



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Caracterización, crecimiento, rendimiento y rentabilidad económica en sistema de café robusta (*Coffea canephora* P.), finca El Encanto, Nueva Guinea, RACCS 2017-2021

Autor

Br. Noel Antonio Luna Rivas

Asesor

MSc. Hugo René Rodríguez González

Managua, Nicaragua
Agosto, 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Tesis

Caracterización, crecimiento, rendimiento y rentabilidad económica en sistema de café robusta (*Coffea canephora* P.), finca El Encanto, Nueva Guinea, RACCS 2017-2021

Autor

Br. Noel Antonio Luna Rivas

Asesor

MSc. Hugo René Rodríguez González

Presentado a la consideración del honorable comité evaluador como requisito final para optar al grado de Ingeniero Agrónomo

Managua, Nicaragua
Agosto, 2021

DEDICATORIA

A Dios por brindarme vida, sabiduría, protección y un día como hoy logre el sueño de ser profesional agropecuario.

A mi madre **Mayra Rosa Rivas Halleslevens** por brindarme apoyo en todo sentido, desde los primeros días, momentos difíciles y en cada etapa de mi vida que me ha llevado a crecer profesionalmente, ella es el motor de confianza e inspiración más importante de mi vida.

Br. Noel Antonio Luna Rivas

AGRADECIMIENTO

Primeramente, a Dios por brindarme vida salud y fuerzas en momentos difíciles, a mis padres por haber proporcionado apoyo incondicional tanto anímico como económico.

A mi asesor MSc. Hugo René Rodríguez González por tenerme paciencia, brindarme apoyo, pero sobre todo por la disposición de compartir sus valiosos conocimientos, tiempo, esmero y dedicación que fueron factores determinantes para la culminación de este trabajo.

Al propietario del sistema de café robusta Finca El Encanto Manual de Jesús Aguilar por su hospitalidad apoyo necesario y proporcionarme información sobre ciclos productivos que fueron vitales para el desarrollo de esta investigación.

A la Universidad Nacional Agraria y sus docentes por brindarme condiciones y recursos necesarios para adquirir los conocimientos, que hoy me perfilan a ser un profesional más en el sector agropecuario, esto no hubiera sido posible sin la intervención de unos profesionales de calidad, dispuestos a contribuir y sacrificarse positivamente por el desarrollo y crecimiento de nuestro país.

Br. Noel Antonio Luna Rivas

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iv
ÍNDICE DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MARCO DE REFERENCIA	4
3.1. Origen del café robusta	4
3.2. Factores edafoclimáticos favorables al café Robusta	4
3.2.1. Temperatura	4
3.2.2. Precipitación	5
3.2.3. Humedad relativa	5
3.2.4. Luminosidad	5
3.2.5. Suelos	5
3.3. Establecimiento y autorización de las plantaciones en Nicaragua	6
3.4. Importancia económica y ambiental del café Robusta	6
3.5. Crecimiento y rendimiento de café	7
3.6. Rentabilidad económica en café	8
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	9
4.1. Ubicación y fechas del estudio	9
4.2. Diseño de la investigación	10
4.3. Manejo del sistema café robusta	11
4.4. Variables evaluadas	12
4.4.1. Variables de crecimiento	12

4.4.2. Variables de rendimiento	12
4.4.3 Variables climáticas de caracterización	13
4.4.4. Variables del análisis económico	13
4.5. Análisis de datos	14
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
5.1. Caracterización del sistema café robusta El Encanto colonia Verdún, municipio Nueva Guinea 2020-2021	15
5.1.1. Extensión del área en el sistema de café robusta	15
5.1.2. Sistema de cultivo utilizado en el sistema de café robusta	15
5.1.3. Nivel tecnológico en el sistema de café robusta	15
5.1.4. Parámetros edafoclimáticas de la zona comparados con los parámetros edafoclimáticos óptimos de la especie <i>C. canephora</i> P.	15
5.2. Crecimiento y rendimiento de la plantación de café robusta registrado durante cuatro ciclos productivos	18
5.2.1. Variables de crecimiento	18
5.2.2. Variables de rendimiento	25
5.3. Análisis de rentabilidad en el sistema de café robusta finca El Encanto	29
5.3.1. Costos de producción por actividades en el sistema de café robusta finca El Encanto durante el periodo 2020-2021	29
5.3.2. Ingresos por venta de café robusta	37
5.3.3. Relación beneficio costo	38
5.3.4. Utilidad neta	38
VI. CONCLUSIONES	40
VII. RECOMENDACIONES	41
VIII. LITERATURA CITADA	42
IX. ANEXOS	48

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	PÁGINA
1. Características de los lotes en la plantación de café robusta, Finca El Encanto, 2020-2021	9
2. Parámetros edafoclimáticos óptimos de la especie <i>C. canephora</i> P. Condiciones edafoclimáticas presentes en el sistema de café robusta finca El Encanto	17
3. Costos por fertilización en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021	30
4. Costos por control de malezas en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021	32
5. Costos por recolección de granos en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021	33
6. Costos por comercialización en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021	35
7. Síntesis de los costos de producción en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021	36
8. Síntesis de los costos de producción en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021	36
9. Ingresos por venta de café uva en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021	37

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Ubicación de los lotes en el sistema café robusta El Encanto, colonia Verdún, municipio Nueva Guinea	10
2.	Climograma de las condiciones presentes en el sistema de café robusta El Encanto, colonia Verdún municipio Nueva Guinea	16
3.	Altura del tallo en los lotes plano y desnivel, del sistema de café robusta El Encanto	19
4.	Diámetro del tallo en los lotes plano y desnivel, del sistema de café robusta El Encanto	20
5.	Número de bandolas por plantas en los lotes plano y desnivel, del sistema de café robusta El Encanto	21
6.	Proyección total de copa en los lotes plano y desnivel, del sistema de café robusta El Encanto	22
7.	Intensidad de luz bajo copa en los lotes plano y desnivel, en el sistema de café robusta El Encanto	24
8.	Producción de grano uva por hilera en los lotes plano y desnivel, en el sistema de café robusta El Encanto	25
9.	Número de granos uva por kilogramo en los lotes plano y desnivel, en el sistema de café robusta El Encanto	27
10.	Porcentaje de grano uva dañado en los lotes Plano y desnivel, en el sistema de café robusta, El Encanto	28

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS	PÁGINA
1. Clasificación botánica del café robusta	48
2. Características distintivas de la especie arábica vs. especie robusta	48
3. Plantación de café robusta entre hileras finca El Encanto, Verdún, Nueva Guinea	49
4. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en altura del tallo	49
5. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en el diámetro del tallo	50
6. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en el número de bandolas por planta	50
7. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en la proyección total de copa del café	51
8. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en la intensidad bajo copa del café	51
9. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en la producción grano uva por hilera	52
10. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en el número de grano uva por kilogramo	52
11. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en el porcentaje de grano uva dañado	53
12. Formato de entrevista tipo directa utilizada para el estudio en el sistema de café robusta, finca El Encanto	53

RESUMEN

La importancia de la producción cafetalera en Nicaragua, la poca información sobre café robusta (*Coffea canephora* P.) y la determinación de si existe o no rentabilidad económica, motivó analizar el sistema cafetero robusta El Encanto, Colonia Verdún, Municipio de Nueva Guinea. La investigación consistió en el uso de herramientas de actividad investigativa, como entrevistas directas y visitas *insitu*, se caracterizó el sistema de producción de café robusta y sus parámetros edafoclimáticos en comparación con los parámetros óptimos de la especie *C. canephora* P. durante dos ciclos productivos. Se analizaron variables de crecimiento y rendimiento en el café, registradas durante cuatro ciclos productivos en dos lotes de café. Se calculó la relación beneficio / costo y el margen de utilidad en la producción de café robusta para el ciclo 2020-2021 antes de la recepa. Los parámetros edafoclimáticos presentes en el área y los parámetros óptimos para la especie *C. canephora* P., se encuentran dentro del rango óptimo. La altura del tallo, diámetro del tallo y número de bandolas del café robusta presentaron diferencias estadísticas significativas con los mejores resultados en el lote a desnivel. La densidad de siembra, prácticas de manejo y orientación solar, influyeron sobre los resultados propositivos para el lote a desnivel. La proyección de copa total en café robusta indica un efecto notorio de las podas selectivas con los mejores resultados en el lote plano. La intensidad de luz bajo copa prevalece en el lote a desnivel con mayor recepción de luz que el lote plano. El lote plano obtuvo mejores rendimientos en comparación al lote a desnivel al analizar el número de granos uva por hilera y número de granos uva por kilogramo. En igualdad de condiciones de fertilización foliar y factores climáticos el porcentaje de grano uva dañado fue superior en el lote a desnivel influyendo negativamente sobre el rendimiento. El resultado de la relación beneficio / costo para el ciclo 2020-2021 indicó que se obtuvo una utilidad 83 córdobas por unidad monetaria invertida y el margen de utilidad neta del café robusta generó un resultado de 83,80%.

Palabras clave: sistema, edafoclimáticos, lotes, ciclos, plantación

ABSTRACT

The importance of coffee production in Nicaragua, the little information on robusta coffee (*Coffea canephora* P.) and the determination of whether or not there is economic profitability, motivated the analysis of the robusta coffee system El Encanto, Colonia Verdún, Municipality of Nueva Guinea. The research consisted of the use of investigative activity tools, such as direct interviews and on-site visits, the robusta coffee production system and its edaphoclimatic parameters were characterized in comparison with the optimal parameters of the species *C. canephora* P. during two productive cycles. Growth and yield variables were analyzed in coffee, recorded during four production cycles in two lots of coffee. The benefit / cost ratio and the profit margin were calculated in the production of robusta coffee for the 2020-2021 cycle before the preparation. The edaphoclimatic parameters present in the area and the optimal parameters for the species *C. canephora* P., are within the optimal range. The height of the stem, diameter of the stem and number of sides of the Robusta coffee presented statistically significant differences with the best results in the uneven lot. The sowing density, management practices and solar orientation, influenced the propositive results for the uneven field. The total crown projection in robusta coffee indicates a noticeable effect of selective pruning with the best results in the flat field. The light intensity under the canopy prevails in the flat lot with higher lux reception than the uneven lot. The flat batch obtained better yields compared to the uneven batch when analyzing the number of grape grains per row and number of grape grains per kilogram. In equal conditions of foliar fertilization and climatic factors, the percentage of damaged grape grain was higher in the uneven lot, negatively influencing the yield. The result of the benefit / cost ratio for the 2020-2021 cycle indicated that a profit of 83 córdobas was obtained per monetary unit invested and the net profit margin of robusta coffee generated a result of 83.80%.

Keywords: system, edaphoclimatic, lots, cycles, plantation

I. INTRODUCCIÓN

Canet et al. (2016) registran que:

El café es uno de los productos agrícolas de mayor importancia económica a nivel mundial, y ocupa el segundo lugar después del petróleo en materia de cifras de comercio internacional, generando ingresos anuales mayores a USD \$15 mil millones para los países exportadores y brinda fuente de trabajo a más de 20 millones de personas en el mundo; el café ocupa un lugar primordial en el mercado mundial de bebidas y constituye un elemento esencial en la vida diaria de las diferentes poblaciones en la mayor parte del planeta, donde se disfruta como complemento de las actividades del quehacer diario (p.6).

SICA (2018) menciona que:

La producción de café es de suma importancia económica para la región de los países que forman parte del SICA, ya que representa uno de los principales cultivos de exportación agrícola, también es fuente de empleos en el medio rural y, según datos de PROMECAFE, aproximadamente 5 millones de personas dependen directamente de la producción de café en la región (párr.8).

Quintero y Rosales (2014) afirman que:

El análisis del mercado internacional de productos básicos agrícolas, entre ellos el café reviste importancia debido a que la producción y el comercio de estos bienes constituyen el pilar de las economías de la mayoría de los países subdesarrollados, principalmente en términos del empleo y de ingresos por exportación. Esta dependencia estructural se traduce en la vulnerabilidad de las economías subdesarrolladas, dada la volatilidad de los precios de los productos básicos con un predominio de precios bajos que conllevan una disminución de sus ingresos y de las condiciones de vida en el medio rural, aunado a otros factores socioeconómicos (p. 14).

Arguello y Olivero (2015) afirman que:

El café genera aproximadamente 300,000 empleos directos e indirectos que representan el 53% del total de empleos del sector agropecuario y el 14% del total de empleos a nivel nacional. De tal manera, que el café es un cultivo sostenible debido a la importancia que tiene a nivel nacional, siendo un rubro clave en el desarrollo del país y principalmente en el sector agrícola. El café continúa siendo el mayor generador de divisas con montos totales de US\$310.6 millones de dólares, seguido por la carne vacuna con US\$201.9, azúcar con US\$122.1, maní con US\$81.3 y queso con US\$47.2 millones de dólares (p.29).

Rojo (2014) destaca que:

Coffea canephora es un árbol robusto con raíz poco profunda que puede alcanzar los 10 metros de altura. El fruto es redondeado y tarda hasta 11 meses en madurar. Su semilla es alargada y más pequeña que la del C. arábica, mientras que las hojas por lo general suelen ser más grandes (p.2).

Shuman (2005) destaca que:

Hay dos tipos principales de café en el mundo, Robusta y Arábica. Arábica está reconocido como el café superior e integra todos los cafés especiales, es cultivado más en América Latina, Etiopía, y Kenia. Robusta está reconocido como el café normal y es usado en cafés comerciales (como Maxwell House y Folgers), y es producido en gran parte en Brasil, Vietnam, y Uganda. Aunque el café es muy importante para la economía de Nicaragua, Nicaragua queda como productor pequeño en relación al mundo (p.10).

La importancia de la producción cafetalera en Nicaragua que influye socialmente y económicamente en la vida de los nicaragüenses, la existencia de información disponible en café arábico, tanto en aspectos productivos, sociales y económicos; así como la nula o poca información sobre la especie robusta y la determinación si existe o no rentabilidad en el mismo, motivó el presente análisis de rentabilidad económica que presenta la producción del sistema de café robusta El encanto, del señor Manuel de Jesús Aguilar en la Colonia el Verdún ciclo de cosecha de 2020-2021.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Evaluar características edafoclimáticas, crecimiento, rendimiento y rentabilidad económica en dos lotes del sistema de café robusta (*Coffea canephora* P.) para determinar la viabilidad de las actividades del proceso de producción.

2.2. Objetivos específicos

1. Caracterizar un sistema de producción cafetalero y los parámetros edafoclimáticos presentes en la zona comparados con los parámetros óptimos para la especie *C. canephora* P.
2. Determinar el crecimiento y rendimiento del sistema de café robusta durante cuatro ciclos productivos en dos lotes.
3. Calcular la relación beneficio / costo y el margen de utilidad en la producción de café como resultado de un análisis económico integral.

III. MARCO DE REFERENCIA

3.1. Origen del café Robusta

Silva (2019) define que:

El (*Coffea canephora* P.) conocido como café robusta; surgió después de *Coffea arábica* es originario de África occidental; tolera altas temperaturas y fuertes lluvias; los árboles miden hasta 10 m de altura y de flores blancas en dos racimos, tiene la capacidad de ser inmune al hongo (*Hemileia vastatrix* B & B.). Es un café que tiene un mayor contenido de cafeína, sus semillas son de forma redonda y de color marrón-amarillo con un característico olor a paja, en el tueste produce un color oscuro de sabor fuerte con un punto amargo (párr.1).

Gualotuña (2016) menciona que existen dos grupos de materiales genéticos diferentes de *Coffea canephora*, clasificados como:

Los Congoleses: África Central (República Centro Africana, Congo y Camerún) incluido el café conocido como robusta; se caracterizan por presentar crecimiento erecto, tallo de mayor diámetro y poco ramificado, hojas y frutos de mayor tamaño, maduración tardía y de mayor vigor, mayor productividad y mayor tolerancia a enfermedades (p.19).

Los Guineanos: Oeste de África (Guinea y Costa de Marfil) se caracterizan por presentar plantas de crecimiento arbustivo, tallos ramificados, hojas alargadas, florecimiento precoz, resistencia a la sequía y mayor susceptibilidad a las enfermedades (p.20).

3.2. Factores edafoclimáticos favorables al café robusta

3.2.1. Temperatura

Abrego (2012) expresa que “el café robusta (*Coffea canephora* P.) se desarrolla adecuadamente en un clima ecuatorial típico, con temperaturas que oscilan de 24 a 28 °C con reducidas variaciones” (p.12).

3.2.2. Precipitación

CICAFE (2011) afirma que:

La cantidad y distribución de las lluvias durante el año son aspectos muy importantes, con menos de 1 000 mm anuales, se limita el crecimiento de la planta y por lo tanto la cosecha del año siguiente; con precipitaciones mayores de 3 000 mm, la calidad física del café oro y la calidad de taza puede comenzar a verse afectada; además el control fitosanitario de la plantación resulta más difícil y costoso (p.9).

3.2.3. Humedad relativa

Molinares y Castiblanco (2015), mencionan que “Cuando alcanzan niveles superiores al 85%, se propicia el ataque de enfermedades fungosas que se ven notablemente favorecidas” (p. 21).

3.2.4. Luminosidad

Cenicafé (2019) registra que:

Un sistema de producción debe establecerse si los cultivos son afectados por las altas temperaturas, si en las regiones se presenta una reducción en las lluvias por largos períodos de tiempo, si se presenta falta de agua en el suelo, o si hay incremento en la radiación solar; alguno de estos factores o todos en su conjunto afectan marcadamente el desarrollo de la plantación, el desarrollo, formación del grano, y la producción (párr.1).

3.2.5. Suelos

Sadeghian (2008) argumenta que:

La fertilidad del suelo es diversa, y en ocasiones contradictorias, las definiciones acerca de la fertilidad del suelo, sin embargo, se acepta que en esencia hace referencia a la capacidad que posee el medio edáfico para suplir los elementos esenciales que demandan las plantas para su metabolismo (p.32).

3.3. Establecimiento y autorización de las plantaciones en Nicaragua

Rayo (2016) explica que:

A instancias de CISA Export, empresa nicaragüense exportadora de café, hace varios años el gobierno de Nicaragua otorgó visto bueno para que la empresa estableciera lotes comerciales de café robusta en la región del Caribe. Los resultados han sido exitosos a tal punto que otros gremios de productores presionaron al gobierno para que el cultivo de la especie *C. canephora* P. se extendiera a otras zonas. Debido al interés y desconocimiento del tema entre nuestros clientes agricultores, escribí este artículo con el fin de poner al tanto a la ciudadanía, técnicos y agricultores interesados (párr.1).

3.4. Importancia económica y ambiental del café robusta

Aguerrí (2016) describe que:

La planta de café robusta tiene mayor rendimiento de recolección que la especie arábica y es menos susceptible a plagas y enfermedades; es más fácil de cuidar y más barato de producir. Mientras los granos de arábica son considerados superiores, robusta suele limitarse a grados menores de baja calidad. Se usa muy comúnmente para elaborar café instantáneo (párr.5).

Espinoza (2019) registra que:

En los últimos diez años, el sector cafetalero nicaragüense (SCN) ha presentado signos de vulnerabilidad antes factores endógenos y exógenos, entre ellos se encuentra: la pérdida de producción causada por el cambio climático, insuficiente nivel de financiamiento y, talento humano, entre otros. En ese mismo sentido, el sector requiere estrategias sostenibles para disminuir brechas que obstaculizan el fomento del SCN y, que sea resiliente a estos impactos (p.12)

Motyka (2017) registra que:

El café robusta, más allá de su amargo sabor, proviene de una planta denominada *Coffea canephora* que, a diferencia de la *Coffea arábica*, es más resistente a las plagas (párr.2).

CEPAL (2014) Menciona que:

La caficultura, requiere de mucha vegetación y altitud, con el fin de desarrollarse y producir granos de buena calidad. Contribuye en la preservación de la biodiversidad y la captación de óxido de carbono, cabe añadir que, su producción produce bienestar al ambiente (p.82).

3.5. Crecimiento y rendimiento del café

“La existencia de condiciones favorables de humedad propician que las plantas de *Coffea canephora* P. puedan manifestar un buen crecimiento y productividad en cualquiera de sus ciclos productivos” (Bustamante et al, 2015, p.4).

Chamorro (2017) manifiesta que:

Los planes de producción de café robusta en Nicaragua se desarrollaron muy bien, la cosecha cafetalera 2016-2017 fue de 40 000 quintales represando el dos por ciento del volumen del total en café, para la cosecha 2017-2018 se incrementó en un 30% la producción, mencionó que el objetivo del plan es alcanzar un área de 10 000 manzanas con una producción estimada en 500,000 quintales para la cosecha 2026-2027 (parr.1-4).

“El rendimiento del café es una variable de tipo cuantitativo de mucha importancia desde el punto de vista económico para los productores de café” (Salgado y Olivera, 2005, p.38).

Coste (1969) Menciona que:

El potencial productivo de todas las especies es un extremo variable, el café está sometido a una alternancia de producción, el período de plena productividad es más o menos largo, ya que su duración está influenciada por numerosos factores: Medio ecológico, manejo agronómico, estado sanitario y cuidado (p.21).

3.6. Rentabilidad económica en café

Mieses (2001) menciona que:

La rentabilidad es la capacidad de un bien o servicio de producir una renta, ingreso o ganancia; se mide en términos monetarios y se expresa porcentualmente, indicando la medida de éxito económico monetario con relación al capital empleado. Al nivel de la unidad de producción, los factores que inciden en la rentabilidad agrícola, básicamente está formado por factores endógenos o controlables y exógenos o no controlables (p.21).

García y Mendoza (2019) describen que:

En el ámbito nacional se destaca las investigaciones realizadas por estudiantes de la Universidad Autónoma de Nicaragua (UNAN) en el que determinaron los costos de producción del cultivo de café mediante la implementación de procedimientos de control financiero y operativo para la finca Santa Lucia del municipio de San Juan de Rio Coco en el período de Cosecha de noviembre 2014 a marzo 2015 (p.14).

ROMECAFE (2018) detalla que:

El ingreso percibido por el productor de café no cubre el costo total final de producir un quintal de café, este escenario se da para los productores que toman en cuenta todos los factores que influyen en la cadena productiva, es decir no solo los costos directos sino también los indirectos. El productor de café labora bajo pérdidas contables, pero sigue produciendo con base en una percepción errónea de los resultados contables de su ejercicio productivo (p.62).

Molina y Espino (2010) registran que:

Claramente los niveles de rentabilidad son significativamente mayores a productores adoptantes de tecnología orgánica en comparación con los que cultiva inorgánicamente, esto está vinculado a que hay mayor rentabilidad, calidad y mejores precios del café orgánico en comparación con el café inorgánico (p.56).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación y fechas del estudio

La investigación se realizó del nueve de marzo del 2017 al 27 de abril 2021, en el sistema de café robusta finca El encanto ubicado en la colonia Verdún Nueva Guinea de la Región Autónoma de la Costa Caribe Sur (RACCS). El sistema de café robusta se localiza en las coordenadas geográficas 11° 38´ 46” de latitud norte y 84° 27´ 36” longitud oeste.

López (2003) afirma que:

Nueva Guinea limita al norte con los municipios de Muelle de los Bueyes y Rama, al sur con San Carlos, El Castillo y Bluefields, al este con Rama y Bluefields, al oeste con el Almendro, Villa Sandino y San Miguelito, los suelos del territorio suelen ser profundos y poco profundos, bien drenados, de textura franco arcillosa a arcillosa, desarrollados de rocas básicas, con un horizonte A que varía entre 5 cm y 25 cm, presenta clima de selva tropical, con una precipitación promedio anual de 2 245 milímetros, temperatura promedio 25 °C, precipitación promedio 2 560 mm, humedad relativa 85%, (p.14).

Cuadro 1. Características de los lotes en la plantación de café robusta, Finca El Encanto, 2020-2021

Lotes	Diseño	Área	Nº de hileras	Nº de surcos	Pendiente
Plano	A pleno sol	2.1 ha	150	120	5%
Desnivel	A pleno sol	0.7 ha	50	40	15%

El sistema de café robusta presentó dos lotes que de acuerdo al establecimiento de la plantación se dividen en (plano y desnivel), los cuales tuvieron ciertas características similares como: ubicación, numero de hileras y numero de surcos y características diferenciales entre sí como: área y pendiente.



Figura 1. Ubicación de los lotes en el sistema café robusta El encanto, colonia Verdún, municipio Nueva Guinea.

4.2. Diseño de la investigación

La investigación se realizó mediante visitas *in situ*, donde se registró variables de crecimiento y rendimiento en campo del café robusta de cuatro ciclos productivos y dos lotes productivos nombrados lote plano y desnivel. Se empleó el instrumento de actividad investigativa no experimental como la entrevista directa al productor del sistema de café robusta finca El Encanto.

UNA (2008) afirma: “la investigación no experimental se caracteriza porque no hay manipulación de variables y se fundamenta en el análisis de una realidad o situación determinada y en estos trabajos se puede combinar, o no, el uso de instrumentos estadísticos” (p.8).

El análisis de rentabilidad económica del ciclo productivo 2020-2021, sirvió para determinar la productividad en un sistema de producción cafetalero en decrecimiento del rendimiento antes de la recepa en los lotes, se realizó mediante 4 visitas *in situ* al propietario del sistema café en un lapso de 15 días cada una, entre los meses de marzo y abril, donde se caracterizó el sistema de producción cafetalero.

La entrevista directa (anexo 12) sirvió para registrar los datos por cada variable de caracterización, crecimiento y rendimiento del café robusta de los ciclos productivos 2017-2021 en los dos lotes de producción. El estudio comprendió como criterio de selección personal un sistema cafetalero con más de dos hectáreas en producción con una edad de plantación no menor de tres años de producción de la especie robusta.

El primer paso fue la aplicación de la entrevista al productor, donde se caracterizó el sistema productivo cafetalero y sus parámetros edafoclimáticos en comparación con los parámetros edafoclimáticos óptimos de la especie *C. canephora* P, en un climograma de los años 2019-2020, mediante la aplicación del modelo climático de la Nasa (Power Data Access Viewer).

Se registró durante los ciclos productivos 2017-2021 variables de crecimiento y rendimiento en dos lotes diferentes entre sí en relación al tamaño y orientación del terreno en la plantación del sistema de café robusta y la aplicación de entrevista formulando preguntas específicas al propietario del sistema de café robusta.

Se calculó la relación beneficio/costo y el margen de utilidad en la producción de café para el ciclo productivo 2020-2021, como resultado de un análisis económico integral que recopila datos de ciclos productivos de 2017 a 2021, permitiendo analizar la rentabilidad de un sistema con café robusta en el último ciclo productivo antes del receo.

4.3 Manejo del sistema café robusta

El manejo agronómico del café robusta inició por el control de malezas manual por medio de machetes o guadaña y químico aplicándose Roundup (glifosato) un litro por hectárea, cada dos años se realiza control sanitario en plagas para broca (*Hypothenemus hampei* F.) y roya (*Hemileia vastatrix* B & B.). Se aplicó 23 kg de cobre por ha en ambas, para enfermedades como antracnosis (*Colletotrichum spp* H.). Se aplicó 100 gramos por kg ha⁻¹ diluidos en agua en bomba de mochila.

La principal maleza que afectó a la plantación de café robusta fue el coyolillo (*Cyperus rotundus* L.), se realizaron esporádicamente podas sanitarias que consistieron en eliminar cada dos años bandolas y ramas improductivas de las plantas, cada cuatro años se renueva totalmente el cafetal, mediante una poda de receo a una altura del tallo de 45 cm.

4.4. Variables evaluadas

4.4.1. Variables de crecimiento

Altura del tallo (cm): Se contabilizó 10 plantas en dos hileras para el lote plano y lote desnivel, desde el suelo con una cinta métrica hasta el último nudo o último par de hojas mediante un muestreo en zigzag en las hileras.

Diámetro del tallo (mm): Se midieron 10 plantas en dos hileras para cada lote, mediante el muestreo zigzag, Utilizando un vernier a una altura de 10 cm sobre la superficie del suelo.

Número de bandolas por planta (n°): Se tomó 10 plantas en dos hileras para ambos lotes, por medio del muestreo zigzag y se contabilizó el promedio general de bandolas en las mismas.

Proyección total de copa del café (m²): Se midió, 10 plantas en dos hileras en cada lote, mediante el muestreo zigzag, tomando como diámetro medio de copa la suma de los diámetros de copa dentro de cada hilera y se aplicó la siguiente fórmula:

$$PTCC = \frac{\pi d^2}{4}$$

Donde:

PTTC: proyección de copa de café (m²)

d: Diámetro de la copa (m)

π: 3.1416

Intensidad de luz bajo copa (lx): Se tomaron puntos aleatorios en cada lote entre dos hileras y se evaluaron 10 plantas, determinando en cada punto de muestreo la intensidad mínima, máxima y el average; así como las diferencias que existen entre cada zona de la plantación, utilizando la App Lux light meter y equipo modelo Samsung A20.

4.4.2. Variables de rendimiento

Producción de grano uva por hilera (kg): Se tomó como criterio 10 plantas en dos hileras en el lote Plano y lote desnivel, mediante muestreo zigzag, donde se pesó un kg de café en uva y se contabilizó el promedio general por el número total de hileras.

Número de granos uva por kilogramo (n°): Se contabilizó 10 plantas entre dos hileras para cada lote en muestreo zigzag, contabilizándose el número de granos que estén presentes en dicho peso.

Porcentaje de grano uva dañado (%): Se seleccionaron al azar 10 plantas pertenecientes a dos hileras para cada lote, al cosechar estas plantas de un kilogramo de grano uva se tomó una sub muestra de 100 frutos y de estos se contabilizó el número total de granos categorizados como dañados.

4.4.3. Variables climáticas de caracterización

Precipitación (mm): se determinaron las precipitaciones mensuales de los años 2019 y 2020 mediante modelos de clima de la NASA, esto permitió obtener los datos necesarios para su respectivo análisis.

Temperatura mínima ($^\circ C$): Se estimaron las temperaturas mínimas mensuales del año 2019 y del año 2020 mediante modelos de clima de la NASA, obteniéndose datos relevantes de la zona de estudio.

Temperatura media ($^\circ C$): Se calcularon las temperaturas medias mensuales del año 2019 y del año 2020 mediante modelos de clima de la NASA, indicando las fluctuaciones en las medias de los años en estudio.

Temperatura Máxima ($^\circ C$): Se determinó las temperaturas máximas mensuales del año 2019 y del año 2020 mediante modelos de clima de la NASA llamado, indicando las fluctuaciones en las máximas de los años en estudio.

4.4.4. Variables del análisis económico

Relación beneficio /costo (C\$): Para calcular la misma se tomó en cuenta ingresos totales, costos totales y utilidad neta, mediante la siguiente formula:

$$RBC = \frac{IT}{CT}$$

Donde:

RCB: Relación beneficio costo

IT: ingresos totales

CT: Costos totales

Margen de utilidad neta (C\$): Se determinó mediante ingresos totales y costos totales, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Margen de utilidad neta} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Ingresos totales}}$$

Dónde: utilidad neta: Es el residuo de los ingresos totales menos costos totales

Ingresos totales: suma del total de ingresos

4.5. Análisis de datos

El análisis de datos se realizó mediante ordenador, se utilizó el programa estadístico INFOSTAT 2017 versión estudiantil realizando un análisis de varianza y separación de medias Duncan al 95% de confianza sobre las variables en estudio, se utilizó Microsoft Office Excel (2013), se realizaron gráficos de barras a los datos obtenidos en campo de las variables de crecimiento y rendimiento sobre café robusta.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Caracterización del sistema de café robusta El Encanto colonia Verdún, municipio Nueva Guinea 2020-2021

5.1.1. Extensión del área en el sistema de café robusta

El sistema de café robusta, en la finca El Encanto, destina el total de su área que comprende (2.8 hectáreas), a la caficultura. Posteriormente a la cosecha del café en el sistema, se cultivan entre hileras y surcos: maíz, frijol, maní y cannalia con la finalidad de diversificar y generar ingresos extras, se cultiva cannalia para su incorporación como abono verde al suelo.

5.1.2. Sistema de cultivo utilizado en el sistema de café robusta

El cafetal se cultiva a pleno sol, las distancias de siembra son: entre plantas dos metros y entre surcos dos metros y medio, con una densidad poblacional por hectárea de dos mil plantas. Las especies de árboles presentes en el sistema de café robusta, El Encanto corresponden a especies frutales: limones (*Citrus limon* L.), mandarina (*Citrus reticulata* B.), naranja (*Citrus sinensis* L.).

5.1.3. Nivel tecnológico en el sistema de café robusta

La plantación de café robusta tiene una edad de 11 años, cada tres años se rejuvenece podándola totalmente, presenta un nivel tecnológico intermedio según (CNIA) se limita al control de malezas, utilizando machetes y haciendo uso de herbicidas sintéticos cada dos meses.

5.1.4. Parámetros edafoclimáticas de la zona comparados con los parámetros edafoclimáticos óptimos de la especie *C. canephora* P

“Las condiciones edafoclimáticas establecen una serie de actividades considerando el sistema del suelo, planta y clima que le permitirán obtener producciones de buena calidad y cantidad” (Solórzano, 2005, p.7).

“Es importante señalar que cada especie puede necesitar leves variaciones de las condiciones de cultivo y manejo agronómico que representarán la importancia y selección de propagación de cada una en base a su adaptación ante diferentes factores edafoclimáticos” (Suazo, 2020, p.39).

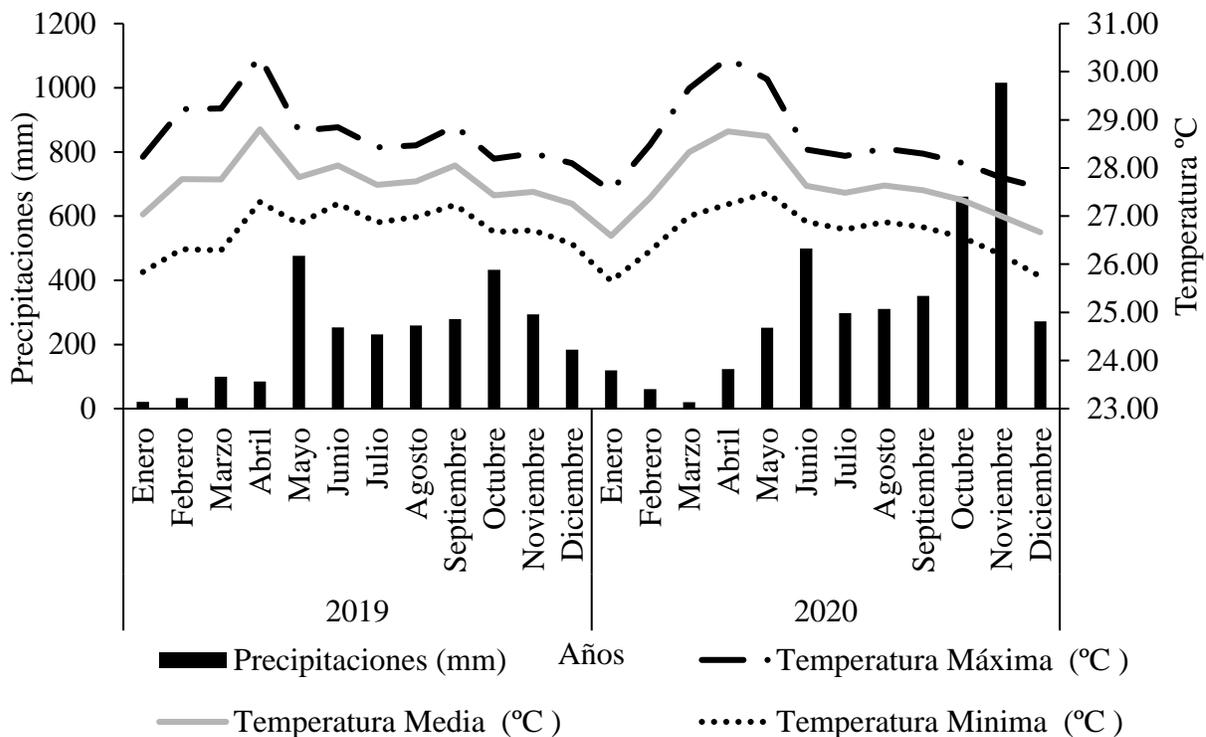


Figura 2. Climograma de las condiciones presentes en el sistema de café robusta finca El encanto, colonia Verdún municipio Nueva Guinea, 2019-2020.

El climograma muestra las fluctuaciones entre las precipitaciones y temperaturas máximas, medias y mínimas entre el año 2019 y el 2020, siendo mayo del 2019 el mes con mayor precipitación con más de 400 mm registrados, en contraste a enero del 2019 el mes con menos precipitaciones mm; el comportamiento de las precipitaciones del 2020 muestran que noviembre fue el mes con mayor precipitación con 1000 mm, esto debido a fenómenos climatológicos registrados, marzo del mismo año fluctuó el mes con menos precipitaciones en mm.

La temperatura máxima del año 2019 se registró en abril, con más de 30 °C la media se comportó en un rango de 27 °C a 29 °C en todo el año, la mínima en enero con 26°C; para el año 2020 la temperatura máxima en abril fue de 30 °C; y la media registrada en abril entre 27 °C a 29 °C y la mínima en enero con 26°C. Las diferencias de temperaturas máximas, media y mínima para ambos años fueron relativamente estables.

Cuadro 2. Parámetros edafoclimáticos óptimos de la especie *C. canephora* P. vs. Condiciones edafoclimáticas presentes en el sistema de café robusta finca El encanto

Parámetro	Condiciones óptimas	Condiciones presentes
Temperatura °C	22 a 26	25
Precipitación mm	2 000 a 3 000	2,560
Humedad relativa %	83 y 88	85
Suelo	Profundos, de buen drenaje, estructura granular y textura franca.	Profundos y poco profundos, bien drenados, de textura franco arcillosa a arcillosa.

Fuente: Gualotuña (2016, p.23); López (2003, p. 14)

Las condiciones óptimas para la especie *C. canephora* P. y las condiciones edafoclimáticas presentes en la zona de la finca El encanto se encuentran en el rango de lo óptimo para su crecimiento y rendimiento, la capacidad productiva del café es la óptima para expresar resultados positivos que se justifiquen con el rendimiento productivo del café robusta.

MAG et al (2015) registra que:

Los suelos de Nueva Guinea se clasifican en ultisoles sus principales características son: casi húmedos todo el año, subsuelo rojizo o amarillento, permanecen secos menos de 90 días consecutivos en años normales, son profundos en pendientes menores del 15% y moderadamente profundos en pendientes mayores al 15 %.

García y Straube (1998) afirman que:

Los factores que determinan las condiciones óptimas y le permiten a un cafetal producir de manera sostenida son: cantidad, calidad y duración de la luz solar temperatura del ambiente, del suelo y de las hojas del café; humedad relativa del ambiente y relación entre la duración del día y la noche (p. 84).

Iglesias (2016) afirma que:

El clima es un recurso natural que afecta a la producción agraria. Su influencia en un cultivo determinado, no depende sólo de las características climáticas de la localidad en que esté situado, sino también en gran medida de las condiciones en que se desarrolla la producción. Es decir, tiene tanta importancia el nivel de exposición del cultivo al clima, como el nivel de vulnerabilidad (parr.2).

5.2. Crecimiento y rendimiento en la plantación de café robusta durante cuatro ciclos productivos (2017-2021) en la finca El Encanto, Verdún Nueva Guinea

5.2.1. Variables de crecimiento

Altura del tallo (cm)

Zelaya y Sotelo (2000) mencionan que “La altura es importante porque indica el crecimiento ortotrópico de la planta de café, lo que va a proporcionar ramas primarias y secundarias que garantizaran la producción en los próximos años” (p. 34).

Henao (1982) registra que:

El café crece más lento cuando se cultiva a pleno sol, también esto se debe a que el café con sombra tenga mayor altura porque está compitiendo por luminosidad con árboles de sombra y el café a pleno sol no está compitiendo por luminosidad y su desarrollo lo hace en el tallo y en las ramas totales y productivas (p.56).

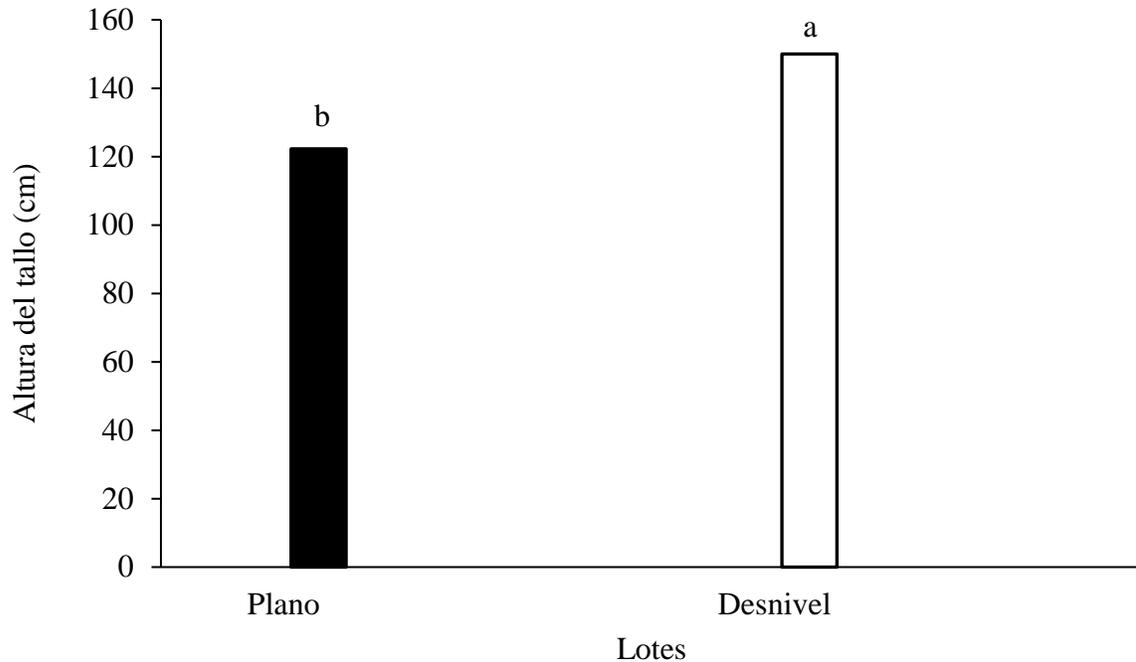


Figura 3. Altura del tallo en los lotes Plano y Desnivel, del sistema de café robusta Finca El Encanto.

En la altura del tallo según el análisis estadístico de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza (anexo 4), se encontraron diferencias estadísticas en el lote plano (122.28 cm) y el lote desnivel (150.02 cm).

Este patrón de comportamiento diferencial entre ambos lotes, establece mayor influencia de la luminosidad en el lote Desnivel con pendiente del 15%, donde se maximiza la cantidad de energía lumínica en función a las horas de luz que necesitan las plantas de café robusta para realizar sus procesos fisiológicos, a diferencia del lote plano con pendiente del 5%, generando problemas de crecimiento productividad y menor rendimiento en las plantas del mismo.

Diámetro del tallo (mm)

Arias et al. (1976) afirma que “el diámetro del tallo se considera un índice de vigor de la planta este es muy importante ya que determina en gran manera la capacidad del tallo de sostener toda la parte del área de la planta” (p.88).

Carvajal (1984) señala que:

El café a pleno sol presenta mayor diámetro del tallo, al estar expuesto la planta al sol existe un mayor proceso fisiológico lo cual incrementa la estructura del xilema y floema por el alto grado de nutrientes y savia en el sistema vascular. (p.48).

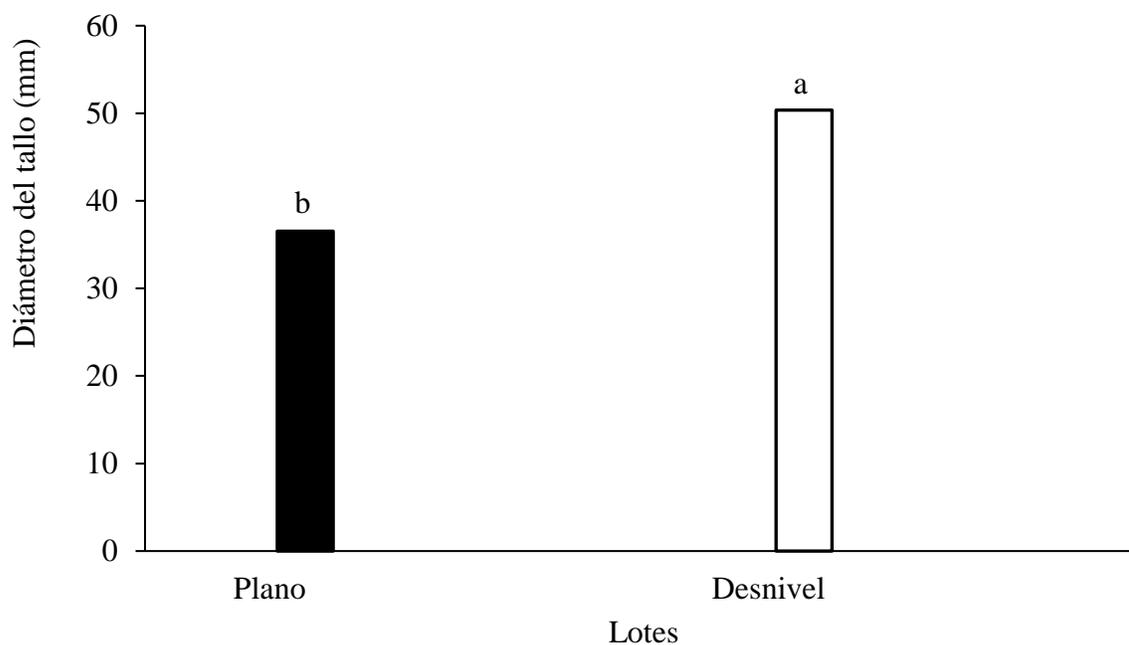


Figura 4. Diámetro del tallo en los lotes plano y desnivel, del sistema de café robusta finca El Encanto.

El diámetro del tallo, indicó que según el análisis estadístico de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza (anexo 5), se encontraron diferencias estadísticas entre los lotes, lote plano (36.53 mm) y lote desnivel (50.36 mm).

El lote a desnivel con pendiente del 15% presenta influencia lumínica haciendo que las plantas de café robusta obtengan diámetro y altura de tallo con mayor tamaño producto del fototropismo. El lote plano con pendiente del 5% recibió menor influencia lumínica presentando un diámetro y altura del tallo inferior.

Número de bandolas por planta (n°)

Blanco et al. (2003) afirma que:

Un mayor número de bandolas en la planta significa mayor material productivo a disposición para los próximos años. La bandola posee palmillas que junto con las ramas terciarias son el soporte de la producción cuando el soporte longitudinal ha llegado a su final (p.6).

INPOFOS (1998) menciona que en el café” su crecimiento y producción de entrenudos es constante y solo se detiene para dar lugar a la formación y nutrición de los frutos” (p.61).

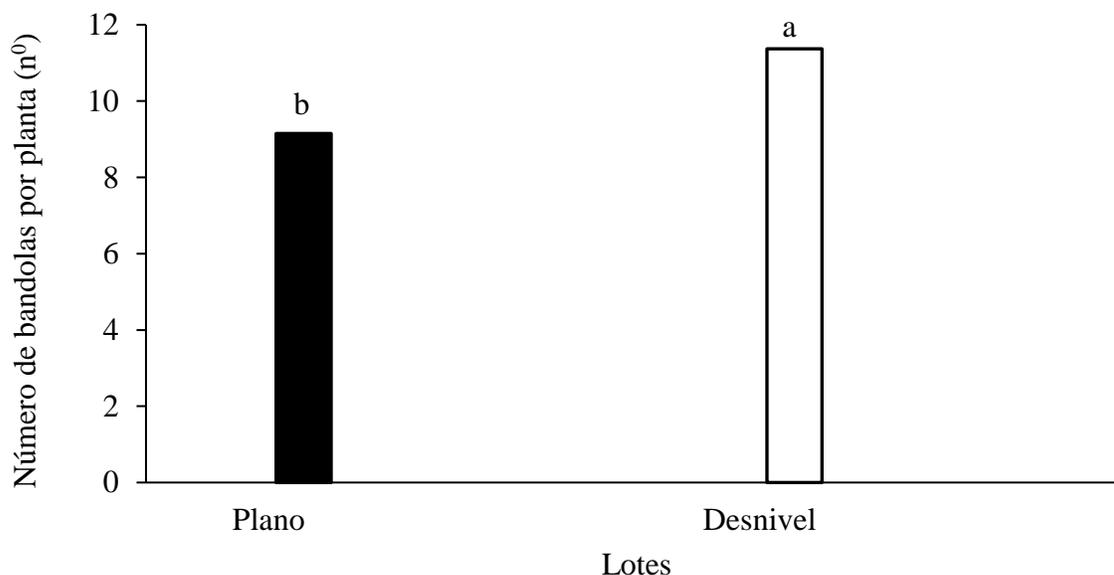


Figura 5. Número de bandolas por planta en los lotes plano y desnivel, del sistema de café robusta finca El Encanto.

El número de bandolas por plantas, según el análisis estadístico y separación de medias por Duncan al 95% de confianza (anexo 6), se encontraron diferencias estadísticas entre los lotes. El número de bandolas presento un promedio de 9.15 en el lote plano y 11.37 en el lote desnivel.

El lote desnivel genera mayor productividad en el número de bandolas mediante mayor eficiencia lumínica en función a la orientación del sol Norte- Oeste y a su vez a más horas luz, a diferencia del lote plano con orientación Sur-Este con menos horas de fotoperíodo en las plantas de café robusta.

Proyección total de copa del café (m²)

Fournier (1988) registra que:

La sombra proyectada por la planta de café hacia el suelo es un factor muy importante para reducir la competencia entre el café y las malezas; de igual manera es primordial para el cálculo del área foliar. La parte área de la planta del café está relacionada con las raíces ya que existe una interacción nutricional. La longitud horizontal de las raíces es proporcional a la proyección de la sombra del café, un café con una buena proyección de sombra y una distancia de siembra corta existirá una competencia de nutrientes entre las raíces, la luz y la parte aérea estas también se entre cruzarían (p. 12).

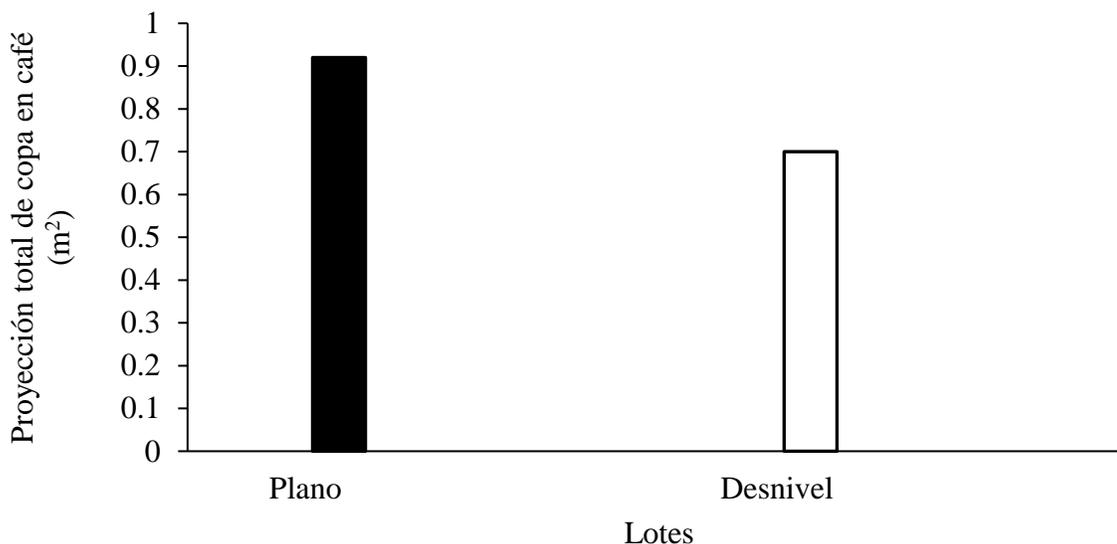


Figura 6. Proyección total de copa en café en los lotes plano y desnivel, del sistema de café robusta finca El Encanto.

La proyección total de copa indicó que según el análisis estadístico de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza, (anexo 7), se encontraron diferencias estadísticas entre los lotes el lote plano 0.92 m² y lote desnivel 0.70 m².

El efecto notorio de podas selectivas en proyección total de copa en el lote plano está en función del follaje en las plantas en sus estructuras productivas y posible presencia de malezas, plagas y enfermedades a diferencia del lote desnivel influyendo en el crecimiento regulando la distribución de luz y aire una vez que la plantación envejezca.

Intensidad de luz bajo copa (lx)

Encalada et al. (2016) registran que:

Las plantas de café, pasan por un proceso de crecimiento y adaptación en el que las condiciones ambientales tienen gran importancia y ejercen influencia directa sobre su fisiología en las diferentes etapas de crecimiento; uno de esos factores es la luz. Así mismo, las condiciones de menor iluminación determinan como mecanismo de eficiencia, el incremento del contenido de clorofila, lo cual permite una mayor captación de la energía lumínica disponible (p.9).

Castillo y López (1966) registran que:

Al limitar la intensidad de energía luminosa a niveles de 25, 50, 75 y 100 de la luz natural, la floración del café, expresada en formas diferentes aumenta con la intensidad de la luz siguiendo curvas típicas de crecimiento. Esta reacción positiva al aumento de la energía luminosa es común a muchas plantas de día corto, en el cual se encuentra el café (p.9).

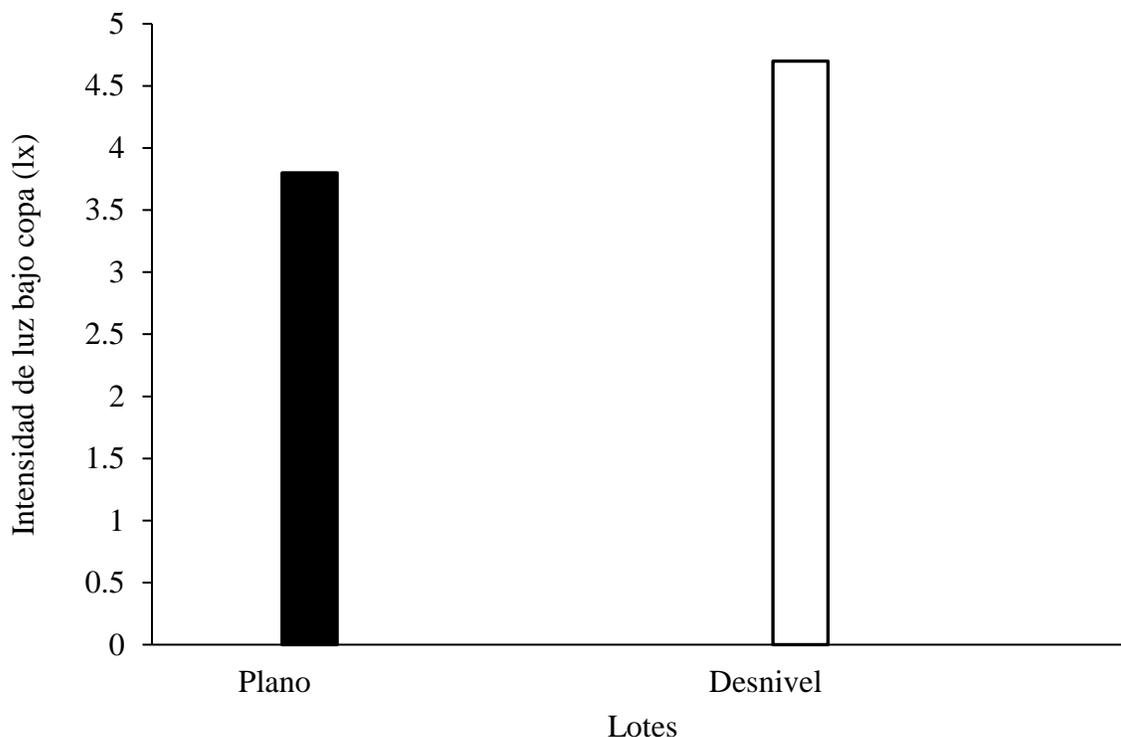


Figura 7. Intensidad de luz bajo copa en los lote plano y desnivel, del sistema de café robusta finca El Encanto.

La intensidad de luz bajo copa registró según el análisis estadístico de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza (anexo 8), se encontraron diferencias estadísticas entre los lotes, lote plano 3.80 lux y lote desnivel 4.70 lux.

En el lote desnivel, en igualdad de condiciones de manejo agronómico y densidad de siembra indica mayor intensidad lumínica en lux bajo copa, gracias a su posición en función al sol, en consecuencia, el lote plano recibe menos lux, ocasionando pérdida de clorofila en las plantas de café robusta.

Según su ubicación el lote desnivel en días nublados con poca luz solar recibe mayor intensidad de la misma, bajo copa, respondiendo mejor las plantas a la carencia de luz, a diferencia del lote plano que necesita de días de mayor presencia y duración, debido que su pendiente plana dificulta en las horas de la mañana que las plantas reciban la cantidad de luz necesaria bajo copa.

5.2.2. Variables de rendimiento

Producción de grano uva por hilera (kg)

Fischersworing y Robkanp (2001) mencionan que:

La producción se mide por superficie y esta a su vez por el número de nudos en cada rama fructífera. Así de dos ramas de igual longitud y vigor será más productora la que tenga mayor número de nudos, también menciona que, en condiciones de campo, pese a la aparente uniformidad de las plantas de un cafetal la producción varía mucho de cafeto a cafeto, pudiendo oscilar la producción de cereza entre 50 y 2000 gramos por planta y año (p.149).

Pohlan (2006) plantea que:

Ha mediados del siglo pasado se inició la investigación sistemática del efecto de sol y sombra en la producción de cafetos, y la mayoría de estos estudios demostraron que era posible aumentar la productividad drásticamente al cambiar el manejo de la producción en las plantaciones, aunque a veces, a costo de una menor calidad de grano a pleno sol y un costo elevado por el uso intensivo de insumo (p.23).

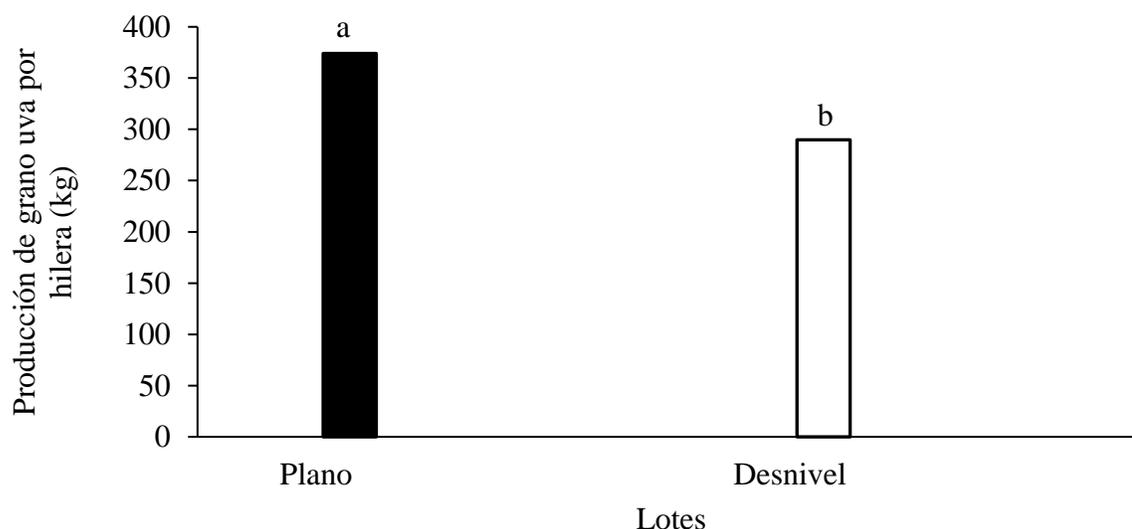


Figura 8. Producción de grano uva por hilera en los lotes plano y desnivel, del sistema de café robusta finca El Encanto.

La producción de granos uva por hilera indicó que según el análisis estadístico de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza (anexo 9), se encontró diferencias estadísticas entre los lotes, lote plano 374.01 kg y lote desnivel 289.76 kg.

La carga en kilogramos de grano uva por hileras disminuye con el paso del tiempo de cosecha, a consecuencia del desgaste en las hojas y bandolas de las plantas del café robusta, influenciada por condiciones de manejo como: fertilización, donde el lote plano presento mejor respuesta a la aplicación de fertilizantes por su pendiente al 5% que el lote a desnivel con pendiente al 15%.

Número de granos uva por kilogramo (n°)

Cardoza y Jiménez (2007) mencionan que:

Esta variable presenta gran importancia para determinar los tratamientos que poseen frutos de peso y buen tamaño, sin embargo, una menor cantidad de frutos por kilogramo es más rendidor para el productor, de esta forma se optimiza la cosecha (p.27).

“La cosecha de los frutos de café se hace habitualmente con el criterio empírico sobre el color de la cereza, la cual al madurar presenta una mezcla de tonalidades verdes, amarillas y rojas, según el cultivar o especie” (Marín et al., 2003, p.2).

“Aunque la producción total aumenta con la exposición solar, la producción de granos de calidad es máxima a niveles intermedios de sombra” (Muscheler, 2016, p.89).

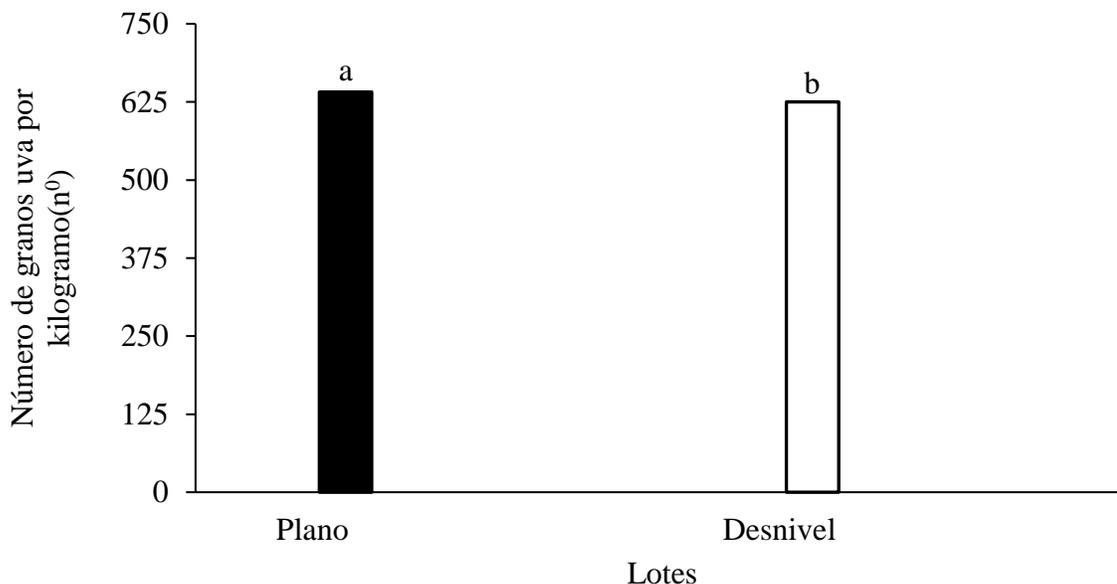


Figura 9. Número de granos uva por kilogramo en los lotes plano y desnivel, del sistema de café robusta finca El Encanto.

El número de granos uva por kilogramo registró según el análisis estadístico de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza (anexo 10), que se encontraron diferencias estadísticas entre los lotes, lote plano 640.91 granos uva kg^{-1} y lote desnivel 625.02 granos uva kg^{-1} .

La cantidad de grano uva por kilogramo disminuyó en número con el paso de los ciclos productivos, incrementó el peso por grano, debido a factores climáticos como: exposición solar, altitud, temperatura y precipitación, el lote plano presentó mayor incidencia positiva de estas condiciones climáticas debido a la orientación en la plantación de café robusta que el lote a desnivel con orientación adversa no presenta.

Porcentaje de grano uva dañado (%)

Lara (2005) recomienda que:

Los granos uvas se deban cosechar maduros o pintos ya que en estas fases poseen fermentos que actúan favorables sobre el mucílago, quedando en un estado óptimo para obtener mejor calidad. El café solo debe cosecharse las uvas o cerezas maduras y no las verdes, para no mezclarlas, también debe evitarse la mezcla de granos seco con las maduras o pintonas (p.17).

Banegas (2009) menciona que “se consideran granos con defectos aquellos que presenten al menos una de las siguientes condiciones: negros, decolorados, malformados, aplastados, inmaduros (verde), mordido, picado por insectos, fermentados, manchados, entre otros” (Marín et al, 2003, p.2).

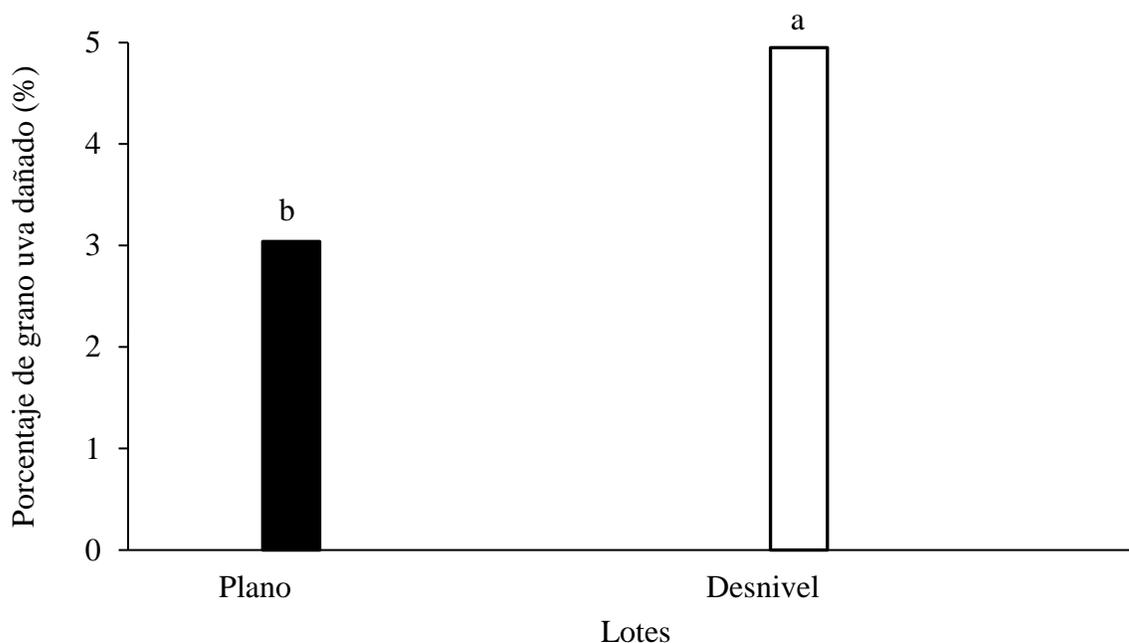


Figura 10. Porcentaje de grano uva dañado en los lotes plano y desnivel, en el sistema de café robusta, finca El encanto.

El porcentaje de grano uva indicó que según el análisis estadístico de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza (anexo 11), se encontraron diferencias estadísticas entre los lotes, lote plano 3.04% y lote desnivel 4.95%.

En el lote a desnivel hay mayor incremento en el porcentaje del grano dañado a consecuencia de precipitaciones con fuertes vientos, originando mayor cantidad de granos negros, manchados y granos verdes en las plantas de café robusta por exceso de humedad, mientras que el lote plano presento menor porcentaje de daño en el grano debido a su ubicación en la plantación y a su vez menor impacto de estas condiciones climáticas.

5.3. Análisis de rentabilidad económica en el sistema de café robusta finca El Encanto

El análisis económico se realizó en base a costos, ingresos y los costos necesarios para cada actividad ejecutada en el ciclo productivo 2020-2021 tanto en mano de obra como en materiales y costos que no están directamente relacionados con la producción, es decir costos indirectos de producción (CIP), este proceso permitió el cálculo de la relación beneficio costo y la determinación de la utilidad neta.

5.3.1. Costos de producción por actividades en el sistema de café robusta finca El Encanto durante el ciclo 2020-2021

Costo por fertilización

“La fertilización del café es una de las prácticas más importantes en este cultivo, depende en gran medida la calidad física del grano y la calidad de taza en relación a bebida, por tal razón es indispensable realizar un equilibrio de la misma porque si es insuficiente las plantas tendrán granos de mala calidad y si se excede se desarrollará un desequilibrio ecológico en el suelo, generando pérdidas económicas en ambas” (Gómez, 1986, p.7).

En el sistema de café robusta finca El Encanto, la fertilización no se había tomado en consideración como una actividad necesaria para el proceso de producción del café robusta, sino hasta hace tres años, por medio de capacitaciones de técnicos de la empresa CISA AGRO.

Se aplicó una fertilización la primera vez al finalizar el ciclo de cosecha y la segunda posteriormente aproximadamente a finales del mes de septiembre e inicios de octubre, cuando el grano empezó a desarrollarse.

El fertilizante nitrogenado utilizado fue YaraMila (NPK 3:1:2) el cual cumple una función fundamental en la etapa de producción, incrementa la cantidad de flores, brindando soporte a las mismas, permite mantener el color de la clorofila presente en las plantas de café robusta en colaboración con la aplicación de cobre protegiendo a las plantas de plagas y enfermedades.

Cuadro 3. Costos por fertilización en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021

Descripción		U/M	CANT	CU C\$	CT C\$	TCD/C	CT U\$
Mano de obra	Ocho de febrero del 2020	día	4	150.00	600.00	34.68	17.30
	Ocho de septiembre del 2021	día	4	150.00	600.00	34.68	17.30
			8	Subtotal	1,200	34.68	34.60
Materiales	Fertilizante nitrogenado Yara	qq	4	1,300	5,200	34.68	149.94
	Fertilizante nitrogenado Yara	qq	4	1,300	5,200	34.68	149.94
Total					12,800	34.68	369.08

Nota: UM: Unidad de medida, CANT: Cantidad, CU: Costo unitario, CT: Costo total, TCD/C: Tasa de conversión dólar córdoba.

La compra de fertilizantes para el cultivo de café ocasionó un incremento de los costos totales ascendiendo a 12,800 córdobas ó 369.08 dólares en relación a la conversión córdoba/ dólar de 34.68, durante el ciclo productivo 2020-2021.

En la actividad de fertilización los materiales constituyen un mayor costo que la mano de obra, porque existe fluctuaciones de precios en los insumos y demanda nutricional del cultivo principalmente la compra de fertilizantes nitrogenados entre un ciclo productivo y otro en café robusta.

Costo por control de malezas

Gómez (1986) menciona que:

Se entiende por control de malezas al medio utilizado para limitar el desarrollo de las mismas, comprende todos aquellos métodos que permiten reducir al mínimo la interferencia de las malezas sobre el cultivo. Cuando se cultiva una planta se deben crear condiciones en el ambiente y en el suelo que sean favorables para las plantas y no para las malezas (p.2).

Para mantener la plantación de café robusta limpia en óptimas condiciones se realizan dos tipos de deshierbas: una manual a machete, esta actividad solamente conlleva el costo por retribución económica a los trabajadores de campo, puesto que ellos mismos ponen a disposición sus machetes para las deshierbas, recibiendo un sueldo de ciento cincuenta córdobas por día laborado de ocho de la mañana a una de la tarde. Para limpiar una manzana de café es necesario que se laboren tres días aproximadamente y se realizan dos deshierbas manuales por año.

En cuanto a la segunda deshierba se realizó aplicando herbicidas químicos Roundop (glifosato), utilizando bomba de mochila por aspersión, al igual que las deshierbas manuales, son realizadas dos deshierbas por año, una en julio y otra en noviembre.

Desde el punto de vista económico en una plantación de café, las malezas reducen la rentabilidad agrícola, debido al incremento de la densidad de las mismas; ocasionando pérdidas en la producción ya sea por calidad o cantidad en los granos del café robusta.

Para controlar malezas en una manzana de café robusta es necesario tres días y dos trabajadores aproximadamente, en función de la altura de la planta y la densidad de siembra, el tiempo se puede reducir a dos trabajadores en dos días. La altura y la copa de las plantas dificultan la progresión de malezas en la plantación de café, en consecuencia, reduce la frecuencia de deshierbas puesto a que se recomienda realizar tres a cuatro deshierbas en café robusta por año.

Cuadro 4. Costos por control de malezas en el sistema, finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021

Descripción		U/M	CANT	CU C\$	CT C\$	TCD/C	CT U\$
Mano de Obra	Deshierba Manual (febrero)	Día	12	150	1,800	34.68	51.90
	Deshierba Manual (Septiembre)	Día	12	150	1,800	34.68	51.90
	Deshierba con Herbicida (junio)	Día	4	150	600	34.68	17.30
	Con herbicida (octubre)	Día	4	150	600	34.68	17.30
	Total		32	Subtotal	4,800	34.68	138.40
Materiales	Glifosato (Roundop)	Litro	8	420	2.960	34.68	85.35
CIP	Depreciación de bomba de mochila	Unid.	2	560	1,120	34.68	32.29
	Total				13,680	34.68	394.44

Nota: UM: Unidad de medida, CANT: Cantidad, CU: Costo unitario, CT: Costo total, TCD/C: Tasa de conversión dólar córdoba.

Los costos por control de malezas en café robusta indican, el costo total de la actividad asciende a 13,680 córdobas ó 394.44 dólares en relación a la conversión córdoba/ dólar de 34.68, durante el ciclo productivo 2020-2021.

En la actividad de control de malezas los materiales constituyen mayor costo que la mano de obra, a fluctuaciones de precios en los insumos entre un ciclo productivo y otro ciclo productivo en café robusta y a la demanda nutricional del cultivo e insecticidas sintéticos.

Costos por recolección de grano en café robusta

Milena (2010) manifiesta que:

Se deben recoger sólo los frutos maduros. Esto se traduce en ventajas tales como: aumento de ingresos por venta de mayor cantidad de café, reducción de reinfestaciones de broca y eliminación de pérdidas hasta por el 10% que sin debidas a frutos no recolectados o que caen al suelo (p.78).

La recolección es una actividad que inicia a principios de noviembre y finaliza a finales de febrero e inicio de marzo (en la zona), es la actividad que más consume mano de obra y por consiguiente es la actividad que genera mayor desembolso en efectivo.

Cuadro 5. Costos por recolección de granos en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021

Descripción			U/M	CANT	CU C\$	CT C\$	TCD/C	CTU\$
Mano de obra	Pago a cortadores	Lata	3,268	40	130,720	34.68	3,769.31	
CIP	Sacos	Unidad	20	18	360	34.68	10.38	
	Canastos	Unidad	15	96	1,440	34.68	41.52	
	Mecates	Rollo	1	35	35	34.68	1.00	
Total						132,555	34.68	3,822.23

Nota: UM: Unidad de medida, CANT: Cantidad, CU: Costo unitario, CT: Costo total, TCD/C: Tasa de conversión dólar córdoba.

Los costos por recolección de grano en café indican, el costo total de la actividad asciende a 132,555 córdobas ó 3,822.23 dólares en relación a la conversión córdoba/ dólar de 34.68, durante el ciclo productivo 2020-2021.

La actividad de recolección de grano en café robusta presenta una mano de obra que constituye la mayor parte de los costos, debido a una alta demanda de trabajo y tiempo que necesita dicha actividad, esta se expresa en días/ hombre.

Costos por comercialización del café robusta

IICA (2004) afirma que:

La actual comercialización del café basado en su calidad, es producto de una evolución del mercado, en tanto los costos de producción han aumentado, la profundización del desequilibrio entre la oferta y la demanda, y quizá lo más destacable, es el cambio de actitud del consumidor (inducido principalmente, por la presencia de empresas y productos de café especial, y sostenible) (p.27).

La comercialización de café requiere de gastos por el transporte, alimentación y compra de una buena cantidad de sacos equivalente a la cantidad total producida y comercializada, debido a que en la acopiadora de CISA AGRO regresan los sacos, permitiendo que se usen en varias ocasiones.

El sistema de café robusta El Encanto cuenta con un servicio de transporte y acarreo de café en uva por parte de CISA AGRO, el cual inicia a las 8 am y concluye a las 8 pm. El costo del transporte del camión se atribuye al costo del quintal del café con un 1.1% del valor del mismo.

El propietario del sistema de café robusta El Encanto se encarga personalmente de las ventas, en los últimos dos ciclos productivos ha incrementado el costo por comercialización a consecuencia del incremento de la gasolina por eso se prevé que en el ciclo productivo 2021-2022 incremente el costo de transporte de un 1.1% a 1.8%.

Cuadro 6. Costos por comercialización en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021

Descripción		U/M	CANT	CU C\$	CT C\$	TCD/ C	CT U\$
Mano de obra	Pago ayudante	Día	150	150	150	34.68	4.32
	Sacos	Unidad	100	35	3,500	34.68	100.92
CIP	Transporte del encargado de venta	Unidad	15	96	1,440	34.68	41.52
		Pasaje	12	100	1,200	34.68	34.60
	Alimentación	Servicio	12	150	1,800	34.68	51.90
Total					8,090	34.68	233.27

Nota: UM: Unidad de medida, CANT: Cantidad, CU: Costo unitario, CT: Costo total, TCD/C: Tasa de conversión dólar córdoba.

Los costos por comercialización en café indican, el costo total de la actividad asciende a 8,090 córdobas ó 233.27 dólares en relación a la conversión córdoba/ dólar de 34.68, durante el ciclo productivo 2020-2021.

Los costos indirectos de producción (CIP) reflejan mayor porcentaje de los costos en la comercialización del café robusta, debido al uso de mano de obra en dicha actividad del sistema de café robusta, finca El Encanto.

Los CIP incrementan su costo por efecto de las fluctuaciones de combustible materiales e insumos necesarios para el proceso de comercialización de café robusta, el incremento de costos afecta disminuyendo entre un 3% a un 4% la rentabilidad económica y la utilidad neta del sistema de café robusta finca El Encanto.

Cuadro 7. Síntesis de los costos de producción en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021

Concepto	CT C\$	TCD/C	CT U\$
Mano de obra	121,252	34.68	3946.32
Materiales	13,359	34.68	385.23
CIP	10,894	34.68	314.13
Total	145,505	34.68	4,195.68

Nota: UM: CT: Costo total, TCD/C: Tasa de conversión dólar córdoba.

El resumen en costos de producción en, mano de obra son 121,252 córdobas, 3, 496.32 dólares, materiales 13,359 córdobas o 385.23 dólares, y los costos indirectos de producción (CIP) 10,894 córdobas o 314.13 dólares, con un total de costos de producción de 145,505 córdobas o 4195.68 dólares para el ciclo productivo 2020-2021.

La mano de obra no es escasa en la zona, se caracteriza por tener experiencia en cortes de café, como es normal en cualquier actividad agropecuaria la mano de obra representa el mayor costo que se presenta y cualquier incremento en la misma es catastrófico para el sistema de café robusta El Encanto, debido a las constantes fluctuaciones de precios en herramientas, insumos o maquinas necesarias en el proceso de producción.

Cuadro 8. Síntesis de los costos por actividad realizada en el proceso de producción en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021

Concepto	CT C\$	TCD/C	CT U\$
Fertilización	12,800	34.68	369.08
Control de malezas	13,680	34.68	394.44
Recolección	132,555	34.68	3,822.23
Comercialización	8,090	34.68	233.27
Total	167,125	34.68	4,819.02

Nota: UM: CT: Costo total, TCD/C: Tasa de conversión dólar córdoba.

La síntesis de costos en producción dio como resultado, fertilización con 12,800 córdobas o 369.08 dólares, control de malezas 13,680 córdobas o 394.44 dólares, recolección 132,555 o 3,822.23 dólares y comercialización 8,090 córdobas o 233.27 dólares con un total de costos de producción de 167,125 córdobas o 4819.02 dólares para el ciclo productivo 2020-2021.

5.3.2. Ingresos por venta de café robusta

Arguello (2021) menciona que:

La cosecha cafetalera 2019-2020 genero un total de 423 millones de dólares al país, los precios de hasta 140 dólares por quintal de café, permitieron que al finalizar la cosecha se superara la barrera de los 430 millones de dólares en exportaciones. En términos de producción, la cosecha, logro alcanzar un poco más de 3 millones 50 mil quintales de café, lo que ha sido considerado por el sector como muy bueno a pesar de los altos costos de producción que tienen que asumir los cafeteros (parr.3).

La producción en el sistema de café robusta El Encanto durante el ciclo 2020-2021 fue de 950 qq (15348 kg ha⁻¹), mismos que fueron acopiados por CISA AGRO ubicada en la ciudad de Nueva Guinea, los precios disminuyeron en relación al ciclo productivo anterior.

Cuadro 9. Ingresos por venta de café uva en el sistema finca El Encanto durante el ciclo productivo de café robusta 2020-2021

FDV 2020-2021	SDC	PU C\$	P C\$	TCD/C	P U\$
22/11/2020	95	357.5	33,915	34.68	977.94
28/11/ 2020	95	357.5	33,915	34.68	977.94
04/12/2020	90	357.5	32,175	34.68	927.76
11/12/2020	90	357.5	32,175	34.68	927.76
18/12/2020	60	357.5	21,450	34.68	618.51
05/01/2021	60	357.5	21,450	34.68	618.51
20 /01/ 2021	50	357.5	17,875	34.68	515.42
30/01/2021	50	357.5	17,875	34.68	515.42
01/02/ 2021	90	357.5	32,175	34.68	927.76
18/02/ 2021	90	357.5	32,175	34.68	927.76
28/02/ 2021	100	357.5	35,750	34.68	1,030.85
05/03/ 2021	80	357.5	28,600	34.68	824.68
Total	950	357.5	307,355	34.68	8,862.60

Nota: SDC: Sacos de café, PU: Precio unitario, P: Precio, TCD/C: Tasa de conversión dólar córdoba.

5.3.3. Relación beneficio costo

Figuroa (2008) “mostró resultados en su investigación sobre rentabilidad de café en micro fincas del municipio de Santiago Atitlan, Guatemala, en el que determinó que la relación beneficio costo fue de 1.22 para microfincas y 1.34 para fincas subfamiliares” (p.125).

Serna et al. (2010) “al realizar un estudio económico sobre fincas certificadas (orgánicas) y no certificadas en dos regiones de Colombia, determinó que las fincas certificadas tuvieron una rentabilidad alta de 1.31 y las fincas no certificadas una rentabilidad de 1.35” (p.17).

Los ingresos y costos totales de producción determinan la relación beneficio/ costo en la producción de café robusta en la finca El Encanto durante el ciclo productivo 2020-2021, la cual está determinada mediante la siguiente ecuación:

$$\text{RBC} = \frac{\text{Ingresos Totales}}{\text{Costos totales}}$$
$$\text{RBC} = \frac{307,355}{167,215} = 1.83$$

La relación beneficio costo dio como resultado 1.83, indica que la finca El Encanto en el ciclo 2020 - 2021 género un beneficio de 0.83 córdobas por córdoba invertido.

5.3.4. Utilidad neta

García et al. (2015) expresan que:

El rendimiento de la empresa está relacionado con sus ventas, activos o capital. Es importante conocer estas cifras, la empresa necesita producir utilidad para poder existir. Relacionan directamente la capacidad de generar fondos en operaciones de corto plazo (p.41).

García y Mendoza (2019) determinaron “la rentabilidad de una finca cafetalera en Boaco con (*Coffea arabica* L.) El resultado fue de 27.7 %, es un porcentaje superior al estándar de rentabilidad” (p.35).

Utilidad Neta = Ingresos Totales – Costos totales

Utilidad Neta = 307,355– 167,215= 140,140

$$\text{Margen de utilidad neta} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Ingresos totales}}$$

$$\text{Margen de utilidad neta} = \frac{140,140}{167,215} = 83.80\%$$

El margen de utilidad neta, indica que la producción de café robusta durante el ciclo 2020- 2021, presentó una rentabilidad económica del 83.80%. Significa que el porcentaje de utilidad neta supera los costos de producción, esto permitió deducir el 16.20% de los ingresos totales, los cuales fueron usados para cubrir los costos de producción.

VI. CONCLUSIONES

La caracterización de los parámetros edafoclimáticos como: suelo, precipitación, temperatura y humedad relativa presentes en la colonia el Verdún, municipio Nueva Guinea del sistema de café robusta en la finca El Encanto, se encuentran en el rango de los parámetros óptimos para la especie *C. canephora* P.

La altura del tallo y diámetro del tallo y número de bandolas por planta del café robusta presentaron diferencias estadísticas significativas con los mejores resultados en el lote a desnivel. La densidad de siembra, prácticas de manejo y orientación solar, influyeron sobre los resultados positivos para el lote a desnivel. La proyección de copa total en café robusta indicó un efecto notorio de las podas selectivas con los mejores resultados en el lote plano. La intensidad de luz bajo copa prevalece en el lote a desnivel con mayor luminosidad en lux que el lote plano.

El lote plano obtuvo mayores rendimientos en comparación al lote a desnivel al analizar el número de granos uva por hilera y número de granos uva por kilogramo. En igualdad de condiciones de fertilización foliar y factores climáticos el porcentaje de grano uva dañado fue superior en el lote a desnivel influyendo negativamente sobre su rendimiento.

El resultado en la relación beneficio/costo indicó que durante el ciclo 2020-2021, en el sistema de café robusta en la finca El Encanto, presentó un beneficio de 83 córdobas por unidad monetaria invertida. El margen de utilidad neta de café robusta generó un resultado de 83.80%, superior a 31%, 35% y a 38% en estudios de café arábica.

VII. RECOMENDACIONES

Realizar un estudio orientado al análisis de rentabilidad económica de las diferentes actividades del proceso de producción del café robusta.

Realizar un plan financiero para conocer la liquidez que dispone el propietario de la finca para reinvertir en la plantación de café robusta.

Independizar los lotes plano y desnivel para conocer la rentabilidad económica de estos por separado.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abrego, C. (2012). *Manual para la producción Orgánica del Café Robusta*. https://www.mida.gob.pa/upload/documentos/librosdigitales/PIDCAC/Manual_Cafe_Robusta/manual_cafe_robu_sta.pdf
- Aguerrí, J.A. (2016, Mayo 26). Cultivo de café robusta con buenos resultados en el Caribe nicaragüense. *Lavozdelsandinismo*, 11 (3), (3-6) <https://www.lavozdelsandinismo.com/economia/2016-05-26/cultivo-cafe-robusta-buenos-resultados-caribe-nicaraguense/>
- Arguello, F. (2021, septiembre, 01). *Sector cafetalero de Nicaragua genera más de 400 millones de dólares en exportaciones*. COSEP. <https://cosep.org.ni/sector-cafetalero-de-nicaragua-genera-mas-de-400-millones-de-dolares-en-exportaciones/>
- Arguello Guerrero, C.A., y Palma Olivero, I.M. (2015). *Café convencional en Nicaragua*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua UNAN Managua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/3950/1/3237.pdf>
- Arias, S.G; M.O. Arias; Z.G. y Gutiérrez (1976). *Relaciones entre las características morfológicas y la producción en cinco cultivares de café (Coffea arábica L.)*. https://scholar.google.com.ni/scholar?hl=es&as_sdt=0,5&as_vis=1&q=Arias+e+al.+1976+cafe+caracteristicas+morfologic
- Banegas, K. (2009). *Identificación de las fuentes de variación que tienen efecto sobre la calidad de café (Coffea arábica) en los municipios de El Paraíso y Alauca, Honduras* [tesis de pregrado, Centro Agronómico Tropical DE Investigación Y Enseñanza]. https://agritrop.cirad.fr/556129/1/document_556129.pdf
- Blanco, M; Haggar, J; Moraga, p; Madriz, J; y Pavón G. (Noviembre, 2003). Morfología del Café (Coffea arábica l.), en Lotes Comerciales Nicaragua. *Agronomía Mesoamericana*, 14(1), 97-103. https://www.researchgate.net/publication/26507413_Morfologia_del_cafe_Coffea_arabica_L_en_lotes_comerciales_Nicaragua/link/00b0047f0cf245659d006ec
- Bustamante, C; Pérez, A; Rivera, Ramón; Martín, Gloria, y Viñals, Rolando. (Octubre, 2015). *Cultivos Tropicales*, vol. 36(4), 21-27 <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v36n4/ctr03415.pdf>
- Cardoza Olivas, M, F; y Jiménez Meza, E.O. (2007). *Evaluación de Rendimiento del Grano de Café (Coffea arábica l.) Bajo la Influencia de Diferentes Manejos Agroforestales en Masatepe, Nicaragua* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio institucional UN. <https://cenida.una.edu.ni/Tesis/tnf01c268.pdf>

- Canet, G; Soto, C; Ocampo, P; Rivera, J; Navarra, A; Guatemala, M; y Villanueva S. (2016). La situación y tendencias de la producción de café en América Latina y el Caribe. <https://repositorio.iica.int/bitstream/11324/2792/1/BVE17048805e.pdf>.
- Carvajal, J.F. (1984). Cafeto- cultivo y fertilización. <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/65-carvajal-cafeto-cultivo-y-fertilizacion.pdf>
- Castillo, J; y López, R. (Junio, 1966). Nota sobre la intensidad de la luz en la floración del café. *Cenicafé*, 17(2), 51-60. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/707/1/arc017%2802%2951-60.pdf>
- Chamorro, L. (19 de Febrero de 2017). Café Robusta en crecimiento. *Nuevo diario*. <https://www.elnuevodiario.com.ni/economia/419362-cafe-robusta-crecimiento/>
- Cenicafé. (2019, Marzo 14). *Cultivemos café / Manejo de la luminosidad*. Centro Nacional de Investigaciones de Café. https://www.cenicafe.org/es/index.php/cultivemos_cafe/manejo_de_la_luminosidad
- CEPAL (2014). Impactos Potenciales del Cambio Climático sobre el Café en Centroamérica. <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2015/09/Impactos-potenciales-cambio-clim%C3%A1tico-caf%C3%A9-en-Centroam%C3%A9rica.pdf>
- CICAFE. (Junio, 2011). Guía Técnica para el Cultivo del Café. CICAFE, 1 (1) 9-72. <http://www.icafe.cr/wp-content/uploads/cicafe/documentos/GUIA-TECNICA-V10.pdf>
- Coste, R. (1969). *El Café - Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales*. <https://www.iberlibro.com/CAF%C3%89-T%C3%89CNICAS-AGR%C3%8DCOLAS-PRODUCCIONES-TROPICALES-R.coste/30573671361/bd>
- Encalada, M; Soto, F; Morales, D; Cabrera, T; y Jaramillo M. (Diciembre, 2016). Influencia de la intensidad de luz en la producción de posturas de cafeto (*Coffea Arábica L.*) en vivero. *CEDAMAZ*, 1 (6), 18-28. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/download/58/57/199>
- Espinoza, S. (2019). Políticas de fomento al sector cafetalero como instrumento de crecimiento económico en Nicaragua en el periodo 2007-2017 [tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua (UNAN-Managua)]. Repositorio UNAN. <https://repositorio.unan.edu.ni/10975/1/19722.pdf>

- Figuroa, E.A. (2008). Costos y rentabilidad de unidades agrícolas (producción de café). http://biblioteca.usac.edu.gt/EPS/03/03_0683_v2.pdf
- Fischersworing, B. y RoBkanp. R. (2001) *Guía para la caficultura ecológica* 3ª ed. Tapachula, Honduras: Popayán. <http://bibliotecasibe.ecosur.mx/sibe/book/000028256>
- Flores Tomalá, J.F; y Matías, M.A. (2012). Caracterización Fenotípica de 23 Clones de Café Robusta (*Coffea canephora* P.) en la Parroquia Manglaralto, Cantón Santa Elena” [Tesis de pregrado, Universidad Estatal Península de Santa Elena. Repositorio UPSE. <https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/46000/895/TOMAL%20%81%20FLORES%20FELIPE-2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fournier, L. (Octubre, 1988). EL Cultivo del Cafeto (*Coffea arábica* L.) al Sol 0 a la Sombra: un Enfoque Agronómico y Ecofisiológico. *Agronomía Costarricense*, 12(1), 131-146. https://www.mag.go.cr/rev_agr/v12n01_131.pdf
- García Amador, M.B., y Mendoza Gaitán, J.N. (2019). *Análisis de la rentabilidad del cultivo de café (Coffea arábica L.) en la finca “las parcelas” de la comarca Loma de Cafén del municipio de Boaco en el periodo de cosecha 2018-2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria-Camoapa]. <https://repositorio.una.edu.ni/4052/1/tne11g216.pdf>
- García, X; García, A; y Gonzales H. (2015). *Determinación de los Costos Agropecuarios para la producción y recolección de la cosecha cafetalera 2013-2014 en la finca “El Triunfo” aplicando ratios financieros ubicada en el municipio de San Sebastián de Yalí* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, Facultad Regional Multidisciplinaria, Estelí Farem-Estelí]. Repositorio UNAN. <https://repositorio.unan.edu.ni/1873/1/17372.pdf>
- García Fernández, O.F; Y Straube Uriarte, N.B. (1998). La sombra en el cafetal. In Manual de caficultura. ANACAFE, 2(3), 81-98. <https://www.anacafe.org/uploads/file/9a4f9434577a433aad6c123d321e25f9/Gu%C3%ADa-de-variedades-Anacaf%C3%A9.pdf>
- Gómez, A. (Abril, 1986). Manejo y control integrado de malezas en el cultivo del café en Colombia 1/. *Cenicafe*, 1(1), 145-156. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/717/9/9%20Manejo%20y%20control%20integrado%20malezas.pdf>
- Gualotuña Ortiz, C.E. (2016). Adaptación de dos variedades de café robusta (*Coffea canephora* Pierre ex Froehner) con tres distancias de plantación Pedro Vicente Maldonado. [Tesis de pregrado. Universidad Central Del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7941/1/T-UCE-0004-14.pdf>
- Henao, J.J. (1982). *El café en Venezuela*. https://books.google.com.ni/books/about/El_caf%C3%A9_en_Venezuela.html?id=HGJFAAAAYAAJ&redir_esc=y

- Iglesias, A. (Junio, 2016). Relación entre el Clima y la Productividad Agraria: Diferencias Regionales Y ENTRE CULTIVOS (1ª parte). infoagro.com. <https://agroinforma.ibercaja.es/documentos/relacion-entre-el-clima-y-la-productividad-agraria-diferencias-region>
- IICA. (2004). La cadena agroindustrial del café en Nicaragua. *IICA*. 1-77. <http://repositorio.iica.int/handle/11324/6550>
- INPOFOS (1998). *Manual de nutrición y fertilización del café*. Quito, Ecuador: Quito. <http://catalogo.infoagro.hn/cgi-bin/koha/opac-search.pl?q=au:%22VALENCIA%20ARISTIZABAL,%20G.%22>
- Lara, L. (2005). Efectos de la Altitud, Sombra, Producción y Fertilización sobre la Calidad del Café (*Coffea arabica* l. var. caturra) producido en Sistemas Agroforestales de la zona Cafetalera norcentral de Nicaragua [Tesis de maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza]. [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1503/Efectos de la altitud sombra Produccion y fertilizacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1503/Efectos%20de%20la%20altitud%20sombra%20Produccion%20y%20fertilizacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Llinás, G; y Leibovich, J. (2013). *LA Producción de Café Robusta EN COLOMBIA*. <https://www.urosario.edu.co/Home/Principal/Orgullo-Rosarista/Adjuntos/Mision-del-Cafe/Produccion-de-Cafe-Robusta-Jose-Leibovich/>
- López Mairena E. (2003). Caracterización del municipio de Nueva Guinea. *Revista Universitaria Del Caribe*, 9 (1), 6-31. <http://ecampus.uraccan.edu.ni/index.php/Caribe/article/view/236/1341>
- MAG; MARENA; UNA; INAFOR; y INETER (2015). *Hugo Rodríguez*. Prezi. <https://prezi.com/egre9anqo2cj/atlas-de-nicaragua/>
- Marín, L; Arcilla, j; Montoya, E; y Oliveiros C. (2003). *Relación entre el Estado de Madurez del Fruto del Café y las Características de Beneficio, Rendimiento y Calidad de la Bebida*. *Cenicafe*54,(4):297-315. <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2015/12/Relaci%C3%B3n-entre-el-estado-de-madurez-del-fruto-del-caf%C3%A9-y-las-caracter%C3%ADsticas-de-beneficio-rendimiento-y-calidad-de-la-bebida.pdf>
- Mieses, J. (2001). *Análisis de rentabilidad económica de la tecnología y del sistema de comercialización del cultivo de café en el distrito de jepelacio* [tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Perú]. Repositorio UNAS.<http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/470/T.EC-25.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Milena, S. (2010). *Plan de Negocio para la Comercialización de Café Orgánico Cultivado en el Municipio de Anolaima Cundinamarca* [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle, Bogotá]. Infocafes. <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/04/T11.10-A26p.pdf>

- Motyka, J. (2017, Febrero 02). *El café robusta empieza a ganar terreno por culpa del cambio climático*. <https://computerhoy.com/noticias/life/cafe-robusta-empieza-ganar-terreno-culpa-del-cambio-climatico-58500>
- Molinares Zeledón, C.A; y Castiblanco Urbina, A.D. (2015). Programas de manejo de roya (*Hemileia vastatrix*) en cinco fincas cafetaleras en condiciones edafoclimáticas del departamento de Matagalpa, segundo semestre 2014 [tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua]. Repositorio UNAN. <https://repositorio.unan.edu.ni/1880/1/5349.pdf>
- Molina Blandón, D. R; y Espino López. (2010). *Rentabilidad en el cultivo de café orgánico e inorgánico en la comunidad en la Comunidad La Pocotera Municipio Waslala ciclo productivo 2007-2008* [Tesis de pregrado, universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense]. Repositorio URACCAN. <http://repositorio.uraccan.edu.ni/1040/1/5.%20Monograf%C3%ADa%20Donald%20y%20Denis.pdf>
- Muscheler, R. (2016). *Manejo de sombra y diversificación de cafetales*. [http://www.mag.go.cr/informacion/imagenes-nama-cafe-taller/Manejo%20de%20sombra%20y%20diversificacion%20de%20cafetales%20\(Muschler%202016\)%20NAMA-Cafe.pdf](http://www.mag.go.cr/informacion/imagenes-nama-cafe-taller/Manejo%20de%20sombra%20y%20diversificacion%20de%20cafetales%20(Muschler%202016)%20NAMA-Cafe.pdf)
- Pohlan, J. (2006). *El Cafetal del futuro* 1ª edición. Chiapas, México: SHAKER https://www.equatorinitiative.org/old/images/stories/2002winners/Cafe_LaSelva/muschler_333.pdf
- Quintero- Rodríguez, R., y Rosales Maritza, L. (Diciembre, 2014). El mercado mundial del café: tendencias recientes, estructura y estrategias de competitividad. *Visión gerencial*, 13(2), 291-307. <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545897005.pdf>
- Rayo, H. (2016, Enero 16). Café arábigo vs robusta. *Guiagronicaragua*, 2 (1), (1-8) <http://guiagronicaragua.com/cafe-arabigo-vs-robusta/>
- Rojo, E. (Noviembre, 2014). Café I (G. Coffea). *Reduca*, 7(2), 113-132. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27835/1/1757-2066-1-PB.pdf>
- ROMECAFE. (2018). *El estado actual de la Rentabilidad del café en Centroamérica*. <https://www.scanews.coffee/wp-content/uploads/2010/06/2017-Estudio-de-Costos-PROMECAFE-CABI-1.pdf>
- Sadeghian, S. (Noviembre, 2008). Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia. *CENICAFE*, 3(32), 32-68. <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/587/1/032.pdf>

- Salgado Raudez, J.C; y Olivera Martinez, L.M. (2005). *Efecto del Manejo Selectivo de Malezas y Coberturas sobre el Crecimiento y Rendimiento del Café (Coffea arábica L.) después del Recepo* [Tesis de diploma, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Una. <https://repositorio.una.edu.ni/2005/1/tnh60s164e.pdf>
- Serna, G; Trejos, p; Cruz, C., y Calderón C. (2010). Estudio económico de sistemas de producción cafeteros certificados y no certificados en dos regiones de Colombia. *Cenicafe*, 61,(3), 222-240. [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc061\(03\)222-2403.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc061(03)222-2403.pdf)
- Shuman, M. (2005). *El Papel del Café en la Economía de Nicaragua: Desafíos, Estrategias, y el Futuro*. https://digitalcollections.sit.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1485&context=isp_collection
- SICA. (2018, Marzo 18). *Situación del Café en Centroamérica*. <https://www.sica.int/Iniciativas/cafe#:~:text=El%20caf%C3%A9%20es%20un%20de,de%20personas%20en%20el%20mundo>
- Silva, M. (Febrero, 2019). Coffea Canephora. *Agrotendencia*, 3(2), 1. <https://agrotendencia.tv/agropedia/glosario/coffee-canephora/>
- Solórzano, R. (2005). *Condiciones Edafoclimáticas, Morfología y propagación de las plantas*. <https://toaz.info/doc-viewer>
- Suazo, T. (2020). Caracterización morfológica y molecular de café (*Coffea arábica L.*) variedad Catrenic proveniente de las fincas CENECOOP-Fedecaruna y El Rosal de Nicaragua, Laboratorio de Biotecnología, UNAN-Managua, 2018-2020 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua, Managua]. Repositorio Unan. <https://repositorio.unan.edu.ni/14575/1/14575.pdf>
- UNA. (2008). *Guías y Normas Metodológicas de las Formas de Culminación de Estudios*. <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/REN371.422U58.pdf>
- Zelaya Urbina, F.J; y Sotelo Fittora, C.E. (2000). *Manejo de la Fertilización Organica e Inorgánica en el Cultivo de Café (Coffea arábica L.) en dos años consecutivos (1998/1999)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/1767/1/tnf04z49m.pdf>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Clasificación botánica del café robusta (Fuente: Flores y Matías (2012, p.17)

Descripción	
Reino	Vegetal
Subreino	Angiosperma
Clase	Dicotiledónea
Orden	Rubiales
Familia	Rubiaceae
Genero	Coffea
Especie	<i>Coffea canephora</i> Pierre ex Froehner

Anexo 2. Características distintivas de la especie arábica vs. especie robusta (Fuente: Llinás y Leibovich (2013, p.3)

	Arábica	Robusta
Variedad principal	Típica, Caturra	Canillón
Floración	Luego de lluvia	Irregular
Tiempo floración	9 meses	10-11 meses
Rendimiento (kg ha ⁻¹)	1.500 – 3.000	2.300 – 4.000
Raíces	Profundas	Superficiales
T° promedio óptima	15-24°C	24-30°C
Precipitación óptima	1500 – 2000 mm	2000 – 3000 mm
Altitud óptima	1000 – 2000 m	0 – 700 m

Anexo 3. Plantación de café robusta entre hileras finca El Encanto, Verdún, Nueva Guinea



Créditos de imágenes en anexo: **Br. Noel Antonio Luna Rivas**

Anexo 4. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en altura del tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20779.14	1	20779.14	60.79	<0.0001
Lote	20779.14	1	20779.14	60.79	<0.0001
Error	40334.85	118	341.82		
Total	61113.99	119			

Lote	Medias	n	E.E.
1	122.28	79	2.08
2	150.02	41	2.89

Anexo 5. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en el diámetro del tallo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5159.47	1	5159.47	260.17	<0.0001
Lote	5159.47	1	5159.47	260.17	<0.0001
Error	2340.07	118	19.83		
Total	7499.54	119			

Lote	Medias	n	E.E.
1	36.53	79	0.5
2	50.36	41	0.7

Anexo 6. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en el número de bandolas por planta

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	133.12	1	133.12	29.67	<0.0001
Lote	133.12	1	133.12	29.67	<0.0001
Error	529.48	118	4.49		
Total	662.59	119			

Lote	Medias	n	E.E.
2	9.15	41	0.33
1	11.37	79	0.24

Anexo 7. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en la proyección total de copa del café

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.4	1	1.4	0.09	0.7621
Lote	1.4	1	1.4	0.09	0.7621
Error	1794.31	118	15.21		
Total	1795.71	119			

Lote	Medias	n	E.E.
2	0.7	41	0.61
1	0.92	79	0.44

Anexo 8. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en la intensidad bajo copa del café

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	53.33	1	53.33	8.79	0.0035
Lote	53.33	1	53.33	8.79	0.0035
Error	958.27	158	6.06		
Total	1011.60	159			

Lote	Medias	n	E.E.
2	4.70	122	0.22
1	3.80	40	0.49

Anexo 9. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en la producción grano uva por hilera

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	191618.38	1	191618.38	128.08	<0.0001
Lote	191618.38	1	191618.38	128.08	<0.0001
Error	176544.55	118	1496.14		
Total	368162.93	119			

Lote	Medias	n	E.E.
2	289.76	41	6.04
1	374.01	79	4.35

Anexo 10. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en el número de grano uva por kilogramo

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6812.61	1	6812.61	20.39	<0.0001
Lote	6812.61	1	6812.61	20.39	<0.0001
Error	39431.36	118	334.16		
Total	46243.97	119			

Lote	Medias	n	E.E.
2	625.02	41	2.85
1	640.91	79	2.06

Anexo 11. Análisis de varianza y separación de medias por Duncan al 95% de confianza en el porcentaje de grano uva dañado

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	98.8	1	98.8	63.78	<0.0001
Lote	98.8	1	98.8	63.78	<0.0001
Error	182.79	118	1.55		
Total	281.59	119			

Lote	Medias	n	E.E.
1	3.04	79	0.14
2	4.95	41	0.19

Anexo 12. Formato de entrevista tipo directa utilizada para el estudio en el sistema de café robusta, finca El Encanto

Edad del café: _____ Especie: _____ Área: _____ Nombre del propietario: _____

Coordenadas geográficas _____ Lotes: _____ Nombre de la finca: _____

1. ¿Cómo se realiza el manejo de malezas en los lotes de café robusta?
2. ¿Cómo se realiza el manejo sanitario en los lotes de café robusta?
3. ¿Cuáles son los fertilizantes y que dosis se emplea por hectárea?
4. ¿Qué tipo de manejo se realiza para las enfermedades del sistema cafetalero?
5. ¿Qué tipo de método de siembra y densidad poblacional hay en los métodos de siembra?

6. ¿Qué tipos de podan se realizan y cuál es la función de las mismas?
7. ¿Quién toma las decisiones en el sistema de producción cafetalero?
8. ¿Hay escasez de mano de obra en alguna época del año y si la hay por qué?
9. ¿Cuáles fueron las variables de crecimiento que se registraron datos sobre los últimos ciclos productivos?
10. ¿Cómo se divide la plantación del sistema de café robusta?
11. ¿para que se toman específicamente datos de esas variables y porque se hace?
12. ¿Qué variables de rendimiento se le registraron datos sobre los últimos ciclos productivos?
13. ¿Considera que estas variables determinan realmente el rendimiento del café robusta?
14. ¿Considera que este sistema de café robusta es rentable en cada ciclo productivo?
15. ¿Cuál es el formato que utiliza para registrar los ingresos y egresos del sistema cafetalero?
16. ¿Cómo se dividen los costos fijos y costos variables en sistema de producción cafetalero?
17. ¿Cuál es el precio de venta de café establecido para el ciclo 2020-2021?
18. ¿Qué actividades agronómicas demandan mayor costo en el proceso de producción del café robusta?
19. ¿Cómo fue la relación beneficio costo en los ciclos productivos anteriores?
20. ¿Cómo fue la utilidad neta en los ciclos productivos anteriores?