producción de café. Se consideran los siguientes sistemas de producción: tradicional, tecnificado, con semisombra y con sombra. Sistema de producción tradicional: Se considera un lote de café con variedad Caturra o Típica, establecido sin trazo, con sombrío no regulado y una población menor a 2.500 plantas por hectárea. Sistema de producción tecnificado: Se considera un lote de café con variedad Caturra o Castillo, el cual ha sido trazado, establecido al sol o con sombrío regulado y una población mayor a 2.500 plantas por hectárea. Sistema de producción con semisombra: Se define en función del componente arbóreo como regulador de la luz solar. Generalmente, se emplean especies arbóreas como el guamo, el nogal o el chachafruto, entre otros y con una densidad entre 20 y 50 árboles por hectárea, o cualquier especie arbustiva semipermanente (plátano o banano) con un número de plantas entre 300 y 750 sitios por hectárea. Sistema de producción de café con sombra: Está caracterizado por el empleo de cualquier especie arbórea permanente con una densidad superior a 50 árboles por hectárea, equivalente a una distancia de siembra de 14 x 14 m. También puede darse la regulación de la luz incidente por cualquier especie arbustiva semipermanente con más de 750 sitios por hectárea, la cual puede establecerse con una distancia de siembra de 3,7 x 3,7 m, con un arreglo espacial uniforme (Federación Nacional de Cafeteros, 1993).

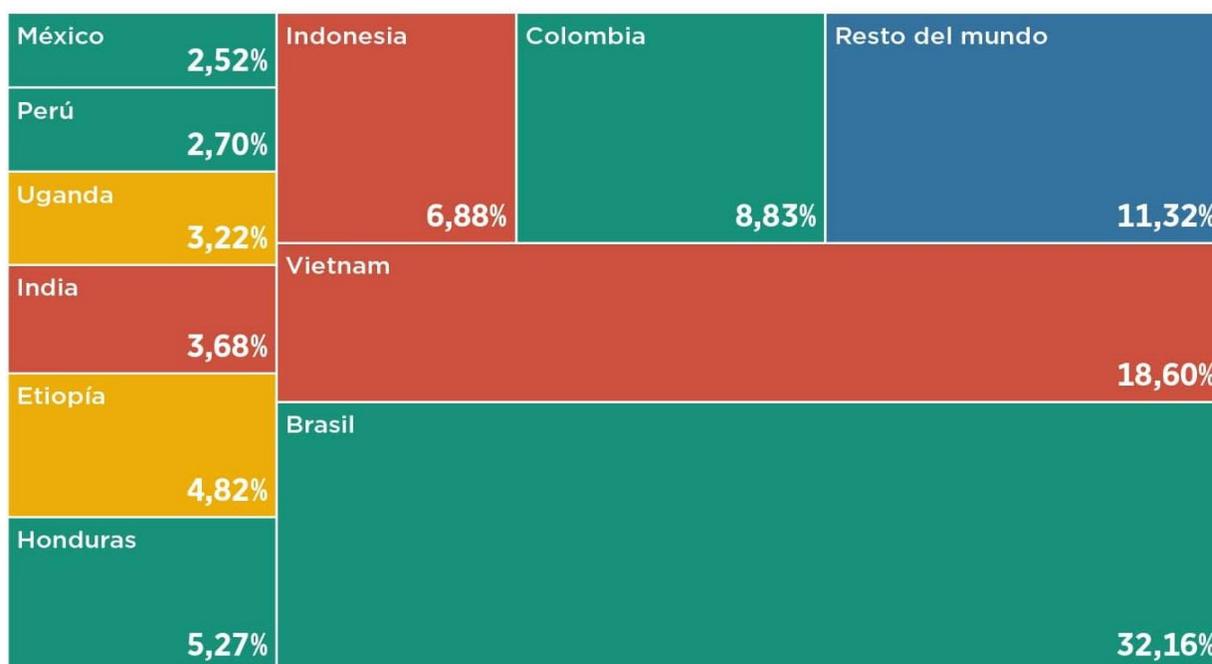
5. ANTECEDENTES

5.1 Situación Mundial.

5.1.1 La producción de Café.

Analizando el caso latinoamericano, Hernández (2023) plantea que la región dispone de una ubicación y orografía privilegiadas para el cultivo de un café de calidad. A tal punto que no es sorpresa que en la región sea ubiqüen 5 de los 10 mayores productores a nivel mundial, entre ellos el número uno, Brasil, cuyo café es consumido alrededor de todo el mundo; y Colombia, universalmente conocida por la calidad de su café. Pero tampoco es sorpresa que la demanda por café vaya en aumento. Cada año, y en parte dada por la expansión de la clase media en países asiáticos, el mundo necesita más y más café, y por ende, también de un aumento en la capacidad productora, lo que impacta a quienes lo producen en América Latina.

Figura 1. Participación porcentual en la producción de café a nivel mundial, para el período de cosecha 2017/2018



Fuente: Organización Internacional del Café (OIC). Citado por Hernández; O. (2023)

En el pasado, los agricultores veían en el café una opción rentable de generación de ingresos y como proyecto de vida, a tal punto que en la actualidad la industria cafetera emplea a más de 14 millones de latinoamericanos a lo largo de la región. Pese a lo anterior, en los últimos años, los efectos del cambio climático, las plagas y el precio del café en el mercado

internacional están generando ciertas condiciones que ponen en riesgo el bienestar social de millones pequeños productores latinoamericanos y sus familias. Los más afectados son los pequeños productores, en su mayoría con plantaciones de menos de 2 hectáreas, a los cuales cada vez menos les compensa cultivar café. Como alternativa, se empieza a evidenciar en ciertas zonas cafeteras procesos de transición hacia otros cultivos disminuyendo las áreas dedicadas a la caficultura, y de otro lado se generan proceso de migración desde las zonas rurales hacia áreas urbanas.

Como antecedente de orden internacional vale la pena citar a Altamirano (2012) quien desarrolló un proceso investigativo tendiente a determinar el efecto de las variables climáticas; precipitación anual, temperatura media anual, temperatura y precipitación registrada en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de café, y manejos de pre cosecha sobre la productividad de café en el país centroamericano, concluyendo de forma general que a pesar de registrarse variaciones en las medidas para los factores de temperatura y precipitación, los grupos poblacionales objeto de investigación no reportaron grandes fluctuaciones en los niveles de producción.

5.2 Antecedentes locales

A nivel local se resalta el trabajo de Farfán (2017) quien adelantó un estudio titulado “Percepción de los caficultores de los municipios de Salamina (Caldas), Santuario y Balboa (Risaralda), frente a la variabilidad climática”, en el cual el énfasis está puesto en dos aspectos claves, el primero en identificar cómo perciben la variabilidad climática y qué información manejan acerca de sus perspectivas a mediano y largo plazo; y el segundo en determinar cuál es la capacidad de recuperación que poseen y cuales estrategias han adoptado para adaptarse a la variabilidad del clima. Dentro de los resultados se destaca en primer lugar que los caficultores perciben sentirse más afectados por eventos El Niño que en presencia de La Niña; este estado de afectación es general para toda la población evaluada, es decir no es diferente para grupos de caficultores categorizados por la altitud de ubicación de sus predios, áreas establecidas con café, áreas de las fincas, municipio, etc. En este sentido los caficultores han adoptado medidas o estrategias que contribuyen al mantenimiento de productividad y rentabilidad de los sistemas de producción, aún bajo condiciones adversas (adaptabilidad autónoma a la variabilidad climática). Dentro del paquete de estrategias de acción se identificaron prácticas centradas en las densidades de siembra, edad de los cultivos, ciclos de renovación, nutrición de las plantaciones, y oportuno manejo fitosanitario.

De otro lado, Londoño (2017), presenta un análisis de estrategias y medidas de adaptación a la variabilidad climática en cultivos de café en Colombia. El documento elaborado presenta una compilación de un conjunto de estrategias y medidas institucionales, de asistencia técnica y financiera, que se han promovido en torno a la protección y gestión hacia un sector cafetero colombiano más resilientes al clima, a escalas nacional, regional y local. Lo anterior, para formular recomendaciones que contribuyan a la reducción de los riesgos y combinen objetivos de producción, conservación y adaptación de los sistemas para la toma de decisiones. Las principales conclusiones del estudio giran alrededor de la necesidad de generar sinergias institucionales de tal forma que se puedan tomar acciones de manera conjunta entre todos los componentes de la cadena de valor asociada al cultivo, producción y comercialización del café,

de tal forma que puedan promoverse mejoras en el sistema y prevenir así la deforestación y la degradación de bosques en su cadena de suministro de café. Lo cual, además puede convertirse en una fuente de financiamiento, si se garantiza un impacto positivo en los ecosistemas y en el secuestro de carbono.

Burbano (2016), presenta una evaluación del impacto de la variabilidad climática interanual y cambio climático en el cultivo de café en Colombia, planteando que:

Los rendimientos del cultivo de café se encuentran estrechamente vinculados a la intensidad del fenómeno ENSO. De esta manera, durante el fenómeno de El Niño se producen disminuciones que fluctúan entre el 6% y el 24%. Lo anterior se debe a la exposición de la planta a condiciones de déficit hídrico severo, cuyos efectos son particularmente agravados en suelos con baja capacidad de retención de agua.

Tomando como punto de partida las variaciones porcentuales registradas como impactos de la variabilidad climática, sustenta que la aplicación de modelos de simulación dinámica de cultivos, en los cuales si se suministran de 207.7 mm a 362 mm durante las épocas de déficit hídrico significa una posibilidad de adaptación, con lo cual es posible mejorar los rendimientos a niveles entre un 1.62% al 17.2%, esto en períodos neutros. Las principales conclusiones del estudio plantean que mediante la aplicación de un modelo de simulación agrícola se determinó que los fenómenos de variabilidad climática interanual (Niño y Niña) ejercen un alto grado de influencia en el desarrollo y rendimiento del cultivo del café; siendo el fenómeno del Niño aquel de un mayor impacto negativo en los procesos productivos del café, sin embargo, añade Burbano (2016) que al lograr el suministro adecuado de riego durante los períodos de déficit hídrico se podría incrementar el rendimiento del cultivo, aun en niveles alcanzados durante los periodos neutros.

Continuando con la línea investigativa planteada por Burbano (2016), Castañeda y Ocampo (2016) adelantan un estudio alrededor de la Aplicación de modelos de cultivo del café para la evaluación de efectos de variabilidad climática, partiendo de la base que el café es un cultivo de alta vulnerabilidad a las variaciones climáticas, esto dado que las etapas de floración y la fructificación se encuentran muy ligadas a la distribución de periodos húmedos y secos, la temperatura del aire y los fotoperiodos. Ramírez, citado por Castañeda et.al. (2016).

Partiendo de estos comportamientos Castañeda et.al. (2016) toman como objeto de investigación el establecer los efectos de la variabilidad climática en la producción, empleando herramientas modernas (como la modelación de cultivos que puede ser utilizada en la planeación de estrategias de producción). Si bien es cierto el estudio toma como eje problemático los impactos de la variabilidad climática, el proceso investigativo se centró en la utilización de modelación de cultivos como estrategia útil a efectos analizar las interacciones entre la productividad con aspectos que pueden influir en el ciclo reproductivo de las plantas como el clima y la disponibilidad de agua, se aplicaron los modelos Cropsyst de la Universidad de Washington, empleando la plataforma BIOMA de la Unión Europea y AquaCrop de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura -FAO-, para la modelación del cultivo del café. Se observa entonces una intención investigativa en términos de impactos en el cultivo y no considerando variables de impacto socioeconómico sobre los cultivadores o sus familias.

Ahora, Gómez (2009) toma como objeto de estudio la variabilidad en el balance hídrico agroclimático en cultivos de café ubicados en algunas zonas cafeteras de Colombia, esto como efecto del fenómeno El Niño – La Niña – Oscilación del Sur (ENSO). Para ello aplicó el modelo de balance de Thornthwaite y Mather ajustado para las condiciones de la zona cafetera de Colombia, en cultivos de café a libre exposición solar, ubicados en la zona de influencia de catorce estaciones climáticas que pertenecen a la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia y que son operadas por el Centro Nacional de Investigaciones de Café – Cenicafé, concentrándose el proceso investigativo en la descripción de la precipitación y el índice hídrico (ETR/ETP). Los resultados de las mediciones permitieron concluir que en las diferentes zonas objeto de estudio se identificaron en diferente grado el efecto del fenómeno El Niño – La Niña – Oscilación del Sur (ENSO) sobre el balance hídrico agroclimático en cultivos de café. Si bien es cierto los datos analizados fueron tomados en diferentes zonas geográficas del país, sí es interesante reconocer que la influencia del fenómeno ENSO no es particular para determinadas regiones, sino por el contrario, se evidencian efectos en todo el territorio nacional, pero la intensidad o magnitud de los mismos se puntualiza para cada región.

6. OBJETIVOS

6.1. General

Analizar el impacto de la variabilidad climática sobre los sistemas de producción de café del municipio de Marquetalia Caldas.

6.2. Específicos

Caracterizar las variables del clima en la zona cafetera del municipio de Marquetalia Caldas en el periodo de 1991 - 2021.

Determinar los cambios ocurridos en los sistemas de producción cafeteros en los últimos 30 años en el municipio de Marquetalia Caldas.

Evaluar el impacto de la variabilidad climática en los sistemas de producción cafeteros en la zona de estudio, en los últimos 30 años.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Tipo de Investigación.

Estudio de carácter Mixto (descriptivo, relacional y analítico) ya que considera la percepción de cómo los caficultores del municipio de Marquetalia han sido afectados por las variaciones climáticas, así como el sistema de producción de Café, además que identifica las prácticas que los caficultores del municipio de Marquetalia implementan explícitamente para resistir los efectos de los extremos climáticos. Se consideraron, por un lado, variables socioeconómicas como tamaño del predio, estratificación por tipo de caficultor (pequeño, mediano y grande); de otro lado, la utilización de la mano de obra; variables tecnológicas como área sembrada en café, variedades resistentes y susceptibles a roya, edad de la caficultura, producción y productividad; y finalmente información orientada a analizar la vulnerabilidad, adaptación y percepción de futuro.

7.2. Población y Muestra.

Se seleccionó una muestra aleatoria con el apoyo de herramientas estadísticas en la cual se consideraron las siguientes características: Representatividad, homogeneidad y aleatoriedad. El estudio combinó técnicas cuantitativas y cualitativas para la recolección y el tratamiento de la información. La información primaria provino de una encuesta aplicada a una muestra de caficultores, complementada con las respuestas de grupos focales y actividades realizadas con productores cafeteros quienes también respondieron la encuesta en la región de estudio. La población objeto del estudio se conformó por caficultores del municipio de Marquetalia en el Departamento de Caldas. Al conocer el tamaño de la población (finita), representada en la totalidad de los caficultores del municipio (total de la población) y con el fin de determinar el tamaño de la muestra se consideraron las siguientes variables:

Se usó modelo que representara la totalidad de los caficultores con un alto nivel de confianza y bajo margen de error. Nivel de Confianza de 95%, $P= 0,95$ // $Q= 0.05$.

$$n_o = \frac{P * Q * Z^2 * N}{(N - 1) * E^2 + P * Q * Z^2}$$

Donde:

➤ n_o = Tamaño de la muestra.

- **P**= Proporción de la población que tiene la característica que deseo estudiar, pequeños productores.
- **Q**= Proporción de la población que no tiene la característica que deseo estudiar. Población que no son pequeños productores.

- $Q = 1 - P$
- Z = Nivel de confianza con la que se calcula el tamaño de muestra, tomado de la tabla de la curva normal estándar, varía entre 90% – 99%
95% equivale en la formula a 1,96.
99% equivale en la formula a 2,58.
- N = Tamaño total de la población.
- E = Error máximo permisible, varía entre 2% – 6%

$$n_0 = \frac{0.5 \times 0.5 \times (1.96)^2 \times 2126}{((2126-1) \times (0.05)^2 + (0.5 \times 0.5 \times (1.96)^2))} =$$

$$n_0 = \frac{387.944}{5,4949} =$$

$$n_0 = 70.59$$

En consecuencia, se aproxima a 70 como el número de encuestas a realizar

7.3. Categorías de Análisis o Variables

Este fue un estudio de carácter cualitativo y exploratorio con el cual se identificaron las prácticas que los caficultores del municipio de Marquetalia implementaron explícitamente para resistir los efectos de los extremos climáticos. Consideró variables socioeconómicas como tamaño del predio, estratificación por tipo de caficultor pequeño, mediano y grande, utilización de la mano de obra; variables tecnológicas como área sembrada en café, variedades resistentes y susceptibles a roya, edad de la caficultura, producción y productividad; información orientada a analizar la vulnerabilidad, adaptación y percepción de futuro.

Tabla 1. Tamaño de la muestra en el municipio.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	POBLACIÓN	MUESTRA
Caldas	Marquetalia	2.126	70
Total		2.126	70

Fuente: Salazar L., N. A., 2023

7.4. Localización del estudio

Este estudio se adelantó en el municipio de Marquetalia, ubicado en el oriente del departamento de Caldas, Colombia, en el denominado "Alto Oriente" caldense. Con una superficie total de 90.3 Km², altura media sobre el nivel del mar de 1600 metros; 14.992 habitantes.- Limita al norte con los municipios de Samaná y Pensilvania, al oriente con el municipio de Victoria, al sur con el departamento del Tolima y al occidente con el municipio de Manzanares. (Alcaldía de Marquetalia, 2020).

Imagen 1. Ubicación del Municipio estudiado en el departamento de Caldas.



Fuente: Mapas del departamento de Caldas. <https://www.mapasparacolorear.com/>

Según FNC (2021), Marquetalia posee un total de 2.126 caficultores, 2.494 fincas cafeteras y 2.770 hectáreas sembradas en café. Los caficultores estudiados en este proyecto se ubicarán en las 39 veredas cafeteras del municipio entre los 1.200 y 1.800 msnm.

Imagen 2. Mapa Cafetero del Municipio de Marquetalia.



Fuente: Sistema de Información Cafetero – SICA. 2019. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia FNC.

7.5. Métodos e instrumentos de recolección de información.

Se tomó información en campo, con apoyo del servicio de extensión del comité municipal de cafeteros de Marquetalia; se seleccionó un grupo de fincas y caficultores y en cada una de ellas se determinó el grado de vulnerabilidad a la variabilidad climática de los sistemas productivos de café.

Los datos de la encuesta fueron recolectados mediante entrevista directa en la finca del productor por un equipo experimentado de encuestadores, previamente capacitado en la aplicación de los instrumentos del estudio. Se realizó encuesta en la cual se aplicó el cuestionario a la población de caficultores seleccionados, abordando las variables socioeconómicas, tecnológicas y orientado a obtener información sobre la vulnerabilidad, adaptación y percepción de futuro.

La información se recolectó entre los meses de marzo y mayo de 2023. La encuesta semi estructurada se elaboró con el apoyo de los tutores en la línea de investigación. Con el objetivo de conocer la perspectiva de los caficultores ante los cambios climáticos, su conocimiento de los eventos, de las causas y las consecuencias de tales cambios en el sistema productivo y también sobre las condiciones de los hogares. Así mismo, se identificaron las respuestas o estrategias que asumen los productores ante la ocurrencia de eventos climáticos.

7.6. Entrevistas y grupos focales con caficultores y agentes.

Se abordaron dos grupos focales en el municipio, con el propósito de contrastar parte de la información recolectada y profundizar en el análisis de la perspectiva de los productores sobre el efecto y su respuesta a los fenómenos climáticos. Se convocó a productores que respondieron la encuesta en grupos de cinco integrantes, conformados por hombres y mujeres, entrevistando cada grupo en el municipio. Las entrevistas se realizaron empleando un cuestionario guía preparado con posterioridad al análisis de la información recabada en los grupos focales.

Abarcó los siguientes puntos de discusión:

- Principales eventos climáticos ocurridos en la región durante los últimos 30 años.
- Efectos de los eventos climáticos sobre la producción de café.
- Efecto sobre la generación de ingresos del hogar y sus condiciones de vida.
- Estrategias de los productores para dar respuesta inmediata y para prepararse para futuros eventos.

7.7. Fuentes de información.

Las fuentes de información secundaria permitieron recolectar por un lado datos meteorológicos de las estaciones meteorológicas ubicadas en el oriente de Caldas y acerca de las precipitaciones y temperatura registradas.

De otro lado, se recolectaron datos acerca de producción y área de café el municipio de Marquetalia, recurriendo para ello a las siguientes fuentes:

- a) Caficultores localizados en el municipio de Marquetalia,
- b) Individualmente y con grupos focales
- c) Líderes Comunitarios
- d) Extensionistas
- e) Asistentes Técnicos Rurales
- f) Base de Datos del SICA (Sistema Información Cafetera)
- g) Antecedentes y Bibliografía
- h) Otros estudios

Figura 2. Etapas y fases de la investigación.



Fuente: Salazar L., N. A., 2023

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1. Analizar el impacto de la variabilidad climática sobre los sistemas de producción de café del municipio de Marquetalia Caldas.

8.1.1 Caracterizar las variables del clima en la zona cafetera del municipio de Marquetalia Caldas en el periodo de 1991 - 2021.

Los sistemas de producción de café son el resultado de la interacción entre la planta de café y la oferta ambiental del sitio donde se establece, la cual está dada por las condiciones climáticas junto con las características físicas y químicas de los suelos. Con el conocimiento y la interpretación de esta interacción es probable que se pueda maximizar el potencial productivo de los cultivos, reducir el riesgo y aportar a la sostenibilidad y viabilidad económica de la caficultura. (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC] e Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2017).

Tabla 2. Datos Generales de la Caficultura de Marquetalia.

COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE CALDAS			
SISTEMA DE INFORMACIÓN CAFETERA - SICA			
DATOS GENERALES DE LA CAFICULTURA DE CALDAS AL AÑO 2022			
DESCRIPCIÓN		MARQUETALIA	
CAFETEROS	Nº	2116	
FINCAS	Nº	2508	
AREA TOTAL	Has.	6123	
AREA CAFÉ	Has.	2756	
DENSIDAD	Arb/Ha	4561	
EDAD	Años	6,1	
AREA RESISTENTE	Has.	2224	
AREA VARIEDAD	CATURRA	Has.	288
	COLOMBIA	Has.	346
	CASTILLO	Has.	1856
	CENICAFÉ 1	Has.	22
	TABI	Has.	0,46
	Otras	Has.	244
AREA TECNIFICADO	TEC ENV	Has.	639
	TEC JOV	Has.	2117
AREA LUMINOSIDAD	SOL	Has.	2701
	SEMISOMBRA	Has.	55

Fuente: Sistema de Información Cafetera 2022. Comité de Cafeteros de Caldas.

La Caficultura de Marquetalia está conformada por 39 veredas cafeteras, con 2.116 caficultores, 2.508 fincas y 2.756 hectáreas sembradas en café. El 98,5 % de los caficultores se clasifican como pequeños cafeteros (< 5 Ha), el 1,3 % como caficultores medianos (entre 5 y 10 Ha) y 0,2 % de ellos como caficultores grandes con más de 10 hectáreas sembradas en café.

Cuenta con una densidad promedio de 4.561 plantas y una edad promedio del café de 6,1 años. El 81 % de los cafetales se encuentran establecidos con variedades resistentes a la Roya del Café. Adicionalmente el 98 % de la caficultura se encuentra a libre exposición solar.

Tabla 3. Distribución de caficultores según el área sembrada en Café – 2022.

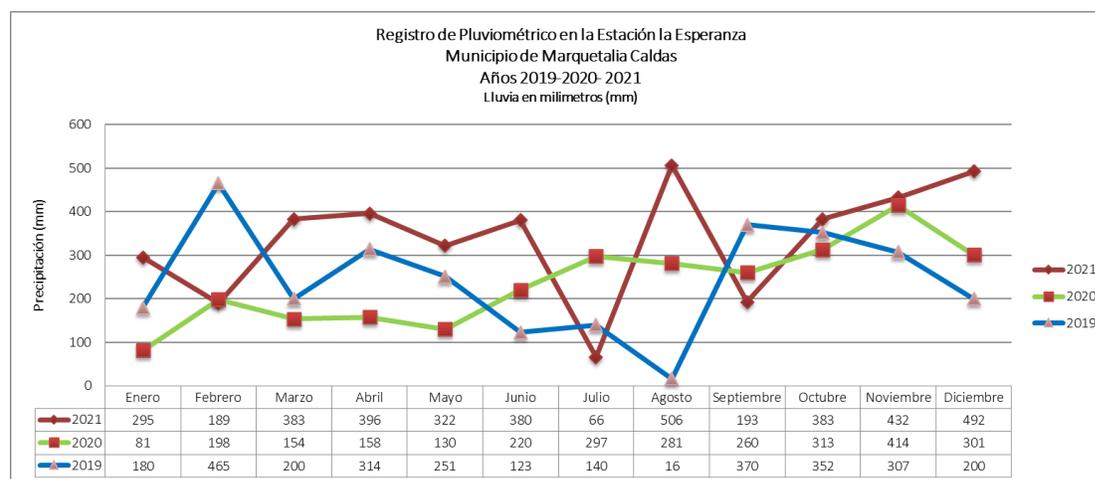
COMITÉ DEPARTAMENTAL DE CAFETEROS DE CALDAS										
DISTRIBUCIÓN DE CAFICULTORES SEGÚN EL AREA SEMBRADA EN CAFÉ - 2022										
MUNICIPIO DE MARQUETALIA										
Tipo Caficultor	Rango Cafetal (has)	Caficultores (num)	%	Fincas (num)	Area Café (has)	%	Area Café Cafic (has)	Edad Prom	Densidad Prom	Altura Prom
Pequeños	< 5	2.084	98,5	2.451	2.507	91,0	1,2	6,2	4.543	1.418
Medianos	5 - 10	28	1,3	45	170	6,2	6,1	4,7	4.555	1.481
Grandes	> 10	4	0,2	12	79	2,9	19,8	3,7	5.146	1.439
Total Caldas		2.116	100	2.508	2.756	100	1,3	6,1	4.561	1.423

Fuente: Sistema de Información Cafetera 2022. Comité de Cafeteros de Caldas.

Para este análisis se tomó información de las observaciones meteorológicas obtenidas en la estación climatológica propiedad de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC) ubicada en el municipio en estudio, Marquetalia. (Cenicafé, 2022).

Los registros pluviométricos de la estación, La Esperanza en Marquetalia Caldas (Figura 3), muestra un comportamiento bimodal de la precipitación con dos picos máximos de lluvia definidos, uno en el primer semestre entre los meses de marzo a mayo, y el otro pico en el segundo semestre entre los meses de septiembre a noviembre. Se pueden observar mayores volúmenes en el primer semestre del año 2019 (febrero 465 mm) y segundo semestre de 2021 (en septiembre 506 mm).

Figura 3. Registro Pluviométrico en la Estación La Esperanza de Marquetalia Caldas.

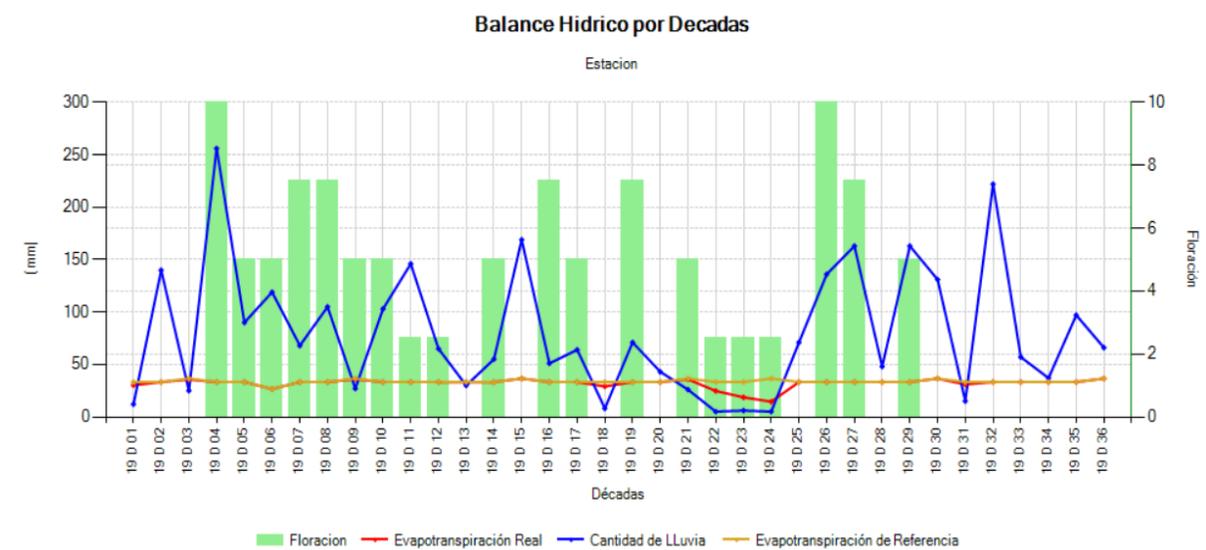


Fuente: Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC) Cenicafé (2022)

En la información de Balance Hídrico calculado para la Estación La Esperanza de Marquetalia (Figura 4 - inferior), se nota un exceso prolongado y constante de 2 a 5 meses entre febrero de 2021 hasta mayo de 2021, del mismo modo se puede observar un déficit de 1 a 2

mes, de julio a agosto de 2021. Esta condición agrometeorológica sugiere una ausencia de periodos prolongados de déficit hídrico, no se evidencian periodos secos prolongados; el año 2021 se caracteriza por tener un exceso hídrico prolongado con un índice de humedad probablemente alto.

Figura 4. Balance Hídrico de la estación La Esperanza (Marquetalia), año 2021



Fuente: Información del programa de Balance Hídrico. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia - Comité de Cafeteros de Caldas. (2021).

El análisis de los cambios en las variables meteorológicas a través del tiempo representa una tarea importante para entender el clima. Teniendo como base histórica al menos 30 años de información por sitio, pueden relacionarse condiciones presentes y futuras y su nivel de variación. La Organización Meteorológica Mundial define las normales climatológicas como los valores promedio o medias calculadas para un período uniforme, que comprende por lo menos tres períodos consecutivos de diez años (Organización Meteorológica Mundial, 2017, citado por García, *et al.* 2023) y son usadas como referencia para comparar observaciones y estimar anomalías o diferencias de variables como la precipitación, la temperatura y el brillo solar. El término anomalía se refiere a la diferencia de una medida respecto a un período base promedio (García, *et al.* 2023), en este caso, una normal climática de 30 años entre 1991 y 2021

El seguimiento de las anomalías a nivel regional es importante para comprender la variabilidad de un año a otro y los cambios a largo plazo causados por fenómenos climáticos.

Para este análisis se tomó información de las observaciones meteorológicas obtenidas en la estación climatológica propiedad de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC) ubicada en el municipio en estudio, Marquetalia. (Cenicafé, 2022).

Lluvia Acumulada. El análisis de la lluvia acumulada muestra de manera consistente que, los años 1999, 2007, 2008, 2010, presentan las mayores anomalías (Tabla 4), que en algunos casos representan valores con cantidades de lluvia 20 % superiores a las condiciones promedio. En el último año (2022), las variaciones positivas en lluvia fueron similares a los pasados eventos La Niña, incluso de intensidades débiles (Gráfica 1).

En cuanto a la caracterización de la precipitación vale decir que el cultivo de café requiere cantidades de lluvia anual de 1.500 mm. Los datos registrados dan cuenta para el período 1981-2021 el indicador de lluvia promedio acumulada anual registrada en la estación La esperanza supera los requerimientos de lluvia estándares, esto de acuerdo a los datos de climatología contenidos en la tabla 4.

Tabla 4. Anomalías de la Precipitación como respuesta a los eventos ENOS La Niña. Marquetalia Caldas.

Depto.	Municipio	Estación	Lluvia Acumulada Anual (mm)		Anomalías en mm por año respecto del promedio. Marquetalia. Caldas Colombia.							
			Promedio 1981 - 2021	Desviación Estándar	1.998	1.999	2.007	2.008	2.010	2.011	2.021	2.022
Caldas	Marquetalia	Santa Helena	3.960	715	623	1.725	800	927	764	672	78	- 129

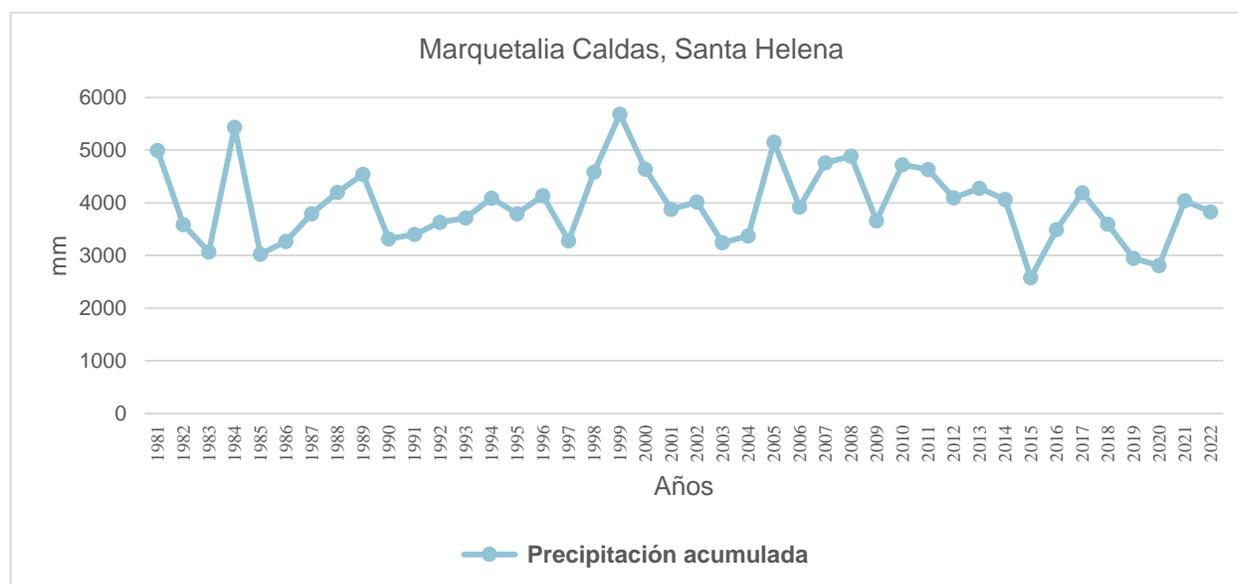
Disminución

Aumento

Aumento significativo

Fuente: Salazar L., N. A., 2023

Gráfica 1. Precipitación acumulada anual histórica en la estación Santa Helena (Marquetalia, Caldas).



Fuente: Salazar L., N. A., 2023

Brillo Solar. El cultivo de café requiere valores de brillo solar, entre 1.400 y 1.800 horas anuales. En el periodo evaluado tan solo en dos años (2003 y 2004) se presentó una oferta de brillo solar ligeramente por encima de los valores adecuados, el promedio de esta variable en el periodo evaluado estuvo en un rango adecuado (1547). En los años 2007 y 2018 se presentó un aumento de los valores de brillo solar ligeramente por encima del valor promedio. En este sentido la climatología favorece una normal condición de crecimiento y desarrollo del cultivo. La zona puede catalogarse como zona en rango de brillo solar adecuado, ver Tabla 5.

El Brillo solar para el café en el municipio de Marquetalia permite el crecimiento, desarrollo y facilita las funciones fisiológicas de la planta.

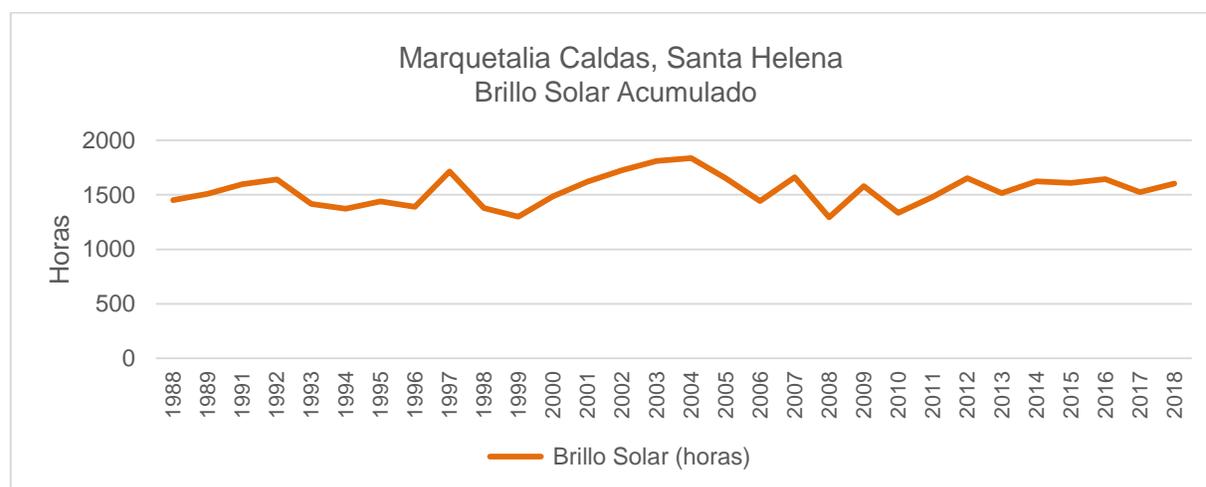
Tabla 5. Anomalías de la Brillo Solar en eventos ENOS La Niña. Marquetalia Caldas.

Depto.	Municipio	Estación	Brillo Solar acumulado anual en horas		Anomalías del Brillo Solar en horas por año respecto del promedio. Marquetalia. Caldas Colombia.							
			Promedio 1981-2018	Desviación Estándar	1.998	1.999	2.007	2.008	2.010	2.011	2.017	2.018
Caldas	Marquetalia	Santa Helena	1.544	144	- 165	- 244	117	- 249	- 208	- 63	- 20	59

Aumento
 Disminución
 Disminución Significativa

Fuente: Salazar L., N. A., 2023

Gráfica 2. Brillo solar acumulado anual histórico en la estación Santa Helena (Marquetalia, Caldas).



Fuente: Salazar L., N. A., 2023

Humedad Relativa. El promedio anual es de 82% y tiene una pequeña oscilación estacional que no excede el 6%. La humedad relativa muestra a través de los años 1998 -1999 y 2010 -

2011 los valores más altos por encima al 86% y la más baja en el año 2006 con 76%, ver Gráfica 3. Los registros anuales mínimos medios han alcanzado un 77 % y los máximos el 87,73%.

Los niveles altos de humedad relativa propician condiciones ideales para el desarrollo y ataque de enfermedades fungosas, tal como la roya del café (*Hemileia Vastatrix*) una de las enfermedades de importancia económica ya que es una limitante directa de la productividad.

Tabla 6. Anomalías de la Humedad Relativa en eventos ENOS La Niña. Marquetalia Caldas

Depto.	Municipio	Estación	Humedad Relativa Anual Acumulada %		Anomalías de la Humedad Relativa en % por año con respecto al promedio. Marquetalia. Caldas Colombia.							
			Promedio	Desviación Estándar	1.998	1.999	2.007	2.008	2.010	2.011	2.018	2.019
Caldas	Marquetalia	Santa Helena	82	3	4	4	-4	2	5	4	-3	-3

Aumento Significativo

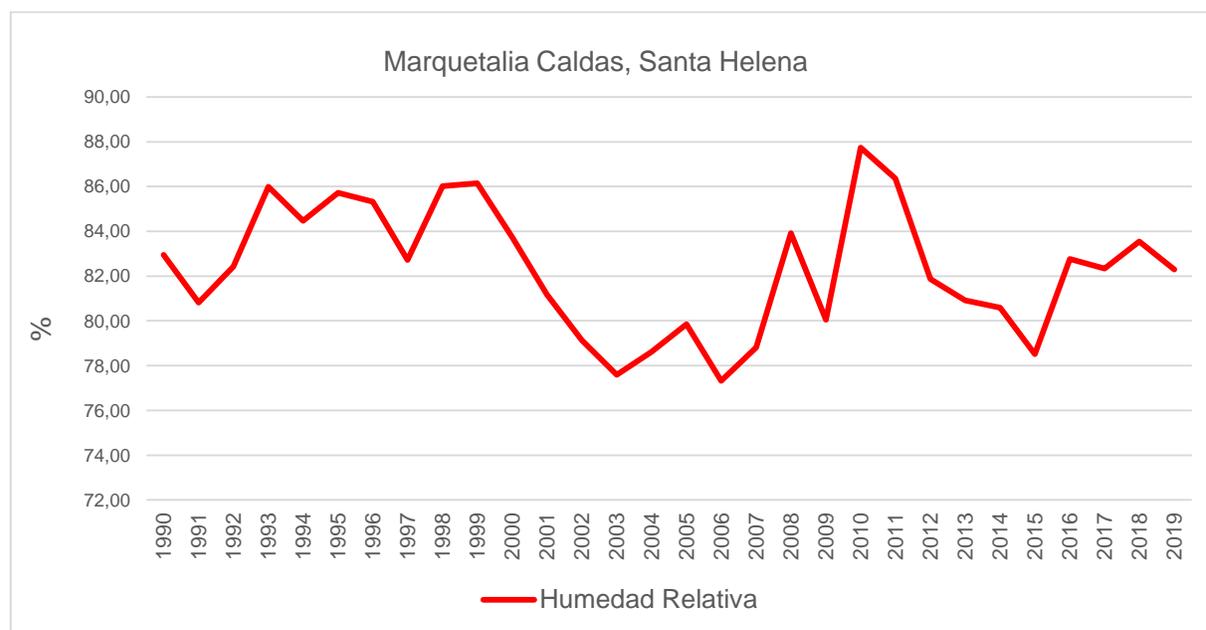
Aumento

Disminución Significativa

Disminución

Fuente: Salazar L., N. A., 2023

Gráfica 3. Humedad Relativa acumulada anual histórica en la estación Santa Helena (Marquetalia, Caldas).



Fuente: Salazar L., N. A., 2023

Temperatura. Las anomalías de la temperatura promedio, como respuesta a los episodios ENOS La Niña, son presentadas en la Tabla 7. Los años 1999, 2008 y 2011, respondieron en mayor magnitud a la condición de enfriamiento presentándose una disminución significativa de

la temperatura media. La mayor disminución en temperatura media se presentó durante el año 2008.

En 2015 se presentó el mayor promedio de temperatura 21,62 °C anomalía superiores a 0,4°C. Se destaca el año 1985, año en el cual se presentó la menor temperatura media registrada 19,36°C anomalía con valor inferior a -1 °C. (Gráfica 4)

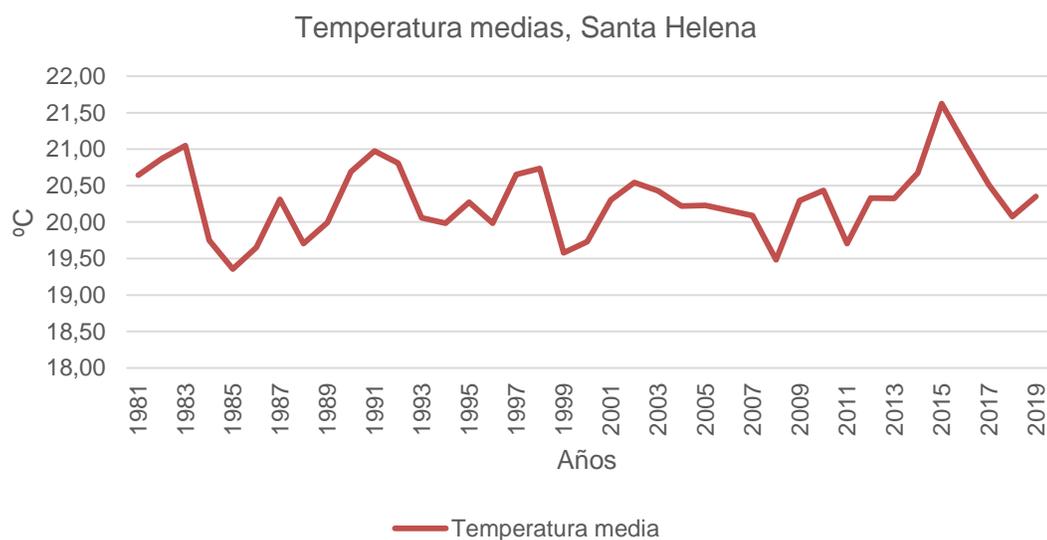
Tabla 7. Anomalías de la temperatura promedio anual en eventos ENOS La Niña.

Depto.	Municipio	Estación	Temperatura Media Anual Acumulada °C		Anomalías de la Temperatura por año en °C con respecto al promedio. Estación La Esperanza Marquetalia, Caldas Colombia.							
			Promedio	Desviación Estándar	1.998	1.999	2.007	2.008	2.010	2.011	2.018	2.019
Caldas	Marquetalia	Santa Helena	20	0,5	0,4	- 0,7	- 0,2	- 0,8	0,1	- 0,6	- 0,2	0,1

Aumento
Disminución
Disminución Significativa

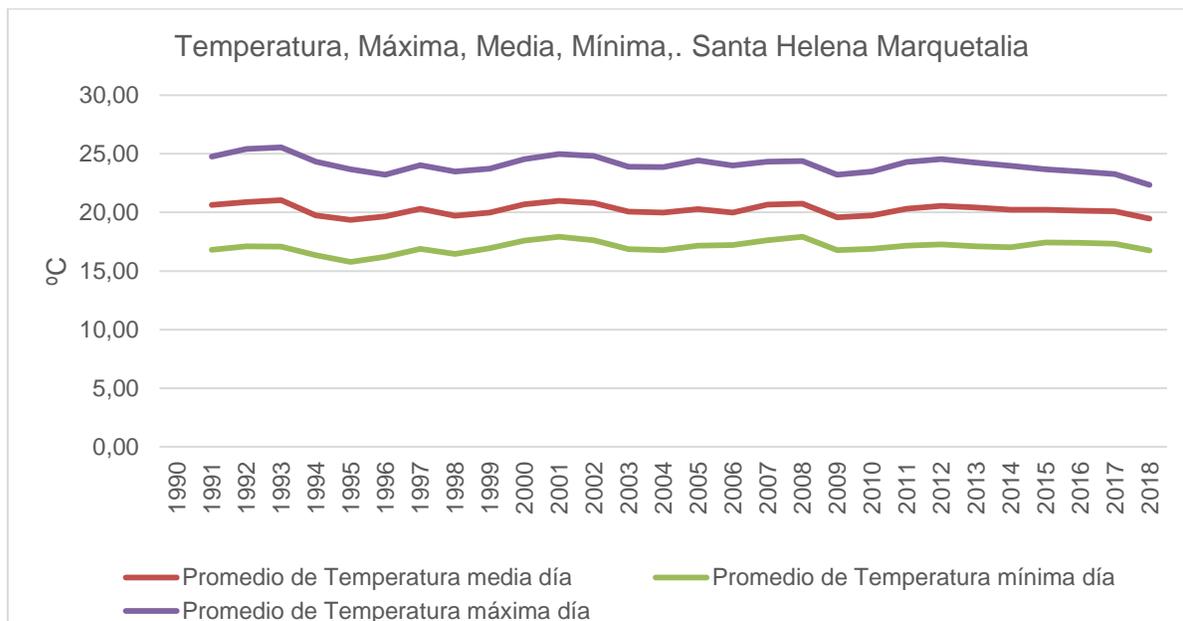
Fuente: Salazar L., N. A., 2023

Gráfica 4. Temperatura media acumulada anual histórica en la estación Santa Helena (Marquetalia, Caldas).



Fuente: Salazar L., N. A., 2023

Gráfica 5. Temperatura mínima, media y máxima anual histórica en la estación Santa Helena (Marquetalia, Caldas).



Fuente: Salazar L., N. A., 2023

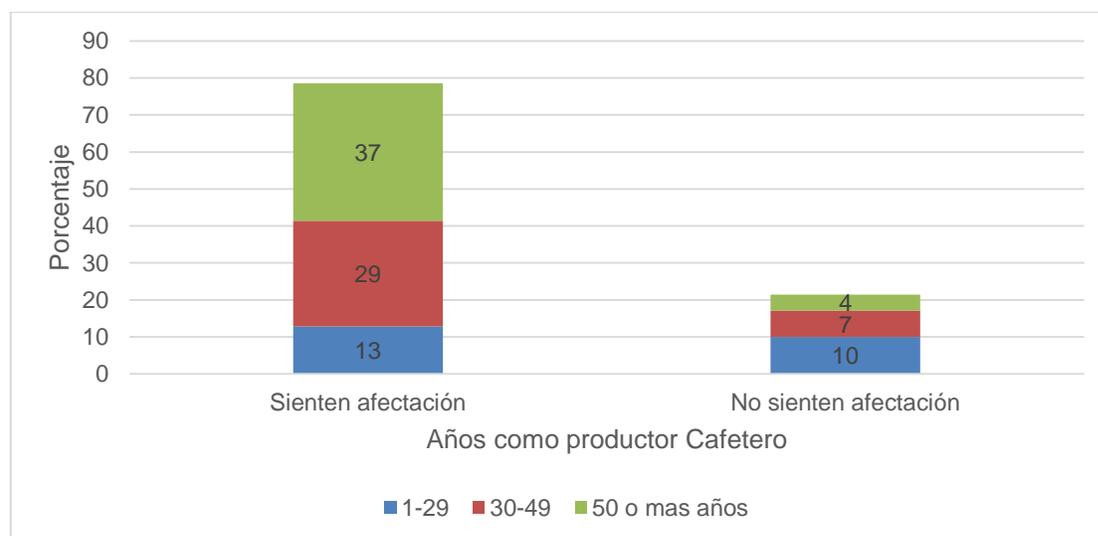
9.2. Determinar los cambios ocurridos en los sistemas de producción cafeteros en los últimos 30 años en el municipio de Marquetalia Caldas.

El objetivo principal de la entrevista consistió en analizar las diferentes apreciaciones de los caficultores respecto a la percepción que existe frente al impacto de la variabilidad climática sobre el sistema de producción de café en el municipio de Marquetalia Caldas, zona de estudio del presente trabajo. Como resultado del proceso de análisis de información se identificaron dos grandes grupos con tendencias de respuesta contrarias frente a la percepción de impactos en el cultivo de café como consecuencia de la variabilidad climática. En este sentido, para efectos del desarrollo de la fase de análisis y discusión de resultados se agruparon los encuestados en los siguientes grupos:

- **Grupo 1 (*Sienten Afectación*):** Representa a aquellos caficultores encuestados que manifestaron si reconocer o percibir afectaciones en los procesos de cultivo de café como consecuencia de la variabilidad climática.
- **Grupo 2: (*No siente Afectación*):** Representa a aquellos caficultores encuestados que manifestaron no reconocer ni percibir afectaciones en los procesos de cultivo de café como consecuencia de la variabilidad climática

Años como productor: El tiempo en años dedicados a la labor de caficultura se encuentra en un rango desde 1 año hasta 80 años, como el máximo tiempo dedicado a este cultivo. El promedio es de 39 años y la moda obedece a 50 años de experiencia en la caficultura.

Gráfica 6. Años como productor Cafetero.



Fuente: Salazar L., N. A., 2023

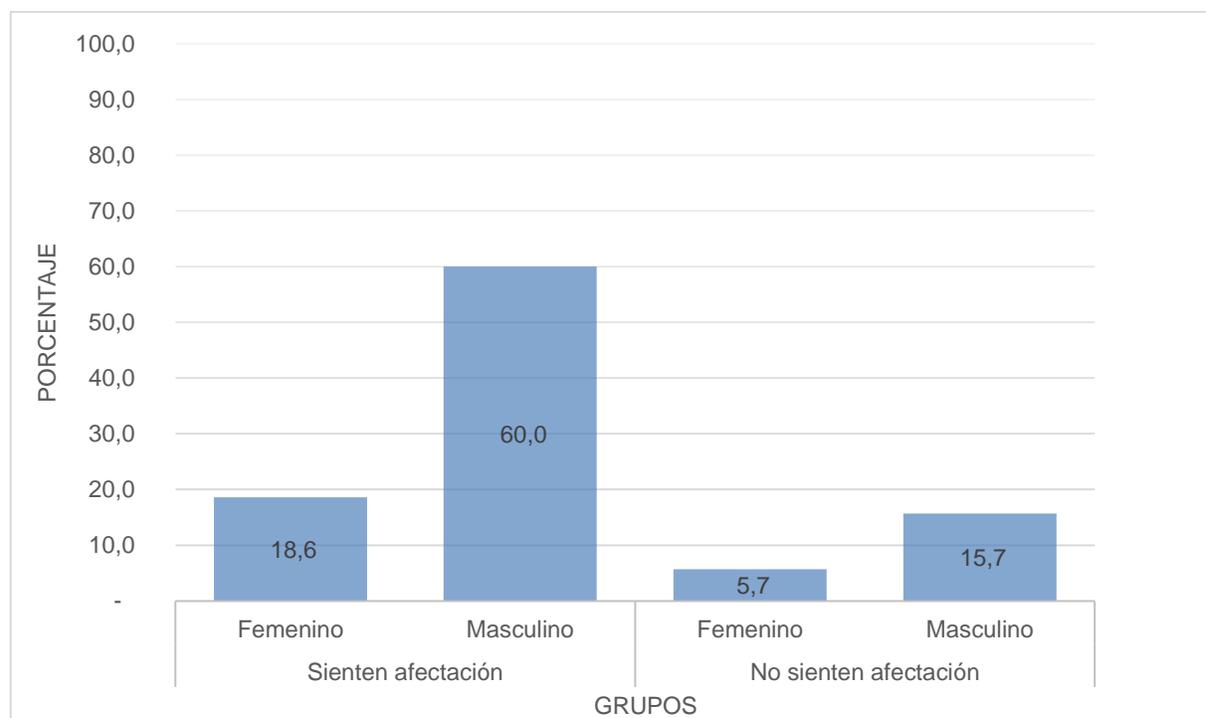
El grupo Sienten Afectación, reúne a aquellos caficultores que se sienten afectados por efecto de la variabilidad climática, de estos el 37 % están por encima de los 50 años como productores, un 29 % de estos con un tiempo entre los 30 a 49 años y finalmente un 13 % de estos con una actividad como productores entre 1 a 29 años. De otro lado, aquellos cafeteros que No perciben afectación por efecto de la variabilidad climática, demuestran en 10 % tener entre 1 a 29 años de tiempo como productores, seguido de 7 % de ellos con un tiempo entre 30 a 49 años y finalmente un 4% de estos con un tiempo mayor a 50 años en la actividad productiva (Gráfica. 6).

Malcom Knowles citado por Sánchez (2015), relaciona una teoría unificada como vertiente tecnológica en la que establece el aprendizaje del adulto se sustenta en atributos como: a) Los aprendices poseen autonomía para dirigir el sentido del aprendizaje y b) El profesor ocupa un rol de facilitador del aprendizaje en vez de ser un transmisor de información. De otro lado, Pérez (2009) señala: El adulto es un sujeto desarrollado en los planos físico, psicológico, económico-antropológico y social; capaz de proceder con autonomía en la sociedad en que vive y de definir metas a lograr. Su condición, por lo tanto, es radicalmente distinta de la del niño y del adolescente, en todos los planos señalados

Género: Al analizar la información relacionada con el género, la encuesta encontró que de las personas que sienten afectación el 18,6 % de los productores se clasifican dentro del género femenino y el 60 % pertenecen al género masculino. El 5,7 % corresponde a caficultoras en la

categoría femenino y el 15,7 % de los cafeteros en la categoría masculina, cifras correspondientes a las personas que no sienten afectación. (Gráfica 7).

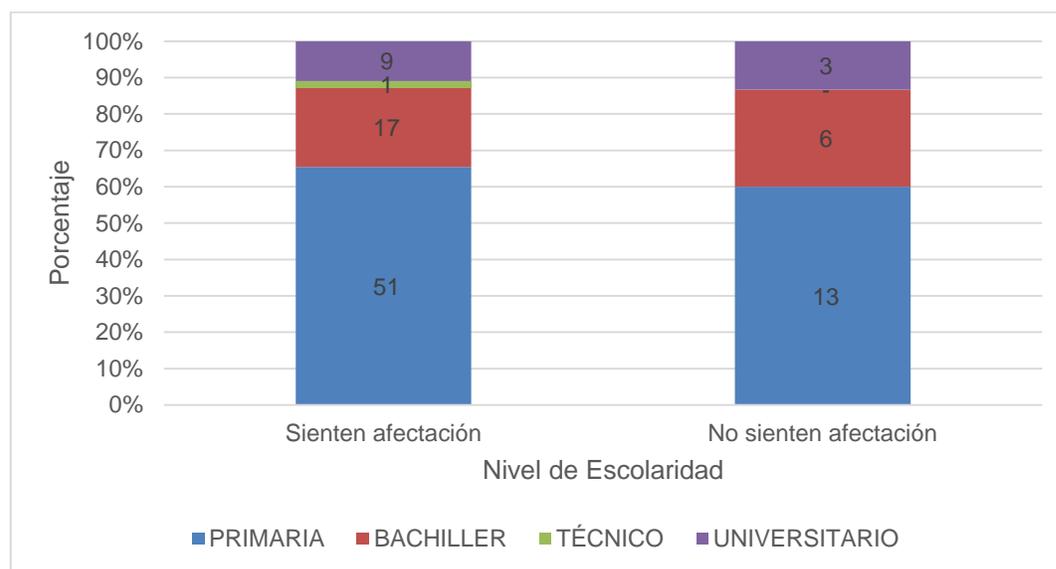
Gráfica 7. Composición demográfica en género de los caficultores encuestados



Fuente: Salazar L., N. A., 2023

Nivel educativo: El análisis del nivel educativo mostró que el 51 % de los que sienten afectación y 13 % de los que no sienten afectación presentan un nivel de escolaridad bajo, llamando la atención que en ambos grupos el porcentaje de nivel de educación primaria es superior al 50 % de la población. En este mismo sentido se encontró que dentro de los caficultores que sienten afectación el 17 % tienen un grado de escolaridad de bachiller, el 1 % tiene un grado de escolaridad de técnico o tecnológico y el 9% de estos caficultores tiene título universitario. Dentro de la población que no sienten afectación el análisis mostró que el 13 % de ellos tiene el grado de escolaridad primaria, seguido por un 6 % de cafeteros con grado de bachiller y 3 % de caficultores con título universitario, no se encontró caficultores con grado de técnico o tecnológico (Gráfica 8).

Gráfica 8. Grado de escolaridad población entrevistada



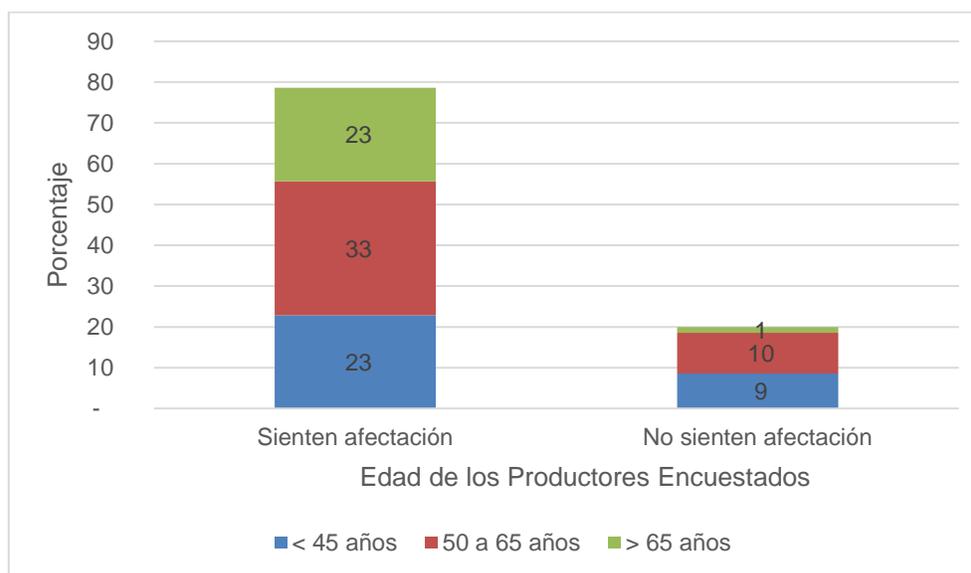
Fuente: Salazar L., N. A., 2023

Aunque el nivel educativo de los cafeteros en un alto porcentaje es bajo, cabe destacar que ellos poseen gran experiencia y conocimientos empíricos relacionados con el manejo de sus fincas, los cuales han sido heredados de sus abuelos y/o padres y complementados con la experiencia de muchos años de dedicación a las labores agrícolas y el apoyo de instituciones como el Comité de Cafeteros y el servicio de extensión.

El indicador de educación, coincide con lo reportado para el sector rural del país, donde la mayoría de personas adultas tiene un bajo nivel educativo, y por otro lado están los adolescentes y niños, que se encuentra estudiando en las escuelas o en instituciones educativas formales; este activo tiene una doble condición, pues si bien es cierto conlleva a mejorar las condiciones de vida de los miembros jóvenes de las familias, también resulta ser una vía para la migración, pues la mayoría considera que hay que estudiar “para buscar trabajo por fuera de la finca y no tener que seguir con las condiciones adversas del campo”; en este sentido, la educación no representa una oportunidad para mantenerse en la finca, por el contrario es una forma de poder salir para mejorar su nivel de vida (Min educación, 2016)

Edad de los productores encuestados: El indicador de edad de los productores evidenció que el 23 % de los cafeteros encuestados tienen una edad menor a 45 años, un 33 % tienen una edad entre los 50 a 65 años y 23 % de ellos tienen edad superior a los 65 años, cifras descriptoras del grupo sienten afectación. Ahora, respecto a la edad de los productores encuestados que no sienten ser afectados por efecto de la variabilidad climática se evidencia que el 9 % de los ellos poseen una edad menor a 45 años, 10 % de ellos tienen una edad entre los 50 a 65 años y un 1 % poseen edad mayor a los 65 años (Gráfica 9).

Gráfica 9. Composición demográfica en edad de los caficultores encuestados.



Fuente: Salazar L., N. A., 2023

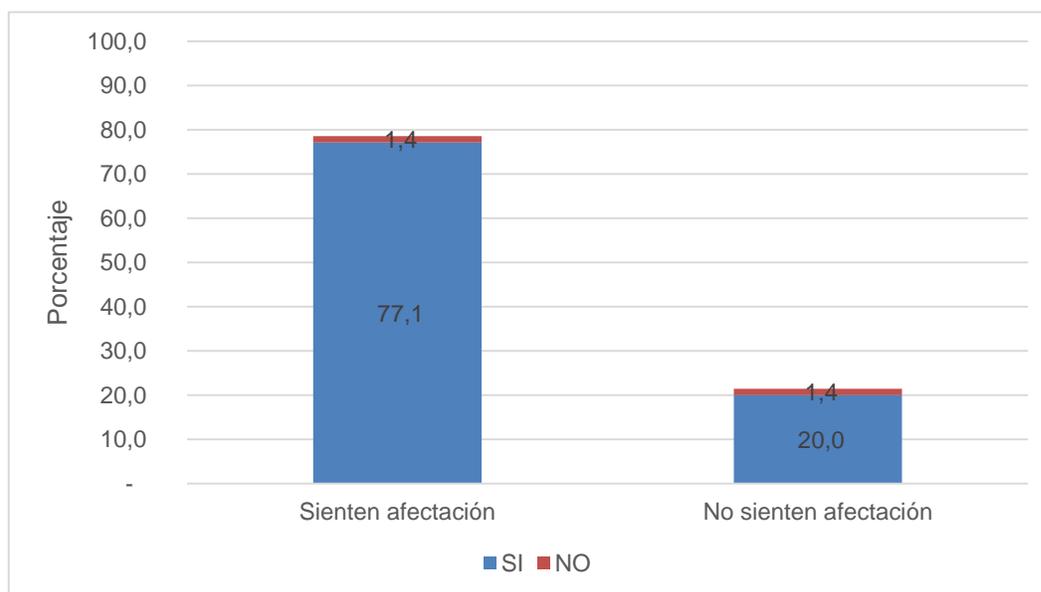
9.3. Evaluar el impacto de la variabilidad climática en los sistemas de producción cafeteros en la zona de estudio, en los últimos 30 años.

En esta investigación se identificó y analizó la percepción del caficultor respecto a la variabilidad climática y su impacto en el sistema de producción de café, para esto se planteó encuesta semiestructurada que arrojó los siguientes resultados.

1. Percepción de afectación de la variabilidad climática en el territorio

Dentro del grupo que sienten afectación se encontró que el 77,1 % de los caficultores sí sienten que la variabilidad climática ha afectado el territorio, en tanto que un 1,4 % no lo ven de esta manera. En el grupo que manifiesta no sentirse afectados se encontró que el 20 % de los caficultores afirma que la variabilidad climática si ha afectado su territorio y el 1,4 % de los productores encuestados menciona que no se ha afectado el territorio por efecto de la variabilidad climática.

Gráfica 10. Percepción de afectación de la variabilidad climática en el territorio



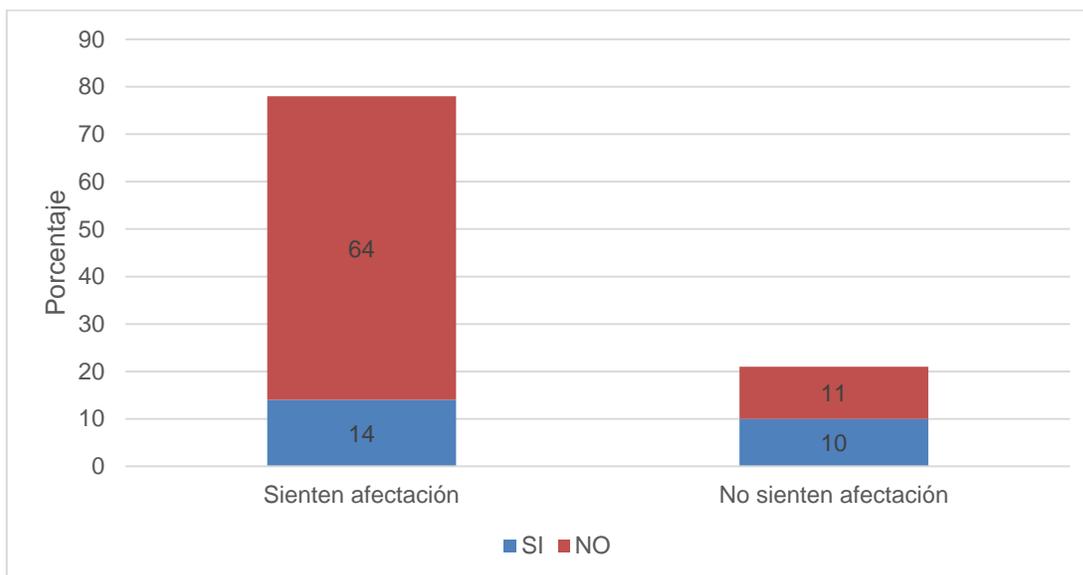
Fuente: Salazar L., N. A., 2023

2. Nivel de adaptación a la variabilidad climática.

En la categoría de los caficultores que han sentido afectación se encontró el siguiente resultado: El 64 % de los caficultores menciona que no está adaptado a la variabilidad climática el 14 % afirma que sí consideran estar adaptados a la variabilidad climática. Al revisar la información de resultado de los caficultores dentro de los que no han sentido afectación se encontró que el 10 % de los caficultores si consideran estar adaptados a la variabilidad climática y un 11 % de ellos no considera que esté adaptado a la variabilidad (Gráfica 11).

Una gran parte de los caficultores que se han sentido afectados en su mayoría NO sienten que hayan podido adaptarse a las condiciones del cambio climático. Sin embargo, es interesante ver como casi la mitad de los que no perciben haber sido afectados tampoco creen estar adaptados a las nuevas condiciones de cambio climático (Gráfica 11).

Gráfica 11. Consideración de adaptación variabilidad climática.

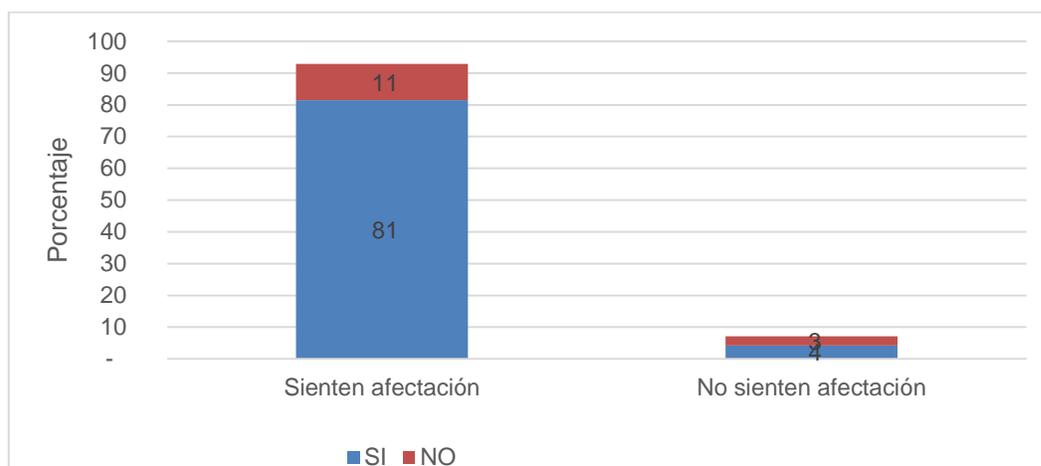


Fuente: Salazar L., N. A., 2023

3. Pérdidas registradas en el cultivo.

Los resultados dentro de los encuestados que sienten afectación mostraron que el 81 % de los cafeteros **si** recuerdan haber tenido pérdidas considerables en el cultivo del café por efecto de eventos climáticos asociados a la variabilidad climática, un 11 % no recuerdan pérdidas dadas por eventos adversos. Por otro lado, el 4 % de los cafeteros encuestados y que no sienten afectación por la variabilidad climática si recuerdan haber tenido pérdidas considerables en el cultivo del café por efecto de eventos climáticos asociados a su variabilidad, un 3 % no recuerdan haber tenido pérdidas (Gráfica 12).

Gráfica 12. Registro de pérdidas en el cultivo.

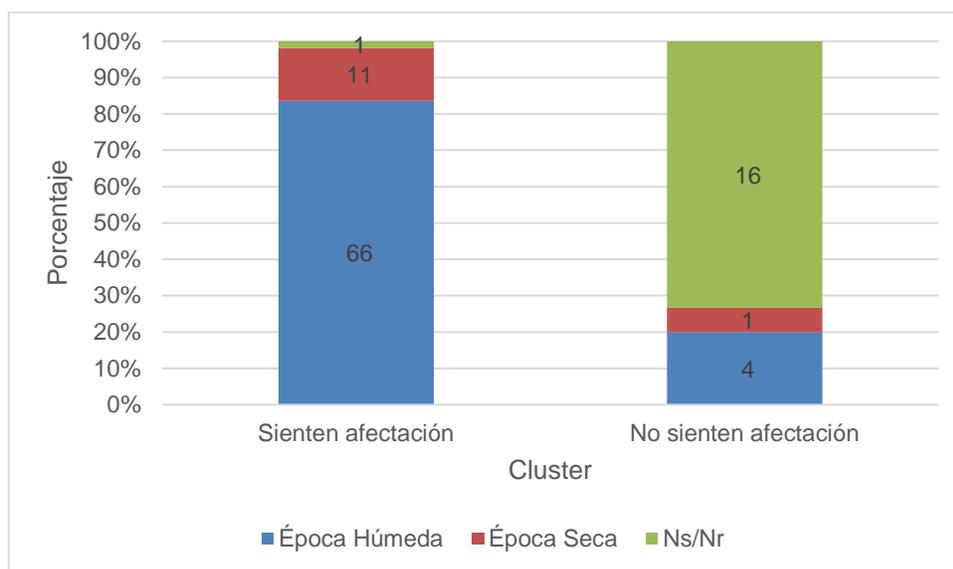


Fuente: Salazar L., N. A., 2023

4. Causas que originaron las pérdidas registradas.

El análisis de las pérdidas ocasionadas por causa de las épocas húmedas, dentro de los encuestados que han sentido afectación, muestra un indicador de 66,0 %, seguido por eventos de temporadas secas con un 11 % de los cafeteros que lo perciben de esta manera, un grupo pequeño de productores encuestados 1 % no recuerda o no sabe la razón por la que se dieron o no pérdidas en el cultivo. Entre tanto el grupo de cafeteros que no sienten afectación por la variabilidad climática, respondió en un 16 % no saber o no recordar el haber tenido pérdidas en el cultivo, seguido de productores que recuerdan que la temporada de humedad afectó el cultivo generando pérdidas 4 %, los períodos de sequedad también se percibieron como indicador de pérdidas en el cultivo un 1 % de los cafeteros encuestados mencionan esta variable como causa (Gráfica 13).

Gráfica 13. Causantes en las pérdidas registradas.

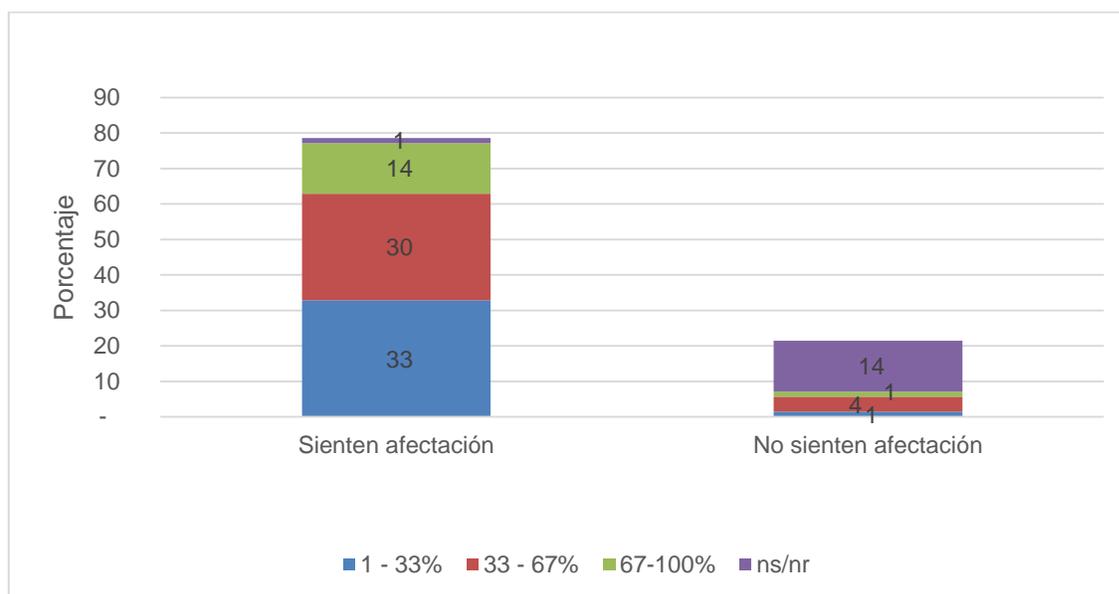


Fuente: Salazar L., N. A., 2023

5. Porcentaje de pérdidas registradas.

Al considerar el porcentaje de pérdidas mencionado por los cafeteros encuestados que manifestaron no sentir afectación por la variabilidad climática, se encontró que de los cafeteros categorizados como haber sentido afectación por la variabilidad climática, el 33 % percibieron pérdidas hasta de 33 %, seguido del 30 % de los cafeteros que mencionan haber tenido pérdida en el rango de 33 % a 67 %, el 14 % mencionan haber tenido pérdidas en el cultivo entre 67 y el 100% y tan solo el 1 % de los productores comentan no saber o no respondieron a este cuestionamiento. Ya dentro del grupo que manifestó no sentir afectación, el 14 % de los cafeteros comentan no saber o no respondieron a este cuestionamiento, el 4 % de ellos mencionan haber tenido pérdidas entre 33 % y 67 %; el 1 % de los cafeteros comentaron haber tenido pérdidas entre 67 % y 100 %, finalmente se evidencia que el 1 % de los productores en esta categoría percibieron pérdidas menores a 33 % (Gráfica 14).

Gráfica 14. Porcentaje de las pérdidas registradas.

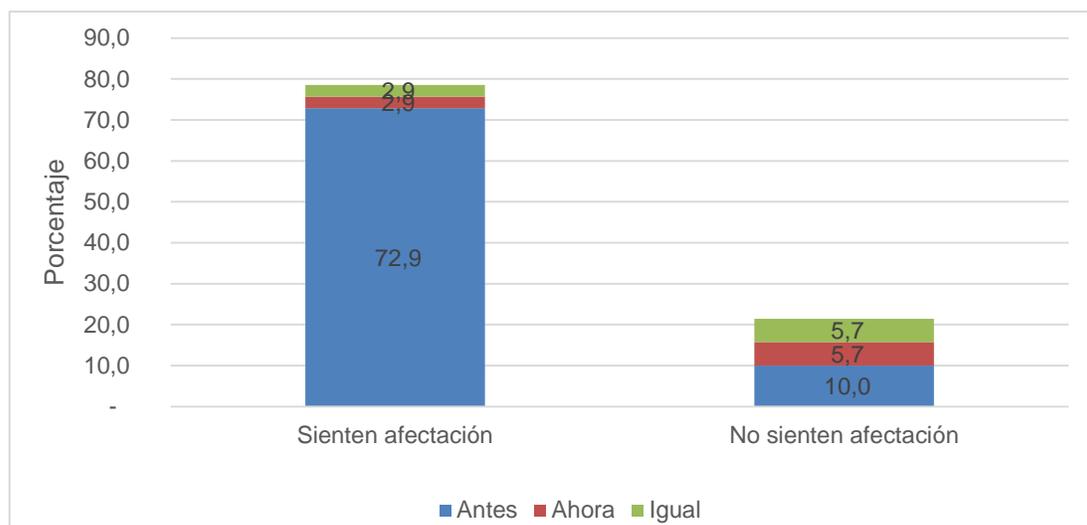


Fuente: Salazar L., N. A., 2023

6. Aumento de niveles de producción de café

Al analizar si había mayor producción cuando empezó a cultivar o en la actualidad, se encontró que tanto en los cafeteros que sienten afectación como en aquellos que no, perciben que hubo mayor producción del cultivo antes, con un indicador de 72,9 % y 10 % respectivamente. Tan solo el 2,9 % de los productores que sienten afectación considera que la producción es mayor ahora o en su defecto igual. Similar percepción se observó al analizar las respuestas de los productores del grupo que no siente afectación, quienes consideran en un porcentaje igual que la producción es igual o mayor en la actualidad 5,7 % y 5,7 % respectivamente (Gráfica 15).

Gráfica 15. Percepción de mayores niveles de producción en la actualidad.

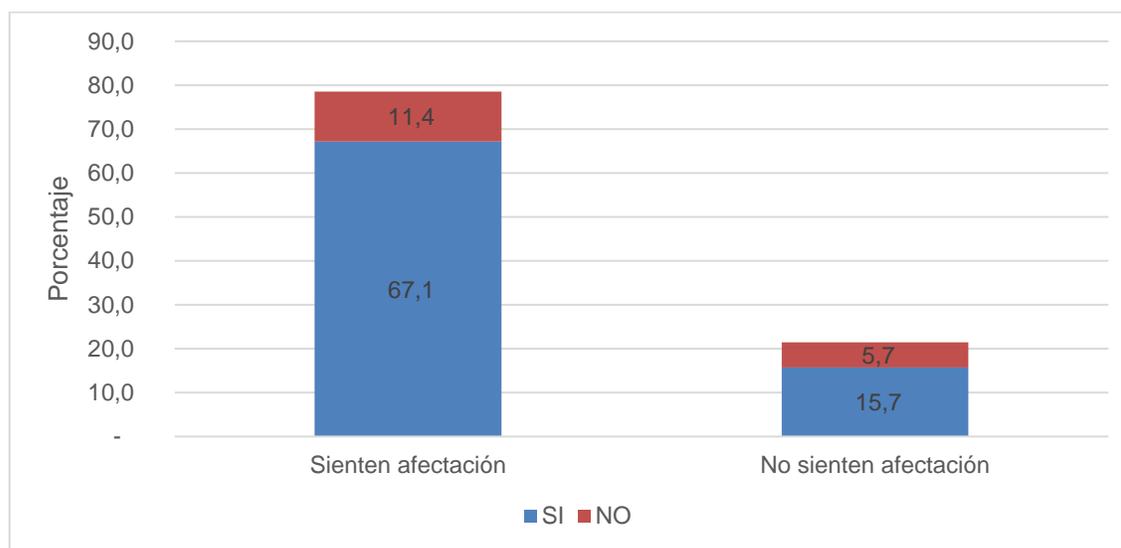


Fuente: Salazar L., N. A., 2023

7. Realización de cambios de cultivo o en la variedad de la planta sembrada en la finca.

Los caficultores en un 67,1 % han realizado cambio de cultivo o de variedad en el sistema de producción en sus fincas cafeteras debido a aspectos relacionados con la variabilidad climática un 11,4 % de los cafeteros no ha generado cambio de cultivo o de variedad en su fin esto como resumen de los datos encontrados para el grupo que siente manifestación. De otro modo, el 15,7 % de los caficultores mencionó haber realizado cambio de cultivo o variedad de planta en su finca cafetera y el 5,7% de ellos informaron no haber realizado cambio de cultivo o variedad de planta en su finca, comportamiento identificado dentro de los caficultores que no sienten afectación (Gráfica 16).

Gráfica 16. Realización cambio de cultivo o variedad de planta en la finca.

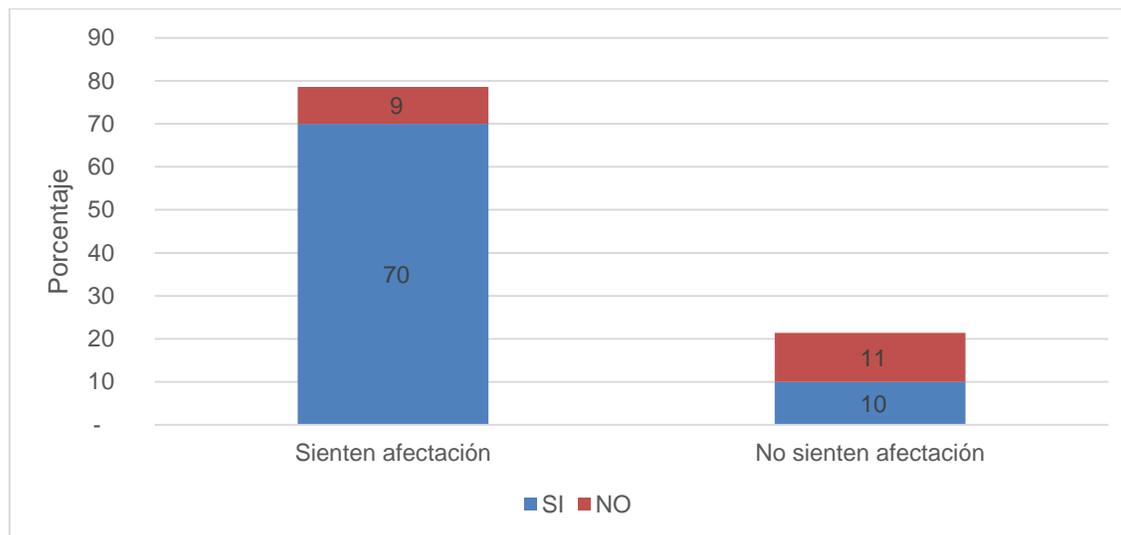


Fuente: Salazar L., N. A., 2023

8. Mayor disponibilidad de agua para la finca cuando se empezaron las labores de cultivo.

Cuando se hizo la consulta a los cafeteros si había mayor cantidad de agua disponible para la finca cuando empezó a cultivar café o en la actualidad, los productores encuestados que manifestaron sentir afectación informaron que el 70 % de ellos percibe que había mayor cantidad de agua disponible en el predio cuando inició su proceso de producción, el 9 % mencionó que no había mayor cantidad de agua disponible en el momento en que iniciaron su proceso de producción. Los resultados del grupo que manifestaron no sentir afectación muestran cómo los cafeteros informan que en la actualidad existe menor disponibilidad o cantidad de agua en las fincas con un con un 11 % de participación, y un 10 % mencionan que sí hubo mayor disponibilidad de agua en años anteriores cuando iniciaron su proceso de producción (Gráfica 17).

Gráfica 17. Mayor disponibilidad de agua para la finca cuando se empezaron las labores de cultivo.

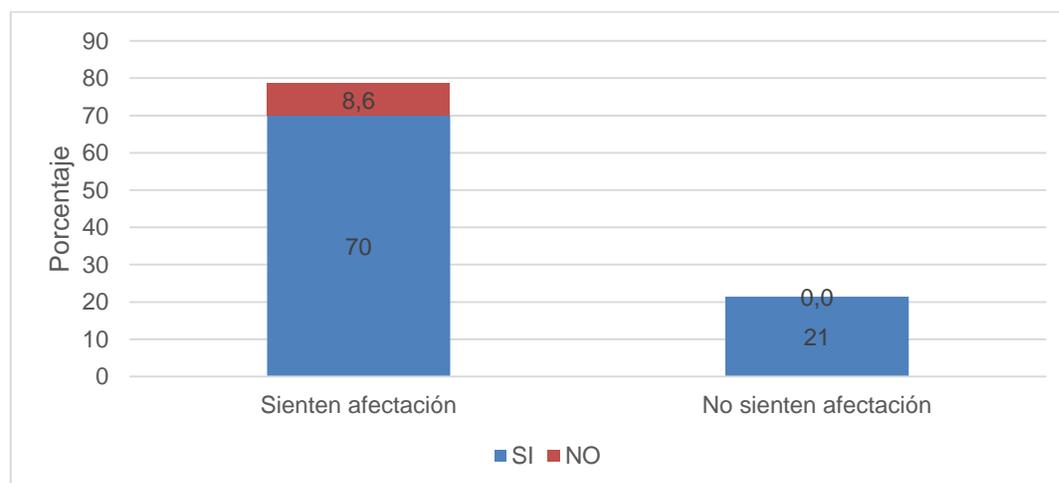


Fuente: Salazar L., N. A., 2023

9. Influencia del clima en la disponibilidad del agua en la finca

Los resultados evidencian que en un 70% de los cafeteros encuestados manifiesta que el clima sí ha afectado la disponibilidad de agua en las fincas, tan solo en un 8,6% los cafeteros manifiestan que el clima no ha afectado la disponibilidad de agua en la finca, esto dentro de los que sintieron afectación por la variabilidad climática. El 21 % de los cafeteros encuestados y que sienten afectación manifiesta que el clima sí ha afectado la disponibilidad de agua en las fincas. (Gráfica 18).

Gráfica 18. Influencia del clima en la disponibilidad del agua en la finca

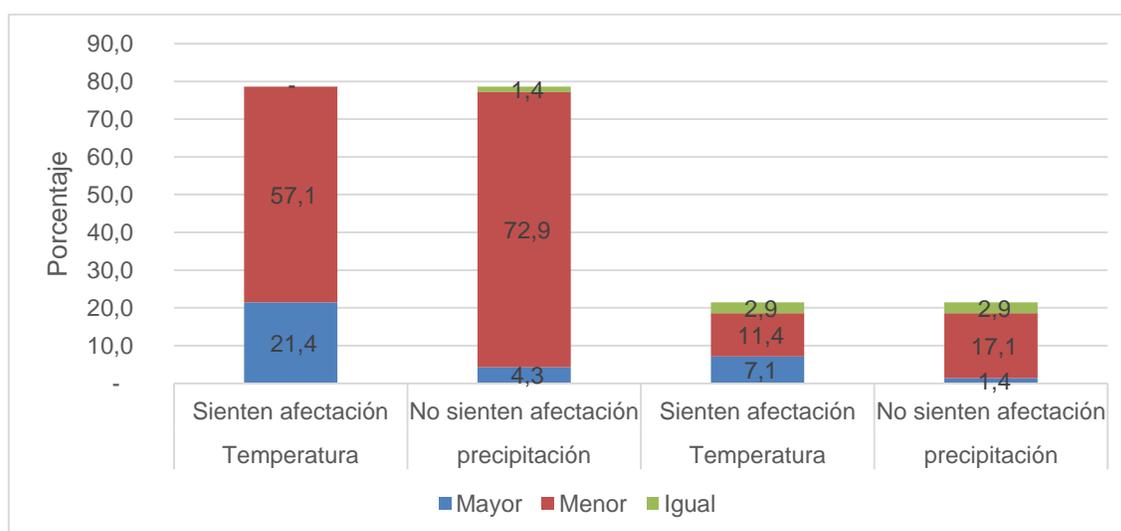


Fuente: Salazar L., N. A., 2023

10. Variación en variables de temperatura y precipitación en relación al inicio de labores de cultivo.

Un 72,9 % de los cafeteros del grupo que sienten afectación perciben una menor precipitación en años anteriores, esto cuando empezaron a cultivar café, en cuanto a temperatura un 57 % de los caficultores manifestaron que era menor en años anteriores y tan solo el 1,4 % de los cafeteros mencionaron que esta es igual. Los cafeteros del grupo que manifestaron no sentir afectación perciben una menor precipitación en un total de 17,1 %, esto en referencia a cuando empezaron a cultivar café. En cuanto a temperatura el 11,4 % de los caficultores que sienten afectación manifestaron que era menor en años anteriores y un 7 % mencionaron que es menor, un 2,9 % mencionaron que es igual. (Gráfica 19)

Gráfica 19. Variación en variables de temperatura y precipitación en relación al inicio de labores de cultivo.

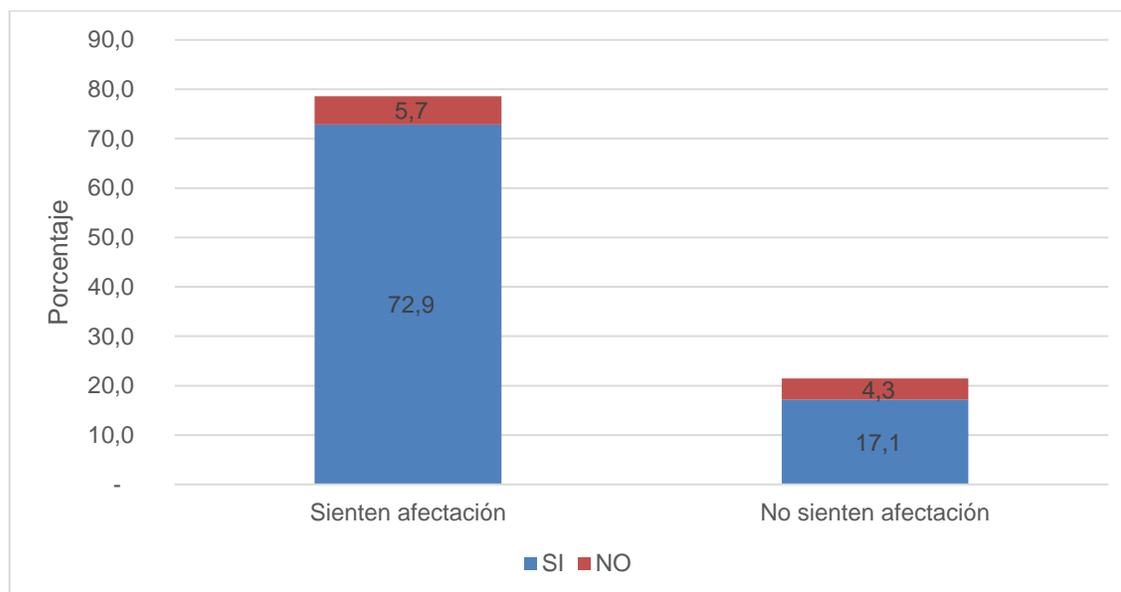


Fuente: Salazar L., N. A., 2023

11. Afectación en los niveles de producción de los cultivos asociado a la variación en la temperatura y la precipitación.

El 72,9 % de los cafeteros manifiestan que se presentó cambio que afectó la producción por efecto de la variabilidad climática, tan solo el 5,7 % de los caficultores mencionan no considerar afectación a la producción de sus cultivos, esto entre los caficultores que han sentido afectaciones por la variabilidad. De otro lado, En el grupo de encuestados que han sentido afectación el 17,1 % de los caficultores manifiestan o consideran que la variabilidad climática por temperatura y precipitación sí ha afectado la producción de sus cultivos, un 4,3 % de los cafeteros encuestados mencionan no verse afectados en la producción de sus cultivos por efecto de la variabilidad climática relacionada con temperatura y precipitación (Gráfica 20).

Gráfica 20. Afectación en los niveles de producción de los cultivos asociado a la variación en la temperatura y la precipitación

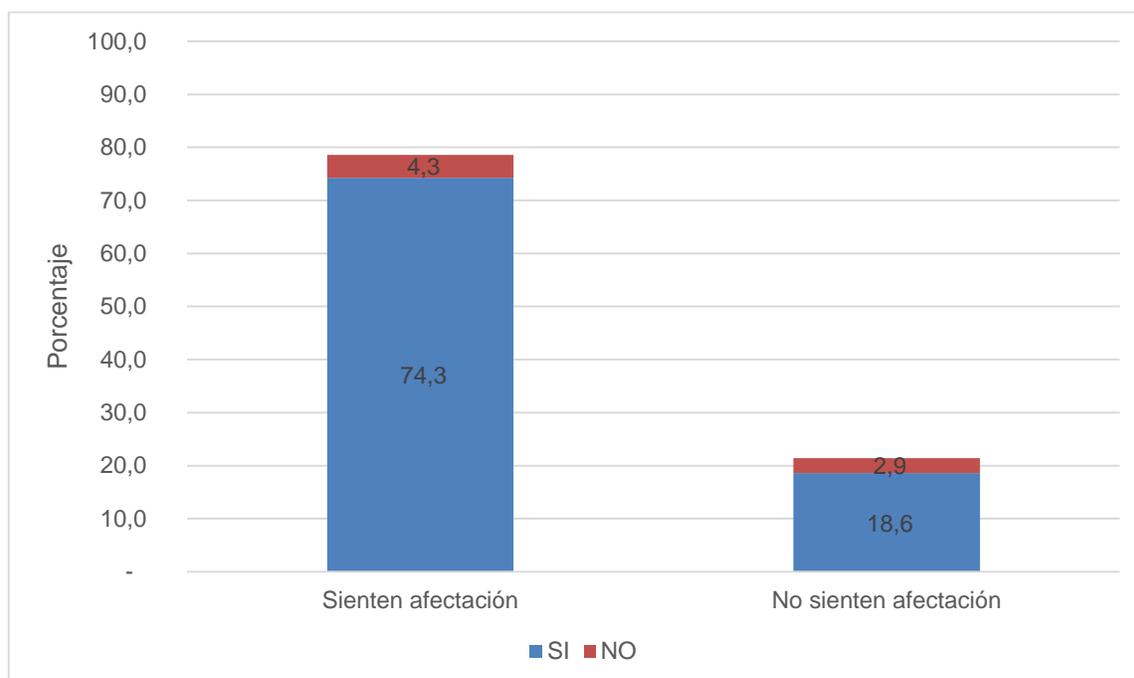


Fuente: Salazar L., N. A., 2023

12. Adopción de medidas para mejorar la producción de sus cultivos.

Los 74.3% de los caficultores encuestados pertenecientes al grupo que sienten afectación han tomado medidas para mejorar la producción de sus cultivos considerando el efecto de la variabilidad climática, el 4,3 % No han tomado medidas para mejorar la producción de sus cultivos. Los cafeteros que no han sentido afectaciones por variabilidad climática en un 18.6 % manifiestan haber tomado medidas para mejorar la producción de sus cultivos y, entre ellos un 2.9 % expresan no haber tomado medidas para mejorar la producción de sus cultivos. (Gráfica 21).

Gráfica 21. Adopción de medidas para mejorar la producción de sus cultivos.



Fuente: Salazar L., N. A., 2023

Tendencias tecnológicas y de la producción

La FNC viene trabajando desde finales del año 2011 en el reto estratégico denominado “Caficultura Climáticamente Inteligente”, que busca la mitigación y adaptación al cambio climático en las regiones cafeteras del país, en aras de proteger y continuar haciendo de la caficultura una actividad sostenible y rentable. Esta iniciativa opera bajo el lema “Más Agronomía, Más Productividad”, que promueve un sistema de producción sólido y para lo que el caficultor debe tomar las mejores decisiones y de manera oportuna, para lograr que sus cultivos sean altamente productivos. La productividad en Café está dada por la cantidad de arrobas obtenidas por hectárea de terreno y depende de varios factores, como la temperatura, el agua, la luz y el suelo, por lo que cada finca o cada lote tendrán una productividad diferente. Esto hace necesario ajustar las condiciones de establecimiento del cultivo y su manejo agronómico y evitar condiciones de estrés que afecten la producción y formación de las cosechas; de ahí que las prácticas agronómicas deben ir de la mano a las condiciones ambientales de los lotes, buscando que sean las más apropiadas para el cultivo (Centro Nacional de Investigaciones del Café [Cenicafé], 2018).

La FNC propone focalizar ocho prácticas de manejo agronómico, que se consideran estratégicas en los sistemas de producción para prevenir los efectos de la variabilidad climática (Centro Nacional de Investigaciones del Café [Cenicafé], 2018): 1. Sembrar variedades

mejoradas con resistencia durable a la roya. 2. Utilizar colinos de café de origen conocido. 3. Sembrar o renovar los cultivos en las épocas correctas. 4. Establecer la densidad de siembra óptima. 5. Definir los ciclos de renovación para mantener los cultivos jóvenes. 6. Manejar la luminosidad del cultivo. 7. Mantener la acidez del suelo ajustada para el cultivo del café. 8. Nutrir apropiadamente la planta. En las conclusiones del 86° Congreso Nacional de Cafeteros (Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC], 2018a), que tuvo lugar a finales de 2018, quedó consignado en la 44 estrategia de valor un eje ambiental que se propone el objetivo estratégico de “fomentar el cuidado de los recursos naturales y la adaptación climática de las actividades cafeteras” mediante el cuidado del agua y la resiliencia de los sistemas de producción:

Gestión de recursos naturales: se trabaja por medio de iniciativas para reducir el uso y descontaminar el agua utilizada en los procesos productivos, utilizando sistemas de beneficio ecológico.

Adaptación climática: las iniciativas en este campo están orientadas a transformar los sistemas de producción para hacerlos resilientes ante el cambio climático. Esto tiene que ver con el manejo del sombrero, la reforestación y la protección de fuentes hídricas y de suelos. (FNC, 2018).

10. DISCUSIÓN

Son diversos los fenómenos que hoy ponen en riesgo al planeta. Los expertos señalan principalmente cuatro: el crecimiento demográfico, el deterioro de los ecosistemas, los cambios extremos de clima y la incapacidad de los seres humanos para enfrentar estas consecuencias. Y precisamente esta última razón se percibe como la de impacto más fuerte por una mayor proporción por el grupo de caficultores de Marquetalia (74%), quienes manifiestan no estar adaptados a las condiciones de cambio climático, la variabilidad climática es fuente de angustia y de alto riesgo para los cafeteros y sus cultivos. Las condiciones que se dan por eventos climáticos adversos no son nuevas, el café y las familias cafeteras han tenido que enfrentar durante décadas fenómenos de desastre (inundaciones, terremotos, avalanchas, erupciones volcánicas, deslizamientos, sequías, vendavales, granizadas etc.) que lo han obligado a analizar las alternativas y prácticas para sobreponerse a dichos eventos. Con el apoyo de instituciones como la Federación Nacional de Cafeteros y Cenicafé, los cafeteros han podido aclarar conceptos y realizar prácticas que han permitido minimizar el deterioro ambiental y han propuesto alternativas para cultivar sosteniblemente.

Las pérdidas en los cultivos representadas en la disminución de la producción de café, ha sido asociada por parte de los cafeteros a la variabilidad climática, el 85 % de los cafeteros en el municipio de Marquetalia aluden estas pérdidas a factores como el cambio de las condiciones del clima, al efecto de fenómenos naturales causados por temporadas de humedad (70 %) (Fenómeno de La Niña) y pérdidas por épocas de sequedad (12 %) asociado a eventos climáticos El Niño; el porcentaje de las pérdidas oscilan entre el 30% y el 67 %.

Las estrategias planteadas por la institucionalidad cafetera a través del Centro Nacional de Investigaciones del Café (Cenicafé) y dispuestas para las familias cafeteras para contrarrestar los efectos de los fenómenos naturales adversos, ha contemplado acciones como: la creación y liberación de variedades resistentes a enfermedades comunes en cultivo del café como la roya, recomendaciones en el manejo integrado de plagas y arvenses, y desde el inicio del cultivo con la selección de la semilla y la construcción del germinador hasta el beneficio del café. Las recomendaciones generadas en la investigación siempre se han hecho pensando en las futuras generaciones y en un cultivo que tiene como entorno recursos como el suelo y el ambiente los cuales deben conservarse y cuidarse. En el estudio, más del 80 % de los cafeteros han tomado la decisión de cambiar de variedad de café o hacer transición hacia otros cultivos para evitar la acción de fenómenos adversos, situación que invita con mayor fuerza a diseñar e implementar acciones de forma conjunta con toda la institucionalidad cafetera y estatal, esto con el fin de preservar la economía cafetera con todo lo que ella implica para el aparato productivo, social y económico del país.

En el caso de la temperatura y brillo solar, las anomalías son una medida de la intensificación de una condición cálida con mayor radiación o una condición fría acompañada de mayor nubosidad, respecto a condiciones normales. La anomalía de la precipitación acumulada y del número de días con lluvia permite identificar períodos con precipitaciones extremas o secas, que según su magnitud pueden afectar a sectores como el agropecuario, de transporte, la industria y el energético, entre otros (Departamento Nacional de Planeación & Banco Interamericano de Desarrollo, 2014). En Marquetalia los cambios en las variables meteorológicas a través del tiempo teniendo como base histórica 30 años de información, evidencia como el análisis de la lluvia acumulada muestra de manera consistente que, los años 1999, 2007, 2008, 2010, presentan las mayores anomalías, que en algunos casos representan valores con cantidades de lluvia 20 % superiores a las condiciones promedio. En el último año (2022), las variaciones positivas en lluvia fueron similares a los pasados eventos La Niña, incluso de intensidades débiles. Los datos registrados para lluvia dan cuenta que para el período 1981-2021 el indicador de lluvia promedio acumulada anual registrada en la estación Santa Helena supera los requerimientos de lluvia estándares (> 1500 mm), esto de acuerdo con los datos de climatología estudiados.

En su mayoría los cafeteros manifestaron cambio que afectó la producción negativamente por efecto de la variabilidad climática. En el proceso los caficultores manifestaron no haber tenido condiciones favorables para que su sistema de producción de café tuviera respuesta positiva en crecimiento y desarrollo, fue notable como los productores atribuyen el decrecimiento productivo del cultivo por la ausencia de floraciones abundantes debido a las condiciones ambientales, estas que alteran significativamente los procesos fisiológicos de las plantas. Con el aumento de la lluvia, la disminución del brillo solar, y la baja temperatura se afecta el crecimiento y desarrollo óptimos del cultivo. En Marquetalia, la condición de climatología promedio evidencia patrones que afectan al cultivo y su producción; condición que es referida por Jaramillo y Arcila (2009) y Gaitán *et al* (2016), quienes mencionan que como respuesta ambiental típica de los eventos La Niña, se identifican el aumento de la lluvia, la disminución del brillo solar y disminución de la temperatura, de tal manera que se condiciona la respuesta del cultivo, ya que el crecimiento y desarrollo se desacelera, se alteran los patrones de floración y se favorece un ambiente húmedo que permite el desarrollo de patógenos, entre otros. Este estudio permite determinar que el estudio de la respuesta ambiental ante eventos climáticos extremos es importante para anticiparse en las decisiones de la empresa cafetera.

Estudios realizados por Farfán *et al* (2021) describen como La Vulnerabilidad es la incapacidad de resistencia o respuesta del contexto físico, social, económico y ambiental de una región, sector o grupo social, susceptible de ser afectado por un fenómeno meteorológico o climático. En consideración en este estudio, una gran parte de los caficultores que se han sentido afectados en su mayoría no sienten que hayan podido adaptarse a las condiciones del cambio climático. Sin embargo, es interesante ver como casi la mitad de los que no perciben haber sido

afectados tampoco creen estar adaptados a las nuevas condiciones de cambio climático. De este modo es posible referir una posible condición de alta vulnerabilidad de los productores y del cultivo del café a los eventos climáticos extremos, estos asociados a precipitaciones abundantes, cambios en el brillo solar y la temperatura. De allí que resulta importante documentar y proyectar los potenciales impactos de la variabilidad climática sobre los sistemas de producción de café en el municipio de Marquetalia Caldas, así como describir y evaluar donde es más prioritaria y necesaria la adaptación.

El contexto de climatología identificado en Marquetalia sugiere condiciones favorables para la dispersión de la roya, enfermedad que ha evolucionado provocando incrementos en incidencia y severidad sobre las variedades cultivadas, de allí que los caficultores en un 67,1 % han realizado cambio de cultivo o de variedad en el sistema de producción en sus fincas cafeteras buscando contrarrestar estos aspectos relacionados con la variabilidad climática. La variabilidad climática es un factor cada vez más determinante en la rentabilidad cafetera de allí que resulta necesaria la investigación científica como acción relevante para mantenerla viable, sostenible y resilientes.

En términos de vulnerabilidad al cambio climático y las medidas de adaptación que pueden darse en países productores de café, se precisa reconocer que los cultivos de café presentan una gran vulnerabilidad ante estos fenómenos climatológicos. En este sentido el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2001), citado por Londoño (2017), sugiere considerar el carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y la variación a la que un sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación. Los efectos en las zonas rurales cafeteras pueden hacerse evidentes en períodos de sequía extrema expresada en períodos de alta sedimentación.

De otro lado, los indicadores climatológicos encontrados en el municipio de Marquetalia permiten delimitar la zona de estudio y advertir modelos ajustados al sistema de producción de café. Así mismo con estos se pueden plantear estrategias que permitan realizar oportunamente las prácticas inherentes al cultivo y maximizar su potencial. En este sentido, Gómez (2009) menciona que “las alteraciones de la precipitación conllevarán a un cambio en la oferta hídrica para las plantas mesófitas, entre ellas el café y por lo tanto pueden afectar el cultivo en diferentes formas, como: estrés hídrico, cambio en las épocas para labores agronómicas, llenado de los granos, entre otros”. (p.22). Las repuestas culturales para el cultivo se visibilizan en mayores densidades de siembra, cobertura vegetal del suelo y sistemas de sombreado. Londoño (2017).

Ahora, dentro de las adaptaciones a los impactos a la variabilidad climática Vermeulen et al. (2013) plantea considerar bandas “altitudinales para implementar medidas de adaptación incrementales o transformativas según la altitud”. La puesta en marcha de estas bandas demandaría que en aquellas zonas de ladera baja se opte por la substitución de cultivos En las partes más altas, se propone realizar controles sobre la expansión del cultivo de plantas de café, o en su defecto controlar que el cultivo no comprometa ecosistemas estratégicos de alta

montaña. Burbano (2016), sigue esta misma línea al afirmar que se “prevé que las zonas ubicadas a una mayor altitud presentarían mejores condiciones en el futuro para su producción” y continúa llamando a la atención en la necesidad de valorar los límites reales y estos mismos dependen de la latitud y las condiciones topográficas de cada región en específico.

11. CONCLUSIONES

Las pérdidas en los cultivos de café se asociaron en la zona de estudio con las condiciones del clima relacionadas con fenómenos naturales causados tanto por periodos extrema humedad (Fenómeno de La Niña) en la mayoría de casos, y en muy pocas ocasiones a fenómenos extremos de sequedad (fenómeno de El Niño).

Los indicadores climatológicos encontrados en el municipio de Marquetalia permiten delimitar la zona de estudio y advertir modelos ajustados al sistema de producción de café. Así mismo con estos se pueden plantear estrategias que permitan realizar oportunamente las prácticas inherentes al cultivo y maximizar su potencial.

En el estudio, los cafeteros han tomado la decisión de cambiar de variedad de café o hacer transición hacia otros cultivos, buscando contrarrestar el efecto de los fenómenos naturales.

La percepción de afectación por parte de los cafeteros en el estudio evidencia que los resultados obtenidos son independientes del grado de escolaridad que los caficultores tienen, en ambos grupos los cafeteros que se sienten afectados tienen diferentes grados de escolaridad, que van desde grado básico de primaria hasta nivel profesional obtenido en universidad. Así mismo los cafeteros que se sienten afectados registran edades en cada uno de los rangos definidos.

Según los resultados del estudio los caficultores en su mayoría perciben que a lo largo del tiempo han tenido menor disponibilidad de agua para sus funciones y actividades diarias. Suponen que dicha disminución en el recurso se asocia a los fenómenos naturales y a los diversos eventos climáticos extremos.

Dada la variabilidad climática y al efecto de los fenómenos extremos principalmente causados por épocas de humedad, los cafeteros se han visto en la necesidad de implementar prácticas estratégicas que les ayuden a mejorar los indicadores de producción y productividad de sus cultivos.

12. RECOMENDACIONES

La metodología desarrollada en este estudio puede ser aplicada para futuras investigaciones en otras zonas cafeteras del país.

El gobierno nacional a través de sus entidades centralizadas y descentralizadas, la institucionalidad cafetera y las instituciones de educación superior, deben continuar trabajando en conjunto para diseñar estrategias que ayuden a los productores a mitigar los efectos de la variabilidad climática, esto con el fin de fortalecer los sistemas de producción de café y lograr que estos sean productivos, rentables y sostenibles.

A los productores en el municipio de Marquetalia y a los cafeteros en general residentes en zonas del país con condiciones climáticas similares a la del estudio, se les recomienda adoptar las tecnologías existentes que transfiere la institucionalidad cafetera las cuales le permitirán contar con información científicamente comprobada para fortalecer las prácticas agrícolas en el cultivo y promover acciones de conservación y mitigación de las consecuencias derivadas del cambio climático. En concordancia con lo anterior resulta necesario dar alcance nacional al estudio con el fin de identificar zonas climáticas afines entre departamentos y municipios y de este modo advertir la necesidad de mejorar y/o ajustar el sistema de producción de café que permitan optimizar los recursos en la búsqueda de cultivos resilientes, competitivos y con menor vulnerabilidad al cambio climático.

En referencia al sistema educativo, los diferentes programas académicos que ofrece la educación superior deben incorporar actividades enfocadas al desarrollo territorial, de tal manera que se pueda fortalecer el conocimiento en la variabilidad climática lo que traerá consigo el aumento en la calidad de vida y en los niveles de adaptación.

Se requiere de inversión gubernamental de modo que se fortalezcan las comunidades rurales y se genere conciencia respecto al uso racional de los recursos naturales, esto a través de programas de educación, transferencia de tecnología, capacitación y elaboración de proyectos productivos. Esta inversión favorecerá a las comunidades y las hará resilientes y con mayor capacidad de adaptación a la variabilidad climática.

13. REFERENCIAS

- Agencia EFE (EFE), (2022). La producción de café de Colombia bajó en 2021 por segundo año consecutivo. Obtenido de <https://www.efe.com/efe/america/economia/la-produccion-de-cafe-colombia-bajo-en-2021-por-segundo-ano-consecutivo/20000011-4716013>
- Alcaldía de Marquetalia. (2020). Información de la ubicación del municipio de Marquetalia Caldas.
- Altamirano, J. (2012). Influencia de la variabilidad climática sobre la producción de café (*Coffea arabica* L.) en Honduras. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2393>
- Arcila P., J.; Farfán V., F.; Moreno B., A.M.; Salazar G., L.F.; Hincapié G., E. Sistemas de producción de café en Colombia. Chinchiná, Cenicafé, 2007. 309 p. Fitotecnia, Prácticas de cultivo, Caficultura Manejo de cafetales.
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID), La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), (2012). Valoración económica de daños y pérdidas. Ola invernal Colombia 2010-2011, Banco Interamericano de Desarrollo y Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Bogotá. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37958/1/OlainvernalColombiaBIDCEPAL_es.pdf
- Bertalanffy. L. (1986). (Teoría General De Los Sistemas. Fundamentos, desarrollo, aplicaciones. Recuperado abril 17 de 2022 en: https://cienciasparadigmas.files.wordpress.com/2012/06/teoria-general-de-los-sistemas-_fundamentos-desarrollo-aplicacionesludwig-von-bertalanffy.pdf
- Burbano, J. (2016). Evaluación del impacto de la variabilidad climática interanual y cambio climático en el cultivo de café en Colombia (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD DE CHILE). <http://www.mgpa.forestaluchile.cl/Tesis/Burbano%20Jonathan.pdf>
- Castañeda K., & Ocampo O. (2016) Aplicación de modelos de cultivo del café para la evaluación de efectos de variabilidad climática. <https://repositorio.autonoma.edu.co/bitstream/11182/936/1/Investigaciones%20UAM%202016.pdf#page=51>
- Córdoba, C. A. (2016). Resiliencia y variabilidad climática en agroecosistemas cafeteros en Anolaima (Cundinamarca - Colombia). (Tesis de Doctorado). Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/54755/1/cindyalexandracobavargas.2016.pdf>.

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2018). Producto interno bruto (PIB). Bogotá, Colombia. Obtenido de <http://www.dane.gov.co/index.php/52-espanol/noticias/noticias/4629-producto-interno-bruto-pib-i-trimestre-2018>.
- Departamento Nacional de Planeación, & Banco Interamericano de Desarrollo (Eds.). (2014). Impactos económicos del Cambio Climático en Colombia: Síntesis 2014. Departamento Nacional de Planeación. https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Impactos%20Econ%C3%B3micos%20del%20Cambio%20Climatico_Sintesis_Resumen%20Ejecutivo.pdf
- Dixon, J. and A. Gulliver with D. Gibbon. (2001) Farming Systems and Poverty: Improving Farmers' Livelihoods in a Changing World. FAO & World Bank, Rome, Italy & Washington, DC, USA
- El Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2015. *Agricultura y variabilidad climática, lo que debemos saber del clima*. Ficha Técnica. <http://www.iica.int/sites/default/files/publications/files/2016/B4131e.pdf>
- Farfán-Valencia, F., Montoya, E. C., Lince-Salazar, L. A., & Rodríguez Valencia, N. (2021). Índice general de vulnerabilidad a la amenaza climática en tres zonas cafeteras de Colombia. *Boletín Técnico Cenicafé*, 44, 1–37. <https://doi.org/10.38141/10782/044>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC) e Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2017). *Atlas Cafetero de Colombia (Primera Edición ed.)*. Bogotá: Imprenta Nacional de Colombia.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC), (2017). 90 años construyendo bienestar y calidad de vida. Obtenido de: <https://www.recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/ElCaficultor/Periodico/2017-08-11-90anos-comite-caldas.pdf>
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC), (2021). *Sistema de Información Cafetera SICA*.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC), Comité de Cafeteros de Caldas (2021). Información del programa de Balance Hídrico. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia - Comité de Cafeteros de Caldas, 2021
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC). BOGOTÁ. COLOMBIA. Manual de uso de fotografías aéreas. Aplicación al sistema de información cafetera. Bogotá, FNC, 1993. 53 p
- Fondo Financiero De Proyectos De Desarrollo [FONADE] e Instituto De Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2013). Efectos del cambio climático

- en la producción y rendimiento de cultivos por sectores “Evaluación del riesgo agroclimático por sectores. Primer Informe: Estado del Arte sobre la Agricultura y El Cambio Climático. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Efectos+del+Cambio+Climatico+en+la+agricultura.pdf/3b209fae-f078-4823-afa0-1679224a5e85>.
- Gaitán, A., Flórez, C. P., García, J. C., Benavides, P., Gil, Z. N., Sadeghian, S., Lince, L. A., Salazar, L. F., Oliveros, C. E., Sanz, J. R., Ramírez, C. A., Peñuela, A. E., Rodríguez, N., Quintero, L. V., & López, J. C. (2016). Evento de La Niña en Colombia: Recomendaciones para la caficultura. *Avances Técnicos Cenicafé*, 467, 1-12. <https://doi.org/10.38141/10779/0467>
- García-López, J. C., Ramírez-Carabalí, C., & Sarmiento-Herrera, N. (2023). Respuesta climática a eventos ENOS La Niña entre 1998 y 2022, en la zona cafetera. *Avances Técnicos Cenicafé*, 550, 1-12. <https://doi.org/10.38141/10779/0550>
- Gómez, Oscar. (2009). Efecto de El Niño – La Niña – Oscilación del Sur (ENSO) sobre la variabilidad del balance hídrico agroclimático en cultivos de café (*Coffea arabica* L.). Universidad De Manizales Maestría En Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Manizales.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), (2007) *Cambio climático, Informe de síntesis. Impacto, adaptación y Vulnerabilidad*. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf>
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), 2013: Glosario [Planton, S. (ed.)]. En: Cambio Climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex y P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, Estados Unidos de América.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), (2012). Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation, A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.researchgate.net/publication/266208219_Managing_the_Risks_of_Extreme_Events_and_Disasters_to_Advance_Climate_Change_Adaptation_Special_Report_of_Working_Groups_I_and_II_of_the_Intergovernmental_Panel_on_Climate_Change/link/542a71e90cf29bbc1267943f/download

- Hernández, O. (2023). El efecto Impensado del Cambio Climático. Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <https://www.iadb.org/es/mejorandovidas/el-efecto-mas-impensado-del-cambio-climatico>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) – Universidad Nacional de Colombia (UNAL), (2018). Variabilidad Climática y Cambio Climático en Colombia, Bogotá, D.C., 2018.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), (sf). Cambio Climático. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/web/atencion-y-participacion-ciudadana/cambio-climatico>.
- Jaramillo-Robledo, A., & Arcila-Pulgarín, J. (2009). Variabilidad climática en la zona cafetera colombiana asociada al evento de La Niña y su efecto en la caficultura. *Avances Técnicos Cenicafé*, 389, 1-8. <https://doi.org/10.38141/10779/0467>
- Londoño, J. C. (2017). Análisis de estrategias y medidas de adaptación a la variabilidad climática en cultivos de café en Colombia. [Monografía, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/13571>
- Mapas para colorear. Departamento de Caldas. Fuente: Mapas del departamento de Caldas. <https://www.mapasparacolorear.com/>
- Ministerio de Educación Nacional. Min educación, 2016. Plan Especial de Educación Rural. <https://portalparalapaz.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/Archivo-Digital-09-Plan-Especial-de-Educacion.pdf>
- Ocampo O. & Alvarez-Herrera, L. (2017). Trend in Coffee Production and Consumption in Colombia. *Apuntes del Cenes*, 36(64), 139–165. <https://doi.org/10.19053/01203053.v36.n64.2017.5419>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU), (sf) ¿Qué es Cambio climático?, recuperado de: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), (2001). América latina y el caribe, entorno regional. Características de la región. <https://www.fao.org/3/y1860s/y1860s09.htm>
- Sistema de Información Cafetero (SICA), (2019). Municipio de Marquetalia, mapa cafetero. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia (FNC).
- Turbay, S., Nates, B., Jaramillo, F., & Vélez, J. (2014). Adaptación a la variabilidad climática entre los caficultores de las cuencas de los ríos Porce y Chinchiná, Colombia. , *Boletín*,

núm. 85, Instituto de Ge. Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, 95-112. doi:10.14350/rig.42298.

Vermeulen, S. J., Challinor, A. J., Thornton, P. K., Campbell, B. M., Eriyagama, N., Vervoort, J. M., ... & Smith, D. R. (2013). Addressing uncertainty in adaptation planning for agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(21), 8357-8362.

Anexo 1. Instrumento aplicado para la recolección de datos.

ENCUESTA DE PERCEPCIÓN - IMPACTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA SOBRE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE CAFÉ EN EL MUNICIPIO DE MARQUETALIA CALDAS												
ENCUESTA Encuesta N° _____ La siguiente encuesta se realiza con el fin de poder conocer la producción de café del municipio de Marquetalia y como se ha visto afectada por la variabilidad climática, agradecemos su tiempo y sinceridad al resolverla.												
A. IDENTIFICACIÓN DE LA FINCA												
Vereda							Fecha	DD	MM	AA		
Nombre de la Finca					Código Sica							
Tipo Caficultor	Pequeño		Mediano		Grande		Área en Café	Ha				
Principal Actividad Económica												
B. CARACTERIZACIÓN CAFICULTOR												
Nombre Encuestado												
¿Hace cuánto es caficultor?	años				Edad	años	Sexo	F	M			
Área en Café	Ha					Escolaridad	Ninguno	Primaria	Secundaria	Tecnólogo	Técnico	Profesional
C. PERCEPCIÓN SOBRE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA												
¿Qué es para usted la variabilidad climática?												
¿Siente usted que la variabilidad climática ha afectado su territorio?					S	N	¿Cómo?					
¿Considera usted que está adaptado a la variabilidad climática?					S	N	¿Por qué?					
¿Qué acciones conoce para adaptarse a la variabilidad climática?												
¿Recuerda algún año en el que tuvo pérdidas en el cultivo?					S	N						
En caso de haber tenido pérdidas en algún año, ¿por qué las tuvo?												
	Verano		Marque X									
	Invierno											
	Plagas											
	Comercialización											
	Utruvia											
	Bulto Solar											
	Otro											
	Cual											
¿De cuánto porcentaje llegaron a ser estas pérdidas?					%							
¿Cree que había mayor producción cuando empezó a cultivar o en la actualidad?												
	Antes											
	Mayor Ahora											
	Se Mantiene Igual											
En caso de considerar un cambio, ¿por qué cree que aumentó o disminuyó la producción?												
Ha realizado cambio de cultivo o variedad de planta en su finca?						S	N	Indicar los cambios hechos				
En caso de haber realizado cambios, ¿por qué los hizo?												
	Productividad											
	Razones Económicas											
	Clima											
	Otro											
	Cual											

C. CAMBIO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL TIEMPO

¿Había mayor cantidad de agua disponible para la finca cuando empezó a cultivar?	S	N
¿En la actualidad el agua es suficiente para las necesidades de la finca?	S	N
¿El clima ha afectado la disponibilidad del agua en la finca?	S	N

D. PERCEPCIÓN DE LAS VARIABLES CLIMÁTICAS

	VARIABLES CLIMÁTICAS					
	TEMPERATURA			PRECIPITACIÓN		
	MAYOR	MEJOR	IGUAL	MAYOR	MEJOR	IGUAL
Quando empezó a cultivar había mayor o menor ____ (marque con una X)						
En caso de evidenciar algún cambio, ¿considera que este ha afectado la producción de sus cultivos?						

E. ADAPTACIÓN

¿Ha tomado medidas para mejorar la producción de sus cultivos? S N

En caso de tomar medidas, ¿cuáles han sido? _____

¿Ha tomado medidas para evitar pérdidas en sus cultivos a causa de sequías, lluvias, u otros fenómenos climáticos? ¿Cuáles? _____

¿Tiene alguna práctica especial en su cultivo? ¿Cuál? _____

S

N

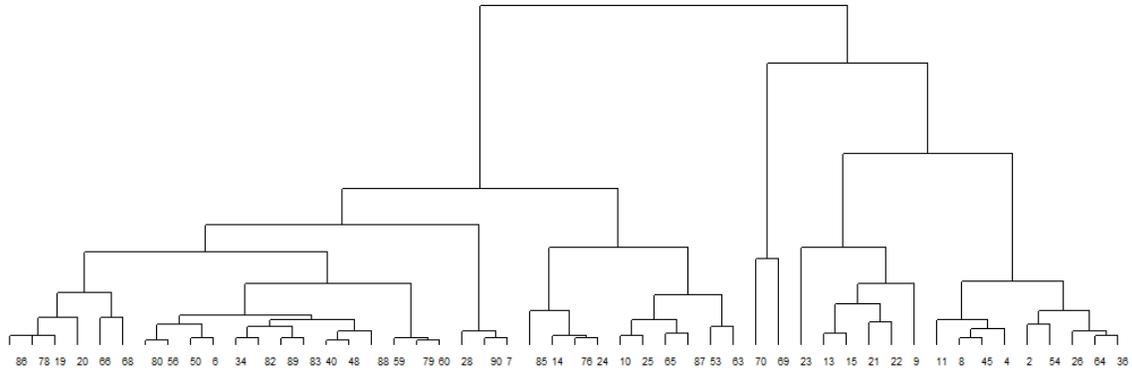
"De conformidad con la Ley 1581 de 2012 y el artículo 10 del Decreto 1377 de 2013, manifiesto que fui informado del objeto de la encuesta y autorizo a Néstor Alberto Salazar Loaiza a utilizar la información que suministro para los fines propios de la encuesta. Esta autorización implica que esos datos serán registrados con fines académicos y de evaluación."

Firma: _____ Cédula NP: _____

ENCUESTADOR (EXTENSIONISTA)

Anexo 2. Análisis de Conglomerados Jerárquicos

Hierarchical Cluster Analysis



BUILDING UP PARTITIONS
 CUT "a" OF THE TREE INTO 2 CLUSTERS
 CLUSTERS FORMATION (ON ACTIVE CASES)
 SUMMARY DESCRIPTION

CLUSTER	COUNT	WEIGHT	CONTENT
aa1a	53	53.00	1 TO 33
aa2a	17	17.00	34 TO 50

LOADINGS AND TEST-VALUES BEFORE CONSOLIDATION
 AXES 1 A 5

IDEN - LABEL	COUNT	ABS.WT.	TEST-VALUES					LOADINGS					DISTO.
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
CUT "a" OF THE TREE INTO 2 CLUSTERS													
aa1a - CLUSTER 1 / 2	53	53.00	-6.9	1.6	-0.8	0.1	-0.7	-0.21	0.05	-0.02	0.00	-0.01	0.05
aa2a - CLUSTER 2 / 2	17	17.00	6.9	-1.6	0.8	-0.1	0.7	0.66	-0.15	0.06	-0.01	0.05	0.47

CLUSTERING CONSOLIDATION
 AROUND CENTERS OF THE 2 CLUSTERS ACHIEVED BY 10 ITERATIONS WITH MOVING CENTERS
 BETWEEN-CLUSTERS INERTIA INCREASE

ITERATION	TOTAL INERTIA	INTER-CLUSTERS INERTIA	RATIO
0	1.03948	0.15073	0.14501
1	1.03948	0.16059	0.15449
2	1.03948	0.16059	0.15449
3	1.03948	0.16059	0.15449

STOP AFTER ITERATION 3. RELATIVE INCREASE OF BETWEEN-CLUSTER INERTIA WITH RESPECT TO THE PREVIOUS ITERATION IS ONLY 0.000 %.

INERTIA DECOMPOSITION
 COMPUTED ON 10 AXES.

	INERTIAS		COUNTS		WEIGHTS		DISTANCES	
	BEFORE	AFTER	BEFORE	AFTER	BEFORE	AFTER	BEFORE	AFTER
BETWEEN CLUSTERS	0.1507	0.1606						
WITHIN CLUSTER								
CLUSTER 1 / 2	0.4543	0.4903	53	55	53.00	55.00	0.0483	0.0438
CLUSTER 2 / 2	0.4345	0.3886	17	15	17.00	15.00	0.4699	0.5888
TOTAL INERTIA	1.0395	1.0395						

RATIO INTER INERTIA / TOTAL INERTIA) : BEFORE .. 0.1450
 AFTER .. 0.1545

LOADINGS AND TEST-VALUES AFTER CONSOLIDATION
 AXES 1 A 5

CLUSTERS		TEST-VALUES					LOADINGS						
IDEN - LABEL	COUNT	ABS.WT.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	DISTO.
CUT "a" OF THE TREE INTO 2 CLUSTERS													
aa1a - CLUSTER 1 / 2	55	55.00	-7.2	1.4	-0.5	-0.5	-0.4	-0.20	0.04	-0.01	-0.01	-0.01	0.04
aa2a - CLUSTER 2 / 2	15	15.00	7.2	-1.4	0.5	0.5	0.4	0.74	-0.14	0.04	0.03	0.03	0.59

COMPOSITION OF: CUT "a" OF THE TREE INTO 2 CLUSTERS

CLUSTER 1 / 2

1	2	3	5	6	7	10	12	13	14	16	17	18	19	20
24	25	27	28	29	30	31	32	33	34	35	37	38	39	40
41	42	43	44	46	47	48	49	50	51	52	53	55	56	57
58	59	60	61	62	63	65	66	67	68					

CLUSTER 2 / 2

4	8	9	11	15	21	22	23	26	36	45	54	64	69	70
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

CLUSTERS REPRESENTATIVES

CLUSTER 1 / 2

COUNT: 55

IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.
1	0.08866	38	2	0.17836	30	3	0.18401	43
4	0.20870	18	5	0.21915	44	6	0.23560	39
7	0.25957	16	8	0.26992	52	9	0.27603	31
10	0.27759	17						

CLUSTER 2 / 2

COUNT: 15

IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.
1	0.74195	8	2	0.83762	36	3	0.86183	26
4	0.95232	64	5	0.99000	15	6	1.03552	45
7	1.04783	4	8	1.05450	22	9	1.16045	11
10	1.30305	54						

CUT "b" OF THE TREE INTO 3 CLUSTERS

CLUSTERS FORMATION (ON ACTIVE CASES)

SUMMARY DESCRIPTION

CLUSTER	COUNT	WEIGHT	CONTENT
bb1b	53	53.00	1 TO 33
bb2b	2	2.00	34 TO 35
bb3b	15	15.00	36 TO 50

LOADINGS AND TEST-VALUES BEFORE CONSOLIDATION

AXES 1 A 5

CLUSTERS		TEST-VALUES					LOADINGS						
IDEN - LABEL	COUNT	ABS.WT.	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	DISTO.
CUT "b" OF THE TREE INTO 3 CLUSTERS													
bb1b - CLUSTER 1 / 3	53	53.00	-6.9	1.6	-0.8	0.1	-0.7	-0.21	0.05	-0.02	0.00	-0.01	0.05
bb2b - CLUSTER 2 / 3	2	2.00	3.4	5.3	-2.4	-0.8	-0.6	1.07	1.57	-0.58	-0.17	-0.12	4.34
bb3b - CLUSTER 3 / 3	15	15.00	5.8	-3.8	1.8	0.2	1.0	0.60	-0.37	0.14	0.02	0.07	0.54

CLUSTERING CONSOLIDATION

AROUND CENTERS OF THE 3 CLUSTERS ACHIEVED BY 10 ITERATIONS WITH MOVING CENTERS
 BETWEEN-CLUSTERS INERTIA INCREASE

ITERATION	TOTAL INERTIA	INTER-CLUSTERS INERTIA	RATIO

0	1.03948	0.27609	0.26561
1	1.03948	0.28569	0.27484
2	1.03948	0.29165	0.28057
3	1.03948	0.29571	0.28447
4	1.03948	0.29571	0.28447
5	1.03948	0.29571	0.28447

STOP AFTER ITERATION 5. RELATIVE INCREASE OF BETWEEN-CLUSTER INERTIA
WITH RESPECT TO THE PREVIOUS ITERATION IS ONLY 0.000 %.
INERTIA DECOMPOSITION
COMPUTED ON 10 AXES.

INERTIAS	INERTIAS		COUNTS		WEIGHTS		DISTANCES	
	BEFORE	AFTER	BEFORE	AFTER	BEFORE	AFTER	BEFORE	AFTER
BETWEEN CLUSTERS	0.2761	0.2957						
WITHIN CLUSTER								
CLUSTER 1 / 3	0.4543	0.5614	53	57	53.00	57.00	0.0483	0.0376
CLUSTER 2 / 3	0.0376	0.0376	2	2	2.00	2.00	4.3377	4.3377
CLUSTER 3 / 3	0.2715	0.1447	15	11	15.00	11.00	0.5392	0.8985
TOTAL INERTIA	1.0395	1.0395						

RATIO INTER INERTIA / TOTAL INERTIA) : BEFORE .. 0.2656
AFTER .. 0.2845

LOADINGS AND TEST-VALUES AFTER CONSOLIDATION
AXES 1 A 5

IDEN - LABEL	COUNT	ABS.WT.	TEST-VALUES					LOADINGS					DISTO.
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
CUT "b" OF THE TREE INTO 3 CLUSTERS													
bb1b - CLUSTER 1 / 3	57	57.00	-7.1	2.0	0.3	-1.2	0.3	-0.18	0.05	0.01	-0.02	0.00	0.04
bb2b - CLUSTER 2 / 3	2	2.00	3.4	5.3	-2.4	-0.8	-0.6	1.07	1.57	-0.58	-0.17	-0.12	4.34
bb3b - CLUSTER 3 / 3	11	11.00	6.0	-4.6	0.7	1.6	0.0	0.75	-0.54	0.07	0.14	0.00	0.90

COMPOSITION OF: CUT "b" OF THE TREE INTO 3 CLUSTERS

CLUSTER 1 / 3														
1	2	3	5	6	7	10	12	13	14	16	17	18	19	20
21	23	24	25	27	28	29	30	31	32	33	34	35	37	38
39	40	41	42	43	44	46	47	48	49	50	51	52	53	55
56	57	58	59	60	61	62	63	65	66	67	68			
CLUSTER 2 / 3														
69	70													
CLUSTER 3 / 3														
4	8	9	11	15	22	26	36	45	54	64				

CLUSTERS REPRESENTATIVES

CLUSTER 1/ 3
COUNT: 57

IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.
1	0.09282	38	2	0.19064	30	3	0.19133	43
4	0.21769	18	5	0.22353	44	6	0.25542	39
7	0.28340	56	8	0.28347	16	9	0.28732	31
10	0.28806	52						

CLUSTER 2/ 3
COUNT: 2

IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.
1	1.31717	70	2	1.31717	69			

CLUSTER 3/ 3
COUNT: 11

IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.
1	0.47546	8	2	0.50215	36	3	0.55093	26
4	0.56278	64	5	0.62358	45	6	0.68348	4
7	0.88255	22	8	1.05141	11	9	1.15430	54
10	1.24510	15						

Anexo 3. Estadística descriptiva por Clúster

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Néstor, 5/07/2023, 8:41:41

Cross Tabulation of CLUSTER by ADAPTAVAR

CLUSTER	ADAPTAVAR		
	1	2	
1	10	45	55
Row %	18.2	81.8	78.6
Col %	58.8	84.9	
2	7	8	15
	46.7	53.3	21.4
	41.2	15.1	
	17	53	70
	24.3	75.7	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 5/07/2023, 9:21:38

Cross Tabulation of CLUSTER by AFECTAVAR

CLUSTER	AFECTAVAR		
	1	2	
1	54	1	55
Row %	98.2	1.8	78.6
Col %	79.4	50.0	
2	14	1	15
	93.3	6.7	21.4
	20.6	50.0	
	68	2	70
	97.1	2.9	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:47:30

Cross Tabulation of CLUSTER by AGUASUFIC

CLUSTER	AGUASUFIC		
	1	2	
1	49	6	55
Row %	89.1	10.9	78.6
Col %	76.6	100.0	
2	15	0	15
	100.0	0.0	21.4
	23.4	0.0	
	64	6	70
	91.4	8.6	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:48:31

Cross Tabulation of CLUSTER by ANOSCAFI

CLUSTER	ANOSCAFI			
	1	2	3	
1	9	20	26	55
Row %	16.4	36.4	47.3	78.6
Col %	56.3	80.0	89.7	
2	7	5	3	15
	46.7	33.3	20.0	21.4
	43.8	20.0	10.3	
	16	25	29	70
	22.9	35.7	41.4	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:49:08

Cross Tabulation of CLUSTER by CAMAFPCPD

CLUSTER	CAMAFPCPD		
	1	2	
1	51	4	55
Row %	92.7	7.3	78.6
Col %	81.0	57.1	
2	12	3	15
	80.0	20.0	21.4
	19.0	42.9	
	63	7	70
	90.0	10.0	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:49:39

Cross Tabulation of CLUSTER by CAMBAFAG

CLUSTER	CAMBAFAG		
	1	2	
1	46	9	55
Row %	83.6	16.4	78.6
Col %	92.0	45.0	
2	4	11	15
	26.7	73.3	21.4
	8.0	55.0	
	50	20	70
	71.4	28.6	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:50:20

Cross Tabulation of CLUSTER by CAMBIOVAR

CLUSTER	CAMBIOVAR		
	1	2	
1	47	8	55
Row %	85.5	14.5	78.6
Col %	81.0	66.7	
2	11	4	15
	73.3	26.7	21.4
	19.0	33.3	
	58	12	70
	82.9	17.1	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:51:12

Cross Tabulation of CLUSTER by EDAD

CLUSTER	EDAD			
	1	2	3	
1	16	23	16	55
Row %	29.1	41.8	29.1	79.7
Col %	72.7	76.7	94.1	
2	6	7	1	14

42.9	50.0	7.1	20.3
27.3	23.3	5.9	
+-----+-----+-----+			
22	30	17	69
31.9	43.5	24.6	100.0

Cases Included 69 Missing Cases 1

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:51:38

Cross Tabulation of CLUSTER by ESCOLARI

CLUSTER	ESCOLARI				
	1	2	3	4	
1	36	12	1	6	55
Row %	65.5	21.8	1.8	10.9	78.6
Col %	80.0	75.0	100.0	75.0	
+-----+-----+-----+					
2	9	4	0	2	15
	60.0	26.7	0.0	13.3	21.4
	20.0	25.0	0.0	25.0	
+-----+-----+-----+					
	45	16	1	8	70
	64.3	22.9	1.4	11.4	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:52:05

Cross Tabulation of CLUSTER by MASDISPAG

CLUSTER	MASDISPAG		
	1	2	
1	49	6	55
Row %	89.1	10.9	78.6

Col %	87.5	42.9	
	+-----+-----+		
2	7	8	15
	46.7	53.3	21.4
	12.5	57.1	
	+-----+-----+		
	56	14	70
	80.0	20.0	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:52:34

Cross Tabulation of CLUSTER by MAYPRODAN

CLUSTER	MAYPRODAN			
	1	2	3	
1	51	2	2	55
Row %	92.7	3.6	3.6	78.6
Col %	87.9	33.3	33.3	
	+-----+-----+			
2	7	4	4	15
	46.7	26.7	26.7	21.4
	12.1	66.7	66.7	
	+-----+-----+			
	58	6	6	70
	82.9	8.6	8.6	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:53:02

Cross Tabulation of CLUSTER by MAYPRODAN

CLUSTER	MAYPRODAN			
	1	2	3	
1	51	2	2	55
Row %	92.7	3.6	3.6	78.6
Col %	87.9	33.3	33.3	
2	7	4	4	15
	46.7	26.7	26.7	21.4
	12.1	66.7	66.7	
	58	6	6	70
	82.9	8.6	8.6	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:53:42

Cross Tabulation of CLUSTER by PORCPERD

CLUSTER	PORCPERD				
	1	2	3	4	
1	23	21	10	1	55
Row %	41.8	38.2	18.2	1.8	78.6
Col %	95.8	87.5	90.9	9.1	
2	1	3	1	10	15
	6.7	20.0	6.7	66.7	21.4
	4.2	12.5	9.1	90.9	
	24	24	11	11	70
	34.3	34.3	15.7	15.7	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:54:27

p. m.

Cross Tabulation of CLUSTER by PORQUEPER

CLUSTER	PORQUEPER			
	1	2	3	
1	46	8	1	55
Row %	83.6	14.5	1.8	78.6
Col %	93.9	88.9	8.3	
2	3	1	11	15
	20.0	6.7	73.3	21.4
	6.1	11.1	91.7	
	49	9	12	70
	70.0	12.9	17.1	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:55:02

p. m.

Cross Tabulation of CLUSTER by PRECIPITA

CLUSTER	PRECIPITA			
	1	2	3	
1	3	51	1	55
Row %	5.5	92.7	1.8	78.6

Col %	75.0	81.0	33.3	
2	1	12	2	15
	6.7	80.0	13.3	21.4
	25.0	19.0	66.7	
	4	63	3	70
	5.7	90.0	4.3	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:59:06

Cross Tabulation of TOMAMEDID by RECUERPER

TOMAMEDID	RECUERPER		
	1	2	
1	57	8	65
Row %	87.7	12.3	92.9
Col %	95.0	80.0	
2	3	2	5
	60.0	40.0	7.1
	5.0	20.0	
	60	10	70
	85.7	14.3	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:55:49

Cross Tabulation of CLUSTER by SEXO

CLUSTER	SEXO		
	1	2	
1	13	42	55
Row %	23.6	76.4	78.6
Col %	76.5	79.2	
2	4	11	15
	26.7	73.3	21.4
	23.5	20.8	
	17	53	70
	24.3	75.7	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:56:23

Cross Tabulation of CLUSTER by TEMPERAT

CLUSTER	TEMPERAT			
	1	2	3	
1	15	40	0	55
Row %	27.3	72.7	0.0	78.6
Col %	75.0	83.3	0.0	
2	5	8	2	15
	33.3	53.3	13.3	21.4
	25.0	16.7	100.0	
	20	48	2	70
	28.6	68.6	2.9	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:56:46

Cross Tabulation of CLUSTER by TIPO

CLUSTER	TIPO			
	1	2	3	
1	54	0	1	55
Row %	98.2	0.0	1.8	78.6
Col %	81.8	0.0	50.0	
2	12	2	1	15
	80.0	13.3	6.7	21.4
	18.2	100.0	50.0	
	66	2	2	70
	94.3	2.9	2.9	100.0

Statistix 8.0
p. m.

Base de datos Nestor, 8/07/2023, 2:57:26

Cross Tabulation of CLUSTER by TOMAMEDID

CLUSTER	TOMAMEDID		
	1	2	
1	52	3	55
Row %	94.5	5.5	78.6
Col %	80.0	60.0	
2	13	2	15
	86.7	13.3	21.4
	20.0	40.0	
	65	5	70
	92.9	7.1	100.0

Cases Included 70 Missing Cases 0