

**ACOMPANAMIENTO TÉCNICO EN EL USO DE HERRAMIENTAS
TECNOLÓGICAS PARA CAFICULTORES DEL PROYECTO CLÚSTER DE
INNOVACIÓN SOCIAL Y PRODUCTIVO DE LA MESETA DE POPAYÁN**



MARTHA JASMIN MEDINA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2019**

**ACOMPañAMIENTO TÉCNICO EN EL USO DE HERRAMIENTAS
TECNOLÓGICAS PARA CAFICULTORES DEL PROYECTO CLÚSTER DE
INNOVACIÓN SOCIAL Y PRODUCTIVO DE LA MESETA DE POPAYÁN**

MARTHA JASMIN MEDINA

**Trabajo de Grado en la modalidad de práctica profesional para optar al título
de Ingeniero Agropecuario**

Director

I. A. M. Sc. FABIO PRADO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
PROGRAMA INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2019**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de grado a DIOS, y a mi familia quienes son la mayor fortaleza para la terminación de mis estudios de pregrado, a mi madre y abuelos, gracias, porque siempre han sido el gran ejemplo para mi vida, por sus consejos, valores, por la motivación que me han brindado para ser persona de bien, pero más que nada, por el amor incondicional.

A José Manuel, María Alejandra y Darío Grimaldo, la familia que Dios me dio, porque gracias a ellos la vida tiene mayor sentido.

A Mis compañeros de estudio, a mis maestros y amigos especiales, a mi director de trabajo de grado, quienes compartieron sus conocimientos y me inspiran en esta vocación. A todos ellos le agradezco desde el fondo del alma.

Nota de aceptación

Los directores y jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio.

M Sc. FABIO ALONSO PRADO
DIRECTOR

M Sc. FRANCY VIVIANA NARVÁEZ
DIRECTOR

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO

Popayán, septiembre de 2019

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme soñar y buscar distintas formas de aportar algo de mí a la sociedad.

A mi familia que han apoyado mis procesos y que a pesar de las dificultades permanecemos firmes en nuestros proyectos.

Al Ingeniero FABIO ALONSO PRADO y a la Ingeniera VIVIANA NARVÁEZ apasionados por el café, que, con sus conocimientos, apoyaron el desarrollo de este trabajo.

A El Parque Tecnológico de Innovación del Café y su Caficultura, TECNICAfé y a la empresa SUPRACAFE COLOMBIA SA, siempre dispuestos a apoyar los procesos sociales, de innovación y de valor agregado a la caficultura.

A los emprendedores de tecnologías para el campo, AGENDA CAFETERA y OPTIAGRO, que a través del conocimiento generan productos innovadores para el sector.

A todas las organizaciones cafeteras, estudiantes y comunidades que participaron en la validación de los productos desarrollados.

A la universidad del Cauca, en especial la facultad de ciencias agrarias y todos sus profesionales por compartir sus conocimientos y aportar en el desarrollo de capacidades para sector agropecuario.

En general agradezco a todas las personas que con gran voluntad y valiosos aportes hicieron posible la culminación de este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	13
1. MARCO TEÓRICO	15
1.1 MARCO REFERENCIAL	15
1.2 MARCO TEÓRICO	16
1.2.1 El café. Origen del café	16
1.2.2 Variedades de café.	17
1.2.3 Agroecología del cultivo.	19
1.2.4 El suelo para el cultivo.	20
1.2.5 La nutrición y el sistema suelo-planta.	22
1.2.6 Manejo del cultivo.	24
1.2.7 Principales plagas y enfermedades	28
1.2.8 Recolección.	30
1.2.9 Beneficio y calidad de café.	30
1.2.10 Manejo de residuos y agentes contaminantes (reciclaje y reutilización).	32
1.2.11 Bienestar laboral.	32
1.2.12 Medioambiente.	33
2. METODOLOGÍA	34
2.1 SOCIALIZACIÓN AGENDA CAFETERA	34
2.2 ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO GRUPO DE INVESTIGACIÓN OPTIAGRO	41
3. RESULTADOS	44
3.1 SOCIALIZACIÓN AGENDA CAFETERA	44
3.2 ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO OPTIAGRO	51
4. CONCLUSIONES	57
5. RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación Parque Tecnológico de Innovación del Café y la Caficultura. TECNICA FÉ	15
Figura 2. Aplicativo agenda cafetera	34
Figura 3. Creación de perfil de usuario	35
Figura 4. Creacion de la finca	35
Figura 5. Visulizacion de la informacion de la finca	35
Figura 6. Creacion de lotes	36
Figura 7. Fecha de floracion	36
Figura 8. Finca creada	36
Figura 9. Informacion de lotes y numero de actividades	36
Figura 10. Actividades	37
Figura 11. Sección de actividades	37
Figura 12. Actividades Agenda Cafetera	37
Figura 13. Herramientas	38
Figura 14. Evaluación	38
Figura 15. Guía de uso	38
Figura 16. Guia de uso una finca	39
Figura 17. Actividades, recomendaciones	39
Figura 18. Soporte técnico	39
Figura 1. Actividades presentes en el aplicativo	39
Figura 20. Socializaciones del aplicativo Agenda Cafetera a estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad COMFACAUCA	45

Figura 21. Socializaciones agenda cafetera	45
Figura 22. Información descargas realizadas de agenda cafetera	51
Figura 23. Deficiencia de nitrógeno N	52
Figura 24. Deficiencia de Fosforo	52
Figura 25. Deficiencia de potasio	53
Figura 26. Deficiencia de calcio	54
Figura 28. Deficiencia de magnesio	55
Figura 29. Deficiencia de hierro	55

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Edad poblacional de visitantes de TECNICA FÉ	49
Gráfica 2. Caracterización de grupos que visitan TECNICA FÉ	50

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Taxonomía de café	17
Tabla 2. Regiones cafeteras de Colombia	20
Tabla 3. Funciones celulares de los elementos nutritivos	23
Tabla 4. Promedio de producción de las variedades de café	26
Tabla 5. Requerimiento nutricional del café	27
Tabla 6. Deficiencias nutricionales expresadas en las hojas del cafeto.	41
Tabla 7. Socialización del mes de octubre de 2018	46
Tabla 8. Socialización del mes de noviembre de 2019	46
Tabla 9. Socialización mes de diciembre de 2019	47
Tabla 10. Socialización mes de enero de 2019	47
Tabla 12. Socialización mes de marzo	47
Tabla 13. Socialización mes de abril de 2019	48

RESUMEN

Colombia es uno país productor de café, ocupa el tercer lugar después de países como Brasil y Vietnam, en el año 2018 se exportaron alrededor de 13,6 millones de sacos de café suave lavado.

El cultivo de café, es la actividad que más empleo genera, participando con cerca del 27% del empleo agrícola. Actualmente el número de productores de café en el país está alrededor de 563.000, siendo la caficultura un sector dinamizador de la economía.

La economía del sector se ve afectada por los precios internacionales, los cuales, sumados con otros factores, ha disminuido la rentabilidad de los productores, obligando a muchos desistir de sus procesos productivos.

Una de las estrategias para generar el valor agregado en el sector de la caficultura es utilizar herramientas innovadoras, que desde la problemática del sector aporten soluciones.

Desde la dirección de Transformación Digital del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, MinTIC (2017), “se ha apoyado y fomentado el desarrollo de proyectos TI, como software y aplicaciones, encaminados a solucionar problemáticas propias del sector agropecuario del país”.

Es por ello que emprendedores vienen desarrollando herramientas tecnológicas de fácil acceso, haciendo uso de equipos como Smartphone, internet y mensajes de texto que brindan acompañamiento constante al productor.

Aplicativos que brindan asistencia en el manejo del cultivo, como agenda cafetera u otras que miden la trazabilidad del cultivo de café, o aquellas que determinan la nutrición del cultivo, son algunos ejemplos, del uso de estas herramientas en el sector de la caficultura.

Palabras clave: clúster de innovación, aplicativos móviles, deficiencias nutricionales, cadena de valor

SUMMARY

Colombia is a coffee producing country, ranks third after countries such as Brazil and Vietnam. In 2018 around 13 million bags of soft washed coffee were exported.

The cultivation of coffee in Colombia is a coffee producing country, ranks third after countries such as Brazil and Vietnam, in 2018 around 12% of coffee, is the activity that generates more employment, participating with about 27% of agricultural employment. Currently, the number of coffee producers in the country is around 563,000 with coffee being a dynamic sector of the economy.

The economy of the sector is affected by international prices, which, added to other factors, has reduced the profitability of producers, forcing many to abandon their production processes.

One of the strategies to generate added value in the coffee sector is to use innovative tools that provide solutions from the sector's problems.

From the direction of Digital Transformation of the Ministry of Information Technology and Communications, MinTIC (2017), "has supported and encouraged the development of IT projects, such as software and applications, aimed at solving problems specific to the agricultural sector of the country."

That is why entrepreneurs have been developing easy-to-access technological tools, using equipment such as Smartphone, internet and text messages that provide constant support to the producer.

Applications that provide assistance in the management of the crop, as an AGENDA CAFETERA or other that measure the traceability of the coffee crop. Or those that determine the nutrition of the crop, are some examples of the use of these tools in the coffee sector.

INTRODUCCIÓN

La totalidad de la producción mundial de café es obtenida en zonas tropicales y subtropicales, en su mayoría, países en vías de desarrollo o sub-desarrollados. Países como Brasil, Vietnam Colombia ocupan los primeros lugares en listado de los países productores de café. La exportación de café constituye parte importante de los ingresos de estos países, y su producción un gran generador de empleo. (La República, 2019, párr. 5)

El Informe de Gestión, entregado por la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC] (2018), “Colombia se ubica a nivel mundial en el tercer lugar en producción de café, con una participación de 9,42%”(p.14). Catalogándose como cafés suaves lavados de alta calidad. Según Narváez (2016), “el café representa el 20% de las exportaciones totales de país. La actividad cafetera representa hoy el 2% del PIB nacional y el 22% del PIB agrícola, es generadora de 560.000 empleos directos que corresponden al 36% del empleo agrícola total”(p.25).

“El sector cafetero del país abarca a 541.000 familias productoras, de los cuales el 96% de los cafeteros producen en áreas menores de 5 has. Distribuidos en 509 municipios productores en toda Colombia”(FNC, 2013, p. 36).

En el informe de gestión del Comité Departamental de Cafeteros del Cauca, (2017) “el departamento del Cauca, es el primer municipio con mayor cantidad de caficultores, un total de 93.920”(p.10), los cuales reciben acompañamiento agronómico y empresarial por técnicos del Comité Departamental de Cafeteros. Son 113 asesores técnicos o extensionistas los encargados de esta labor, lo que representa que cada extensionista debe atender en promedio a 1000 caficultores; cifra bastante alta que limita el acompañamiento constante, además de las difíciles condiciones topográficas y la amplia distancia entre las fincas.

La escasa asistencia técnica que reciben los caficultores, la situación de la población juvenil, que busca alternativas de progresos fuera de las fincas cafeteras, según Orjuela (2018) muestra “la población de caficultores cuya edad promedio esta alrededor de los 54 años” (párr.4), y la caída del precio del café que no supera los costos de producción; representan una amenaza latente para el sector cafetero y la economía de las regiones que tienen como su principal actividad productiva el cultivo de café.

Actualmente el sector agropecuario está desarrollando estrategias para devolver rentabilidad a el sector, una de las grandes apuestas es el uso de herramientas tecnológicas; sistemas de riego controlado, invernaderos inteligentes, y aplicativos móviles, son algunas tecnologías ya aplicadas, dejando evidencia de las oportunidades que el uso de la tecnología puede aportar al campo

El Ministerio de Comunicaciones y Tecnologías, MinTIC (2017) “indica los efectos directos de la tecnología sobre la pobreza se aprecian en el mejoramiento del bienestar, el incremento de la producción para consumo en el hogar, los mayores ingresos brutos, la reducción en los costos de producción, los menores riesgos en la producción agrícola y el mejor manejo de los recursos naturales” (MinTIC, 2017, p.3). Los efectos indirectos son la reducción en los precios de los alimentos para los compradores y consumidores, los efectos positivos en el empleo y el mejoramiento de los salarios rurales.

Para el sector estas estrategias son de gran importancia para aportar al desarrollo de las empresas cafeteras; diseño de prototipos que identifiquen deficiencias nutricionales en el café se desarrollan en el Parque Tecnológico de Innovación del Café y su Caficultura, en conjunto con estudiantes de Ingeniería Física de la Universidad del Cauca, la cual tiene como objetivo brindar una herramienta de fácil acceso que le permita al caficultor determinar las condiciones de nutrición del cultivo; o también herramientas desarrolladas, como Agenda Cafetera, la cual se instala en un teléfono inteligente, esta herramienta le permite al caficultor, “realizar la planeación de las actividades agrícolas” (Meneces, 2016, p.51). Son algunas de las muchas que buscan a través de la tecnología, poner al alcance de la población cafetera información que le permita tomar decisiones que beneficien sus empresas cafeteras.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 MARCO REFERENCIAL

El Parque Tecnológico de Innovación del Café y su Caficultura, TECNICAfé, es una Institución enfocada en la gestión del conocimiento para la innovación abierta y colaborativa que, a partir de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, fomenta el emprendimiento y la innovación empresarial en el aprovechamiento sustentable de los recursos del ecosistema cafetero. Cuenta para su operación con importantes socios como la Gobernación del Cauca, SUPRACAFÉ, la Federación Nacional de Cafeteros, MULTISCAN, la Asociación de Mujeres Caficultoras del Cauca [AMUCC] y el COFFEE QUALITY INSTITUTE [CQI].

SUPRACAFE Colombia SAS, es una empresa líder del sector cafetero en el departamento del Cauca, ubicado en la meseta de Popayán, cuenta con fincas propias convertidas en estaciones de validación tecnológica, en alturas que van desde los 1700 a los 1900 msnm. Las cuales cuentan con más de 100 has de cultivo y la validación de más de 200 variedades. SUPRACAFÉ viene desarrollando procesos de Innovación permanentes en toda la cadena de valor del café: producción, comercialización y distribución de café Premium y generando desarrollo social.

Actualmente SUPRACAFÉ, junto con TECNICAfé y la Gobernación del Cauca, hace una apuesta adicional por la generación de valor a través del empoderamiento de las mujeres, la transferencia tecnológica y la innovación.

Figura 2. Ubicación Parque Tecnológico de Innovación del Café y la Caficultura. TECNICAfé



Fuente: google eart

BUXTAR, es una agencia de marketing digital del departamento del Cauca, quienes crearon la aplicación Agenda Cafetera, una alternativa tecnológica que busca

mejorar la productividad del cultivo de café a través del control administrativo y operativo de la finca; permitiendo a los caficultores llevar un registro completo de sus actividades en campo. Este aplicativo es el resultado de procesos de validación con asociaciones, quienes han aportado significativamente para su desarrollo, como la Asociación de Mujeres Caficultoras del Cauca [AMUCC].

1.2 MARCO TEÓRICO

1.2.1 El café. Origen del café. El árbol de café tiene su centro de origen en la lejana Abisinia (en la geografía actual Etiopía), en el oriente de África. En el mundo sobresalen por su importancia comercial, la especie de los cafés arábigos y de los cafés robustas. Según la FNC (2013) “la primera especie abarca cerca de las tres cuartas partes de la producción mundial y se cultiva principalmente en el Centro y Sur de América” (p.119)

El cafeto o la planta productora de café es un arbusto que se da en la región tropical. Perteneciente a la familia de la rubiáceas.” Abarca 500 géneros y 8.000 especies. Uno de esos géneros es el *coffea*, que lo constituyen árboles, arbustos y bejucos y comprende unas 10 especies domesticadas y 50 especies silvestres (FNC, 2013, p.119).

Taxonómicamente, “todas esas plantas se clasifican como del genero *coffea* y se caracteriza por una hendidura en la parte central de la semilla. Se encuentran desde pequeños arbustos hasta arboles de más de 10m; sus hojas que son simples, opuestas y con estipulas, varían en tamaño como en textura; sus flores son completas (en la misma flor se encuentran todos los órganos) blancas y tubulares; y los frutos, son unas drupas de diferentes formas, colores y tamaños, dentro de las cuales se encuentran semillas, normalmente dos por fruto (FNC, 2013, p.121)

Los granos de café son semillas de un fruto llamado popularmente cereza

La semilla de café es una nuez alargada y plano-convexa, cada semilla tiene una grieta muy característica que cruza longitudinalmente su cara interna, conocida como “*sutura coffeanum*”. La semilla está constituida por el embrión, que se encuentra ubicado en la cara abultada del grano y es recubierto por el ENDOSPERMO, donde se almacena proteínas, azúcares, aceites, alcaloides, como la cafeína. El endospermo está cubierto por una capa delgada y brillante de células, denominada “*película plateada*”. Esta capa a su vez está envuelta por el pergamino llamado ENDOCARPIO, que le confiere la resistencia estructural de la semilla. Normalmente, cada cereza de café tiene dos semillas rodeados por la pulpa o cascara (Pericarpio).la cascara presenta dos capas, una interna carnosa llamada MESOCARPIO y una externa, el EXOCARPIO. Los constituyentes del pericarpio son los que le dan el color al fruto del café: verde cuando contiene principalmente clorofila y rojo cuando predomina el contenido de cianidina que indica su estado de maduración (FNC. Tomo 1., 2013, p.125)

Tabla 1. Taxonomía de café

Taxonomía	Nombre
Grupo	Fanerógamas
Clase	Angiosperma
Subclase	Dicotiledónea
Orden	Rubiales
Familia	Rubiáceas
Genero	Coffe

Fuente: federación nacional de cafeteros, manual del cafetero, tomo 1.

Pocas bebidas en el mundo han llegado a ser tan populares y altamente apreciadas como una taza de café de alta calidad bien preparada. “Los conocedores coinciden en que esta bebida está en capacidad de ofrecer un sabor y experiencias complejas que van más allá de ser una simple bebida estimulante o que satisface la sed. Su exquisito aroma y sabor ofrecen una variada gama de sensaciones que reconfortan el estado físico y espiritual de quienes los consumen” (FNC –Tomo 1., 2013, p.125).

1.2.2 Variedades de café. En el mundo se siembran dos tipos de café: los robustas y los arábigos. En 1052, una misión científica después de una visita al Brasil, introdujo las variedades Caturra, Borbón y la forma amarilla de la variedad Típica. En Colombia solo se siembra la variedad arábigos porque produce bebida suave, de mayor aceptación en los mercados. (FNC –Tomo 1. 2013, p.125).

- Variedad típica. Las primeras semillas de café que fueron introducidas a América en 1720, provenían de una planta de la variedad Típica del Jardín Botánico de Ámsterdam (Holanda). A partir de ésta, su cultivo se expandió por la zona tropical del continente americano, motivo por el cual es quizás la variedad de café más conocida por los caficultores. Es una variedad de porte alto, posee ramas laterales con ángulo de inserción cercano a 68°, brotes jóvenes de color bronce, frutos amarillos y rojos, tamaño de grano grande y excelente calidad en taza. En la actualidad ocupa 208 has. (Arias y Flores, 2017, p.3).
- Variedad Borbón. Es la segunda variedad de café de mayor reconocimiento. Fue introducida inicialmente a Brasil entre los años 1860 y 1870, de allí se extendió a otros países productores del continente. Es una variedad de porte alto al igual que Típica, pero se diferencia de ella por presentar ramificación secundaria más densa, entrenudos más cortos, brotes jóvenes generalmente verdes y un ángulo de inserción de sus ramas de 63°. Su potencial productivo es mayor que Típica, pero con un menor tamaño de grano (Arias y Flores, 2017, p.3).

La variedad Borbón se diferencia de la variedad Típica por ser más productiva, con un menor tamaño de los granos, pero con similar calidad potencial de la bebida. Estas variedades fundadoras se caracterizan por tener un porte alto.

- Variedad caturra. “Se originó a partir de una mutación espontánea, observada por primera vez en el estado de Minas Gerais en Brasil, en una población de Borbón. Con la variedad Caturra inició la caficultura intensiva en América. Esta variedad se destaca por el porte bajo de sus plantas y entrenudos cortos, característica que le permite ser utilizada en altas densidades de siembra, con altas producciones por unidad de área. Pese a sus excelentes atributos es altamente susceptible a la roya del cafeto. Esta variedad posee brotes verdes y el ángulo de inserción de las ramas es de 88,7 grados.” En la actualidad, son cerca de 19.861 has sembrado con variedad caturra. (Arias y Flores, 2017, p.4).
- Híbrido de Timor (HdT). “Se originó a partir de un cruzamiento natural entre *C. canephora* y *C. arábica*, descubierto en la Isla de Timor en la década de 1940. Es una población heterogénea, proveniente de tres recolecciones de semillas, identificadas con las siglas 832-1, 832-2 y 1343, realizadas en las plantaciones de Timor, enviadas al CIFC (Portugal) y distribuidas a diferentes países del mundo, principalmente en América. Por poseer al menos cinco genes de resistencia contra la roya del cafeto, el HdT ha sido utilizado ampliamente como progenitor masculino de variedades mejoradas de café. Además de la resistencia a la roya, el HdT 1343 se caracteriza por poseer resistencia a otra enfermedad limitante para el cultivo del café, como lo es la enfermedad de las cerezas del café o CBD (por sus siglas en inglés)”. (Arias y Flores, 2017, p.5).

Las variedades originadas a partir del cruzamiento entre Caturra por cada una de los tres materiales del HdT provenientes del CIFC son reconocidos como Catimores (Cat x HdT 832-1), Sarchimores (Villa Sarchí x HdT 832-2) y Colombia (Cat x HdT 1343). (Arias y Flores, 2017)

- La variedad Colombia. “Producto de los programas de mejoramiento realizados por CENICAFÉ, liberada en 1982,” son alrededor de 19.113 hectáreas sembradas que comprenden la variedad Colombia. (Alvarado, Cortina y Posada, 2005, p.1).
- TABI. Según las investigaciones realizadas por Moreno (2002), esta variedad fue “Desarrollada en CENICAFE, es un cruzamiento entre el híbrido de Timor y las variedades de típica y borbón. Fue liberada en el año 2001 y hoy existen un total de 288 has” (p.3).

De porte alto, las hojas nuevas son de color bronce, es resistente a la roya y sus granos son de buen tamaño. Es una variedad que ofrece una taza de buena calidad.

- Castillo. variedad desarrollada por CENICAFE, debido a la afectación que tuvo la caficultura a causa de la roya. “Esta variedad fue todo un programa de mejoramiento tendiente a la obtención de una variedad resistente a esta enfermedad, liberada en 2005” (Alvarado, Cortina y Posada, 2005, p.2)

Estudios realizados por Alvarado, Cortina y Posada (2005), describen la variedad castillo es de porte medio, sus hojas nuevas se caracterizan por que son verdes y bronce, granos de color amarillo y rojo, sus frutos son de buen tamaño.

- Resistencia a la Roya del Cafeto y a la enfermedad de las cerezas CBD, es de porte bajo (similar a la variedad Caturra) y de alta producción de porcentaje de café supremo, mayor que la Variedad Castillo

Es indispensable elegir la variedad de café adecuada para la zona de cultivo, con base en las recomendaciones técnicas.

1.2.3 Agroecología del cultivo. El clima para el cultivo es el conjunto de ciertas condiciones que distinguen a una región de otra, tales como la altura sobre el nivel del mar, las lluvias, temperatura, la humedad relativa, el brillo solar, factores que son claves para determinar el éxito del cultivo.

- Altura sobre el nivel del mar. “Es un factor que modifica el clima, en Colombia las zonas óptimas para el cultivo están entre los 1200 msnm hasta los 1800 msnm, consideradas como las zonas donde el cultivo presenta el mejor desarrolla vegetativo y productivo” (FNC, 2013, p.207).
- Temperatura. “En la zona central colombiana, los cafetales se deben sembrar en zonas ubicadas entre un rango de temperatura media de 18°C a 24°C. se ha estimado que estas zonas el café requiere entre 500 y 600 días desde la siembra hasta la cosecha” (FNC, 2013, p.207)
- Las lluvias. “La planta de café para poder crecer y reproducir normalmente, requiere de una cantidad anual de lluvia de 1.000 mm a 2.800 mm, estas lluvias deben estar bien distribuidas en los diferentes meses del año, para que el cultivo pueda dar buenas cosechas, pero es muy importante que haya periodos de sequía menores de 20 días ya que permite dar paso a la floración” (FNC, 2013, p.207)

El país se divide en tres zonas, según su distribución de precipitación: una monomodal en el sur, donde las lluvias principales ocurren en el primer semestre del año, una bimodal hacia el centro del país, con dos periodos de lluvia importantes en abril- mayo y en noviembre-diciembre y una zona norte monomodal, con altas precipitaciones en el segundo semestre del año.

Regímenes de lluvia cercanos a los 2500mm/año y con buena distribución a lo largo del año, son los que más favorecen la nutrición de los cafetales.

- Humedad relativa. La humedad debe ser mínimo del 70% y máximo de 85%, ya que de esta depende el equilibrio de la humedad interna del árbol y por lo tanto su normal desarrollo, y producción.” (FNC, 2013, p.207).

La investigación realizada por CENICAFE y posteriormente documentadas en el tomo número 2 de El Manual del Cafetero Colombiano (2013), indica que en “Colombia se produce principalmente café arábica el cual requiere de condiciones climáticas específicas para su producción: temperaturas entre los 17 y 23°C, con precipitaciones que oscilan entre los 1200 y 1800 mm/anuales y alturas al nivel del mar que van de 1200 a 1800 msnm” (p.95)

Tabla 2. Regiones cafeteras de Colombia

Elemento	Unidad	Norte	Sur	Central	Oriental
Altura sobre el nivel del mar	m.s.n.m.	1.000-1.200	1.500-1860	1.250-1.760	1.000-2.000
lluvias	Mm	2.205	1.625	2.140	2.000
Días lluviosos	meses	193	218	224	208
Épocas más lluviosas	Días	Mayo junio, septiembre, octubre y noviembre	Marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre	Marzo, abril, mayo, octubre y noviembre	Mayo junio, septiembre, octubre y noviembre
Temperatura	°c	21	18	18	20
Humedad relativa	%	79	77	80	80
Brillo solar	Horas luz año	2.063	1.783	1.738	1.798

Fuente: Jaramillo, 2009

1.2.4 El suelo para el cultivo. El suelo es la capa superficial de la tierra donde se desarrolla las raíces de las plantas. Las raíces toman del suelo los nutrientes que necesitan las plantas para crecer y producir frutos.

El municipio de Cajibío se encuentra ubicado entre el ecotopo 218^a los cuales se caracterizan por sus suelos derivados de cenizas volcánicas (Melanudands): Buenas condiciones físicas, fertilidad natural baja, topografía ondulada, pendientes menores del 50% en longitudes medias a cortas y susceptibilidad a la erosión baja. Épocas de cosecha Principal: Abril a julio. Traviesa: Octubre a diciembre. (Gaitán, Osorio y Sadeghian, 2018, p.136)

Para Gaitán, Osorio y Sadeghian (2018), en cuanto a los suelos, “los derivados de cenizas volcánicas (andisoles) presentan un mayor contenido de materia orgánica, componente que constituye la principal fuente de nitrógeno, azufre y algunos

micronutrientes para las plantas, y además mejorando las condiciones de aireación de retención de agua en el suelo. Sin embargo, la disponibilidad de fósforo es menor debido a la naturaleza de las arcillas que fijan el elemento” (p.136).

Posee buenas condiciones físicas para el desarrollo y crecimiento de las plantas, su estructura permite una buena aireación. “Algunos minerales retienen agua en cantidades óptimas para la planta. La cantidad y calidad de nutrientes disponibles en estos suelos, por lo regular es de alto potencial, y esto se debe principalmente a la liberación de los elementos esenciales (cationes), que tiene lugar cuando los minerales que vienen de las cenizas o de las rocas comienzan su camino de alteración (meteorización)” (Gaitán, Osorio y Sadeghian, 2018, p.137).

Estos suelos son de gran importancia, no solo por su calidad, desde el punto de los nutrientes disponibles para las plantas y los cultivos cafeteros sino porque son la evidencia directa de la impresionante actividad volcánica ocurrida en el territorio,

Inceptisoles: este tipo de suelos continúan en orden de importancia en lo que respecta a la extensión. “Están localizados de forma dispersa por toda la región y cubren ambos flancos del Macizo. De escaso desarrollo evolutivo está estrechamente relacionado con la fuerte actividad tectónica y volcánica de la región. Su productividad es relativamente baja, dada la oferta ambiental de estos suelos, con tendencia ácida y de baja saturación de iones básicos.” (Gaitán, Osorio y Sadeghian, 2018, p.138)

La presencia de molisoles se hace más evidente en la parte central del Cauca, y ocupan posiciones del relieve más estables, donde los procesos erosivos son menos intensos, lo cual permite una alta evolución pedogenética. Estos suelos se desarrollan en condiciones climáticas tropicales y se caracterizan por sus coloraciones oscuras, por tener buenos contenidos de materia orgánica, por su reacción neutra y su muy buena fertilidad, lo que los hace muy apetecidos para diversos cultivos. (Gaitán, Osorio y Sadeghian, 2018, p.130)

Los estudios realizados por Gaitán, Osorio y Sadeghian (2018), definen algunas zonas cafeteras situadas en la parte centro-occidental del departamento del Cauca se encuentran asociadas a rocas volcánicas no-sedimentarias marinas cretácicas de origen oceánico y a rocas sedimentarias de afinidad.

Debido a la actividad volcánica que ha esculpido gran parte del territorio, encontramos zonas de relieves relativamente suaves, características de un ambiente erosivo que retarda la evolución del suelo.

- Fertilidad del suelo. “La Fertilidad del Suelo es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y que consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas” (FNC – Tomo 2, 2013, p.85).
- Respecto a su constitución, en general y en promedio, “en VOLUMEN, una proporción ideal está dada por 45-48% de partículas minerales, 5-2% de materia orgánica, 25% de aire y 25% de agua” (FNC – Tomo 2, 2013, p.85)

Propiedades químicas del suelo.

- Reacción del suelo (PH): “Es una propiedad que tiene influencia indirecta en los procesos químicos, disponibilidad de nutrientes, procesos biológicos y actividad microbiana” (FNC – Tomo 2, 2013, p.85).

“Los suelos de pH fuertemente ácidos, no son recomendables por la gran cantidad de aluminio y la disminución de la actividad microbial. Los suelos alcalinos, originan una escasa disponibilidad de elementos menores, excepto molibdeno, mostrando una marcada deficiencia” (Hincapié, 2006, p.3).

“El suelo ideal para el cafeto debe tener el nivel de pH entre 5 y 5.5 suelos por fuera de este rango representan afectaciones en la nutrición del cultivo” (Hincapié, 2006, p.3)

Propiedades biológicas del suelo. La cantidad de materia orgánica (MO), está ligada a la cantidad, tipo y actividad microbiana. Son variadas las ventajas y actividades de los microorganismos del suelo, participando en:

- Procesos de humificación y mineralización de la materia orgánica.
- Procesos de fijación biológica de N (simbiótica y libre).
- Solubilizarían de componentes minerales del suelo (asociación micorrítica).
- Reducción de Nitratos y Sulfatos.
- Hidrólisis de la urea.

La materia orgánica tiene mucha importancia para la productividad del cultivo. Es el principal sustrato para el desarrollo de pequeños organismos que la transforman en una gran fuente para alimento del cafeto (Hincapié, 2006, p.3).

1.2.5 La nutrición y el sistema suelo-planta. “Es un sistema abierto en que los elementos (M) son constantemente removidos de un lado (fase sólida) a otro donde es acumulado (planta)” (Sadeghian, 2016, p.2).

Origen de los nutrientes.

a. Reservas naturales del suelo: “Composición del suelo, elementos disponibles y cambiables (las arcillas y la materia orgánica, son la fuente de reserva del suelo por ser de naturaleza coloidal) y de las condiciones meteorológicas” (Sadeghian, 2016, p.3).

b. **Fertilizantes** “minerales, una amplia gama de abonos simples y compuestos y, micronutrientes quelatados y complejados y en menor medida los fertilizantes orgánicos (aminoácidos y hormonas)” (Sadeghian, 2016, p.3)

c. **El agua de riego.** “Gran cantidad de agua circula por las plantas (uso consuntivo) aportando principalmente elementos como calcio, magnesio, potasio, nitratos, sulfatos y boro” (Sadeghian, 2016, p.4)

d. **Fuentes orgánicas.** “Descomposición y mineralización de residuos vegetales y animales del suelo. Estos pueden ser naturales (reciclaje) o incorporados” (Sadeghian, 2016, p.3)

e. **Precipitación** (lluvia). “Especialmente nitrógeno. El agua de lluvia puede captar y llevar el nitrógeno atmosférico hacia la tierra e incorporarse al sistema suelo-planta” (Sadeghian, 2016, p.4)

f. **Microorganismos:** “Fijación biológica (nitrógeno), micorrizas (fósforo), reacciones óxido reductivas de los elementos” (Sadeghian, 2016, p.4)

Tabla 3. Funciones celulares de los elementos nutritivos

	Nutriente	Función
Constituyentes de Moléculas Orgánicas:	Nitrógeno (N)	Interviene en procesos de, absorción iónica, fotosíntesis, respiración, síntesis multiplicación y diferenciación celular, herencia.
	Azufre (S)	Interviene en los procesos de fotosíntesis, fijación de CO ₂ , respiración, síntesis de grasas y proteínas, fijación simbiótica de nitrógeno.
Reserva energética	Fósforo (P)	Interviene en los procesos de almacenamiento y transferencia de energía, fijación simbiótica de nitrógeno y en otros procesos con el nitrógeno.
	Boro (B)	Interviene en los procesos de síntesis de ácidos nucleicos y proteínas.
Forma Iónica	Potasio (K)	Interviene en procesos osmóticos, apertura y cierre de estomas, fotosíntesis y transporte de carbohidratos, respiración, fijación simbiótica de nitrógeno
	Magnesio (Mg)	Interviene en los procesos de absorción iónica, fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, balance electrolítico, estabilidad de los ribosomas, etc.
	Calcio (Ca)	Interviene en los procesos de estructura y funcionamiento de las membranas, absorción iónica, reacciones con hormonas vegetales y activación enzimática.
	Cloro (Cl)	Interviene en los procesos de la fotosíntesis.

	Nutriente	Función
Reacciones Redox	Fierro (Fe)	Interviene en los procesos de fotosíntesis, respiración, fijación biológica de nitrógeno, asimilación de nitrógeno y de azufre.
	Manganeso (Mn)	Interviene en los procesos de absorción iónica, fotosíntesis, respiración, control hormonal y síntesis de proteínas.
	Cobre (Cu)	Interviene en los procesos de fotosíntesis, respiración, regulación hormonal, fijación de nitrógeno, metabolismo de compuestos secundarios, etc.
	Molibdeno (Mo)	Interviene en la reducción del nitrato, fijación de nitrógeno, síntesis de proteína.
	Zinc (Zn)	Interviene en los procesos de respiración, control hormonal y síntesis de proteínas.

Fuente: elaboración del autor.

1.2.6 Manejo del cultivo. El conjunto de prácticas que se llevan a cabo en los cafetales con la finalidad de mantener a través del tiempo, una producción estable, por un tiempo indefinido es lo que constituye la administración cafetera. La administración adecuada de una empresa cafetera implica fundamentalmente tomar las decisiones correctas, en el momento oportuno. Para este efecto deben establecerse unos objetivos muy claros, evaluar el progreso de las actividades encaminadas al logro de estos objetivos, hacer oportunamente los ajustes necesarios y medir el resultado.

La Federación Nacional de Cafeteros en El Manual del Cafetero colombiano (Tomo 2), nombra los objetivos más importantes a tener en cuenta la administración de la empresa cafetera, “los costos de producción más bajos posibles, una producción continua, una recolección eficiente, una densidad de siembra optima, sistemas de renovación que mantenga estable la producción, manejar adecuadamente sistemas agroforestales, considerar la posibilidad de producir cafés especiales, establecer buenas prácticas de manufactura y adoptar un manejo sostenible de la caficultura” (FNC – Tomo 2, 2013, p.220)

Establecimiento de cultivo. Material de propagación (Germinadores y almácigos). “La semilla adquirida debe estar acompañada de un certificado que garantice la sanidad. Las plantas de los almácigos deben estar libres de signos de ataque de plagas y enfermedades. Los almácigos que no sean producidos en la finca deben tener garantía de calidad o en su defecto toda la información referente a su producción” (FNC, 2013, p.44)

Selección del terreno. Las labores a realizar en el terreno en el cual van a establecerse la plantación depende del tipo de vegetación que contenga así: cubierto de un bosque antiguo, bosque nuevo (rastrojo), prado o cultivo. El procedimiento en bosque es proceder a rozar y recoger los residuos orgánicos para

su descomposición; si es terreno plano se procede a arar para disminuir los costos de instalación.

Manejo de suelo. Se debe emplear técnicas para mejorar la estructura del suelo y evitar su compactación.

Es conveniente elaborar, en lo posible, mapas para toda la finca con la identificación del tipo de suelo de cada lote y sus respectivos análisis físicos y químicos.

Se debe adoptar las técnicas de cultivo adecuadas y encaminadas a reducir la erosión del suelo, La FNC (2013) recomienda, por ejemplo, “la aplicación de coberturas muertas o “mulch”, la siembra a través de la pendiente, la construcción de drenajes, el manejo de coberturas vivas, la aplicación de fertilizantes orgánicos y el establecimiento de árboles y arbustos en las orillas de los caminos, carreteras y fuente de agua, entre otros” (p.117)

Sistemas de siembra: de un trazado adecuado depende en gran parte la sostenibilidad de la caficultura, como también la rentabilidad del cultivo pues con él se puede acelerar o frenar los procesos de erosión, así como también mejorar las condiciones del cultivo para el aprovechamiento de la mano de obra durante la realización de las labores agronómicas como fertilización, control sanitario y cosecha, entre otra (FNC, 2013, p.64)

Los sistemas de trazado los describe La FNC (2013), en café de las siguientes figuras: “al cuadro o rectángulo, al triángulo, y en curvas a nivel” (p.44). Este último es de poco uso hoy en día pues su establecimiento es más complicado y los beneficios del sistema se logran igualmente con el trazo al triángulo en surcos a través de la pendiente.

Siembra. La FNC (2013) recomienda la siembra simultáneamente con la ejecución del trazado, comienza para el aprovechamiento del proceso de la siembra, para lo cual debe tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Los hoyos para la siembra deben tener un tamaño de 30 cm x 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad.
2. Si el análisis del suelo recomienda el uso de cal o fuentes de magnesio se pueden incorporar en el hoyo 100 gramos de cal dolomítica, antes de sembrar los cafetos.
3. Retirar la bolsa plástica que contiene al colino de café, depositar el pilón en el centro del hoyo y adición de tierra y apretarla. El colino debe quedar sembrado de tal manera que el cuello de la raíz que dé a nivel de la superficie del terreno (p.307).

Distancia de siembra. La densidad de siembra se define como el número de árboles por unidad de área del terreno.

“La densidad de siembra está relacionada con los efectos que produce en la planta la competencia de otras plantas de la misma o de otra especie, y, además, con un mayor o menor eficiencia de captación de la radiación solar” (FNC, 2013, p.307).

Tabla 4. Promedio de producción de las variedades de café

Variedad	Densidad de siembra (plantas/ha)		Producción media			
			Kg/árbol		Arroba/ha	
	Sombra	Exposición	Sombra	Sol	Sombra	Sol
Típica	1500	2500	0,6	0,9	72	180
Borbón	1500	2500	0,8	1,2	96	240
Tábi	1500	2500	0,7	1	84	200
Caturra	hasta 5.000	hasta 10.000	0,35	0,5	85-140	200-300
Castillo	hasta 5.000	hasta 10.000	0,35	0,6	200	220-350

Fuente: propia del estudio

Trasplante. “Es importante trasplantar solamente los materiales de óptima calidad y en el momento oportuno, ya que desde este momento se está empezando a garantizar la calidad del cultivo y la cosecha de muchos años”(FNC, 2013, p.310).

Edad de trasplante. “Cuando se hacen los almácigos en bolsas de polietileno de las dimensiones recomendadas, es posibles llevar al campo las plantas del almacigo después de 6 meses del trasplante. A esta edad la mayoría de las plantas ya he emitido el primer par de ramas primarias o primera “cruz”. Al llevar al campo las plantas menores de seis meses aumentan la competencia por arvenses y se necesita más desyerbas; por el contrario, si le llevan muy tardíamente aumenta el estrés por efectos del trasplante, las plantas desarrollarán un sistema radical atrofiado y estarán más propensas al volcamiento y a la proliferación de chupones” (FNC, 2013, p.310).

Épocas de siembra, según recomendaciones de Jaramillo (2016), “la distribución de la lluvia a través del año determina en gran medida de periodicidad de los ciclos vegetativo y reproductivo del cafeto”(p.3), además condiciona secuencia de las labores agrícolas de los cultivos, entre ellas; la época de siembra, la frecuencia de riego, la protección del suelo contra la erosión hídrica y el momento más adecuado para la fertilización, entre otros.

Manejo integrado de arvenses. Se considera “maleza” a aquella planta que interfiere con el cultivo, afectando negativamente el sistema productivo. “Las arvenses son importantes en todos los cultivos, debido al impacto que genera sobre los rendimientos, los costos de producción y la sostenibilidad, en especial por constituirse en un componente para la protección de los suelos contra la erosión y la conservación de los recursos hídricos” (Hincapie, 2017, p.3)

Fertilización. Todas las plantas incluyendo el café necesitan de agua y de diferentes moléculas orgánicas para su supervivencia; por lo tanto, los elementos que componen el agua (H₂O) y cualquier molécula orgánica formada a partir de carbono (C), oxígeno (O) e hidrogeno (H) son impredecibles para su crecimiento y desarrollo. Estos elementos son tomados del agua que absorben las raíces y del dióxido de carbono (CO₂) que toman las plantas, o vía fotosíntesis” (FNC, 2013, p.85)

Junto con el C, H y O, otros catorce elementos son requeridos para las funciones fisiológicas de las plantas las cuales se absorben desde el suelo, razón por la cual se clasifican como minerales.

Seis de ellos tienen una demanda más alta y se denominan macronutrientes (gr/kg de materia seca), los ocho restantes son exigidos en cantidades menores, micronutrientes (mg/kg de materia seca).

En los cultivos cafeteros, la cantidad de los elementos esenciales varía durante las diferentes etapas del cultivo. Durante todas las fases del cultivo los dos macronutrientes predominantes en la planta son el nitrógeno y el potasio seguidos generalmente por calcio, fosforo, magnesio y azufre. En cuanto a los micronutrientes predomina el hierro y manganeso seguido por zinc, cobre y boro

La cantidad de nutrientes que absorben las plantas de café desde el suelo se puede ver afectada por las características del cultivo (especie/variedad), las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, las condiciones del clima (principalmente lluvia, brillo solar, temperatura, horas luz, vientos) y el manejo de los sistemas productivos. La carencia o exceso de estos afecta el normal crecimiento, desarrollo y producción del cultivo de café (FNC, 2013, p.86)

Tabla 5. Requerimiento nutricional del café

Promedio de macronutrientes removidos por 1250 kg de c.p.s

Nutrientes	Fase vegetativa	Fase reproductiva
Nitrógeno N	8,6-12,5 gm	30,9 kg
Fosforo P	0,6-2,7 gm	2,3 kg
Potasio K	7,6-25,3 gm	36,9 kg
Calcio Ca	3,9-10,6 gm	4,3 kg
Magnesio Mg	1,2-2,1 gm	2,3 kg
Azufre S		1,2 kg
Hierro Fe		107 gm
Manganeso Mn		61 gm
Boro B		50 gm
Cobre Cu		33 gm
Zinc Z		18 gm

Fuente: FNC - Tomo 2, 2013, p.88

Debe velarse por el mantenimiento de la fertilidad del cultivo las aplicaciones de fertilizantes (orgánicos e inorgánicos). Sin embargo, la calidad de fertilizantes suministrada no debe exceder las necesidades del cultivo. Llevar en los registros de

las aplicaciones y las recomendaciones (día, mes, año), el área y el nombre del lote establecido con café, el nombre de la finca, el nombre comercial del producto, el tipo de equipo empleado, así como la cantidad exacta del producto utilizado, su peso o volumen y concentración.

El área de almacenamiento de fertilizantes debe estar demarcadas con señales de advertencia de peligro, que sean claras, permanentes comprensibles y visibles.

El manejo integrado de plagas MIP. “El manejo Integrado de plagas corresponde al uso de una serie de medidas de control (cultural, biológico, químico, entre otros), tendientes a proteger los cultivos mediante la reducción de poblaciones de los artrópodos plagas que lo afectan, a niveles que no causan daño económico y que permitan su producción y comercialización de forma competitiva” (FNC–Tomo 2., 2013, p.179)

“El MIP proporciona una serie de principios y conceptos sobre control de plagas que se integran y en una forma teórica, se esbozan para establecer un derrotero ecológico en la solución del problema. Por tanto, el MIP es flexible, dinámico, susceptible siempre de mejorarse” (FNC–Tomo 2, 2013, p.179)

1.2.7 Principales plagas y enfermedades

- Broca (*Hypothenemus hampei*). “introducida a Colombia en 1988 es la plaga más importante que afecta el café en Colombia. Hace el daño al atacar la cereza y reproducirse internamente en el endospermo, causando la pérdida total del grano y en muchos casos, la caída prematura del fruto” (FNC–Tomo 2, 2013, p.216) Además, reduce la calidad del producto final.

El adulto hembra de la broca del café una vez emerge de la pupa puede aparearse y unos tres días después puede iniciar posturas. Su período de ovoposición es de unos 20 días y coloca entre 2 y 3 huevos/día. El número de días que puede permanecer opositando se estima en Colombia en 15 días, y es posible que una broca tenga períodos de intermitencia y la reanude (FNC –Tomo 2, 2013, p.216)

La incubación del huevo dura 7,6 días (23°C) y el estado de larva 15 días para los machos y 19 días para las hembras, la prepupa 2 días y la pupa 6,4 días (25,8°C). El ciclo total de huevo a emergencia de adulto se estima en 27,5 días (24,5°C). Sin embargo, el tiempo generacional, o sea el tiempo que tarda en iniciarse otra generación del insecto bajo condiciones de campo se estima para la zona cafetera colombiana en 45 días a una temperatura de 22°C en promedio, y de unos 60 días para una temperatura de 19°C. La relación de sexos es aproximadamente de 1:10 en favor de las hembras. La hembra colonizadora una vez que inicia su ovoposición, permanece en el interior del fruto hasta su muerte, cuidando de su progenie. En las condiciones de la zona central cafetera se ha determinado que, en un fruto de café, desde el momento que es susceptible al ataque de la broca hasta la época de cosecha

se pueden producir dos generaciones de la broca. Si estos frutos no se cosechan y se dejan secar en el árbol, se pueden alcanzar rápidamente unas cuatro generaciones. El adulto macho de la broca tiene solo función reproductora. Éste es de menor tamaño, se encuentra siempre en el interior de los frutos y nunca los deja; además, es incapaz de perforar un fruto. Debido a que sus alas se encuentran atrofiadas no puede volar (FNC–Tomo 2, 2013, p.216).

- ROYA. Es considerada la principal enfermedad del cultivo del café en el mundo, y sigue siendo una amenaza para numerosos cultivos en Colombia. “En el país se han sembrado las variedades de café Típica, Borbón, Caturra, entre otras, pertenecientes a la especie *Coffea arabica*, de las cuales todavía se cultiva de manera tecnificada la variedad Caturra, con buen comportamiento agronómico, pero altamente susceptible a la Roya” (FNC–Tomo 2, 2013, p.160)

Experimentos realizados por CENICAFÉ, y documentados por la FNC-Tomo 2. (2013) “en la zona cafetera colombiana entre los años 2012-2016, estas pérdidas alcanzaron niveles de 30 y 35%. La relación café cereza: café pergamino seco también se afecta por la Roya, el tamaño del grano se reduce y los defectos son mayores, lo cual disminuye el porcentaje de almendra sana, afectando el precio y el incentivo por calidad con respecto al café de primera calidad” (p.143). La Roya es una enfermedad que está íntimamente ligada al desarrollo fisiológico del cultivo, al nivel de producción de la planta, y a la distribución y cantidad de lluvia en la región.

La Roya del cafeto es causada por el hongo *Hemileia vastatrix*, el cual ataca solo a la planta de café y se especializa en parasitar únicamente células vegetales vivas de las hojas. Este hongo produce abundantes esporas, principalmente urediniosporas, vistas como el polvillo amarillo o anaranjado en el envés de las hojas, y que se diseminan principalmente mediante la lluvia y el viento. También hay dispersión dentro de la planta por la caída de polvo amarillo del envés de una hoja al haz de otra, así como por la acción de los insectos. (FNC–Tomo 2, 2013, p.150)

El ciclo de vida del hongo consta de 4 etapas: diseminación, germinación, colonización y reproducción. Este ciclo toma entre 30 y 40 días; se realiza por completo y en múltiples ocasiones en las hojas de las plantas de café razón por la cual se denomina policíclica (FNC, 2013, p.150)

El rango adecuado de temperatura para la Roya está entre 16°C y 28°C, con temperatura promedio óptima de 22°C. Para la germinación del hongo también se requiere de un período de oscuridad de 12 horas (FNC–Tomo 2, 2013, p.150)

Las variedades susceptibles Típica, Borbón, Caturra y algunos materiales de origen desconocido que no tengan resistencia genética durable al hongo, pueden presentar ataques severos de la enfermedad, que en ausencia de un adecuado control ocasionan pérdidas económicas significativas (FNC–Tomo 2, 2013, p.151)

Pronostico de cosecha. El pronóstico de las cosechas no es una medida absoluta, pero sí muy aproximada de lo que es posible, de lo que ocurra en un amplio número

de casos y dentro de ciertos límites que se fijan los factores asociados con la variación de la cosecha en los diferentes años son varios y posiblemente los climatológicos merecen gran importancia en algunas regiones.

1.2.8 Recolección. Consiste en la recolección selectiva de frutos de café en los árboles.

La calidad de café producidos en Colombia se debe a que la recolección de la cereza de café, es realizada por recolectores quienes cosechan los frutos maduros en los árboles uno a uno. “La recolección es de suma importancia para conservar la calidad del café en la bebida, pues de su buen desarrollo se obtiene un producto de excepcionales características físicas y organolépticas, que a la vez da un mejor precio de venta en las cooperativas” (Fajardo y Sanz, 2004, p.3).

Según Fajardo y Sanz (2004), una “buena recolección de café se realiza si se combina calidad, eficiencia, eficacia y pérdidas; esto es cosechar solo frutos maduros, en el menor tiempo posible, haciendo lo mejor posible y con una cantidad mínima o nula de frutos caídos y pintones” (p.3)

Fajardo y Sanz (2004), en el avance técnico divulgado por CENICAFE recomienda utilizar un método mejorado de recolección de café que contiene cinco pasos:

1. Desplazamiento por las caras de los árboles en un solo sentido a través del surco.
2. Recorrer el árbol en forma vertical de arriba hacia abajo, tomando las ramas del árbol en zigzag, finalizando con la recogida de frutos del suelo.
3. Desplazar la recolección de adentro hacia afuera en cada rama.
4. Tomar posturas del cuerpo que no afecte su resistencia.
5. El recolector debe deslizar la mano en vacío y busca frutos, luego sostener los frutos arrancar los frutos y finalmente dejar caer al recipiente (p.4).

1.2.9 Beneficio y calidad de café. Es la etapa de producción de café que contempla la cosecha del café maduro, el despulpado, la fermentación, el lavado, clasificación, secado, empaque, y almacenamiento. De estas etapas del proceso depende en gran medida la calidad del café.

Beneficio seco muy común en sitios donde coincide la cosecha con periodos de humedad relativa baja y sin precipitación por espacio de varios días.

El Beneficio húmedo, es característico del café lavado colombiano, se inicia con la remoción mecánica de la cascara en una despulpadora que deja el grano de café desnudo, pero cubierto de una capa gelatinosa llamada mucilago. Tradicionalmente este mucilago se remueve mediante fermentación aeróbica realizada en horas de la noche por población de bacterias y levaduras (Puerta, 2005, p.2).

Despulpado. Debe realizar entre las tres primeras horas después de cosechado la café cereza. Para Puerta (2005), el retraso en “el despulpado de café por más de seis horas, afecta la bebida y puede generar un defecto conocido como fermento” (p.3). Una vez se ha obtenido el café despulpado, es recomendable realizar una clasificación por tamaño. Por lo general los caficultores utilizan zarandas las cuales son instaladas a la salida de la despulpadora con el objetivo de separar la pulpa, los granos no despulados, frutos verdes, y algunos elementos extraños que llegan con el café recolectado.

Es muy importante realizar la calibración de las maquinas utilizadas para despulpar la fruta de café, ya que el óptimo funcionamiento de este equipo, ya que cualquier desperfecto en calibración origina granos mordidos, cortados o pelados, además, de afectar la calidad final de la taza, representando perdidas económicas al productor.

Fermentación. “El mucilago o baba del café es el coloide que recubre el grano despulpado, para removerse existen dos métodos básicos que son: fermentación natural y la remoción mecánica o desmucilaginado” (Cárdenas y Pardo, 2014, p.21).

Fermentación natural del café. “Es la vía biológica natural para producir el desprendimiento del mucilago del café despulpado, mediante la reacción química de algunos de los compuestos que lo constituyen. Este desprendimiento del mucilago es producido por los microorganismos” (Cárdenas y Pardo, 2014, p.21).

Puerta (2012), nos indica que “la fermentación adecuada del mucilago es de tipo latico y va acompañado de un ligero aumento de temperatura. Se presenta durante las primeras horas de fermentación la cual se ve favorecida cuando no está cubierta la masa de café con agua” (p.3)

La fermentación se ve afectada por factores como el grado de madurez del grado, la hora de inicio, hora final del proceso, el volumen de café a procesar, la temperatura de la masa del café, la temperatura del ambiente y el diseño de los tanques. El tiempo de fermentación puede tardar de 12 a 18 horas dependiendo de la altura sobre el nivel del mar, cuando ocurre sobrefermentación afecta la calidad del café en taza (Puerta, 2012, p.3).

Lavado de café: una práctica muy común es utilizar los mismos tanques de fermentación para simultáneamente lavar y clasificar en ellos; consiste en cubrir con agua la masa de café y remover vigorosamente, 3 a 4 veces. Otra práctica común son los canales de correteo que consiste en agitar el café por canales que varían entre 0,3 metros de ancho por longitudes entre 10 y 40 metros, mediante la combinación de compuertas y considerables canales de agua. La desventaja de esta práctica es el alto consumo de agua (Cárdenas y Pardo, 2014, p.23).

Remoción mecánica de mucilago. El desmucilaginado mecánico consiste en agitar fuertemente una masa de café despulpado con un equipo que gira a 870 vueltas por

minuto. Los líquidos, el mucilago, el agua adicionada, las partículas provenientes de la pulpa presentes en el café, restos de granos y otras impurezas son expulsados por las perforaciones que trae el equipo (Rodríguez, et al., 2015, p.16).

“Los procesos que se realizan simultáneamente son: despulpado del café, sin agua, transporte del café en baba por gravedad, lavado y limpieza del café en el desmucilagador, mezcla y transporte de la pulpa y el mucilago por un tornillo sin fin” (Cárdenas y Pardo, 2014, p.23).

Secado. “Es la reducción del contenido de agua del grano de café pergamino húmedo o lavado, que tiene una humedad de 53% en base húmeda (b.h.) hasta 10%- 12% b.h.” (Cárdenas y Pardo, 2014, p.23), con el objetivo de mantener las características de calidad, disminuyendo inconveniente debido al deterioro y a través de la disminución de la humedad relativa del aire a través del aumento de la temperatura del aire. Los métodos para obtener café pergamino seco son secado solar y secado mecánico

Secado solar. “Este secado se ha practicado desde el mismo momento en que se inició la producción de café, y hoy se realiza casi del mismo modo” (Cárdenas y Pardo, 2014, p.23). En términos generales, para el secado al sol se emplean estructuras sencillas con materiales disponibles en la finca y en la región. Lo cual se constituye en las mejores alternativas para fincas con producciones anuales que no superan las 30 arrobas de café seco pergamino al año.

Secado mecánico. Es recomendable en fincas cuyas producciones superan a las mil arrobas de café pergamino seco. (Cárdenas y Pardo, 2014, p.23).

1.2.10 Manejo de residuos y agentes contaminantes (reciclaje y reutilización).

Los subproductos pueden emplearse como fertilizantes, coberturas orgánicas y fuentes de energía.

“Todos los residuos o posibles fuentes de contaminación generados durante la producción de café como, aguas negras y grises, combustibles y lubricantes, excesos de fertilizantes y humo del tubo de escape de los silos entre otros debe clasificarse y registrarse” (Puerta, 2005, p.3)

1.2.11 Bienestar laboral. “Es necesario realizar reuniones de intercambio entre el administrador de la finca y los empleados para tratar temas relacionados con la preocupación de los trabajadores acerca de la salud, la seguridad y el bienestar laboral.” (Puerta, 2005, p.4)

1.2.12 Medioambiente. El caficultor debe comprender y evaluar el impacto medioambiental que causan las actividades de su explotación.

“El caficultor debe participar en iniciativas y acciones tendientes a la protección de los recursos naturales, así mismo debe demostrar esta participación ante el grupo que coordine las actividades de manejo medioambiental” (Puerta, 2005, p.3).

2. METODOLOGÍA

2.1 SOCIALIZACIÓN AGENDA CAFETERA

Con el objetivo de apoyar los procesos de calidad de la caficultura, se crea agenda cafetera.

Agenda Cafetera es una aplicación móvil que ayuda a mejorar el proceso productivo del café, desde la floración, hasta la cosecha, la cual incluye análisis de broca y roya, pronóstico de cosecha, control de arvenses, aplicación de enmiendas, riego.

A través de la Corporación Parque Tecnológico del Café y su Caficultura TECNICAFFÈ, Se trabajó la socialización del aplicativo AGENDA CAFETERA, la población caficultora de las diferentes zonas del departamento y del país.

La socialización se realiza mediante el método de socialización grupal, con los cuales se trabaja la descarga del aplicativo y posterior se realiza el suministro de la información que requiere el aplicativo para su operatividad.

1º descarga del aplicativo.

Figura 3. Aplicativo agenda cafetera



Fuente: app. Agenda cafetera

1º paso: Perfil. Información del usuario.

Información básica del usuario la cual lo identifica y le permite tener acceso a el aplicativo a través de diferentes dispositivos.

Figura 4. Creación de perfil de usuario

Fuente: app. Agenda cafetera

2° paso: caracterización del cultivo, fincas, lotes.

Esta opción permite guardar la información de la o las fincas, con datos básicos como: ubicación (departamento, municipio, vereda), número de hectáreas en la finca, y el número de hectáreas que están sembradas con cultivo de café, la altura sobre el nivel del mar.

Figura 5. Creación de la finca

Fuente: app. Agenda cafetera

Figura 6. Visualización de la información de la finca

Fuente: app. Agenda cafetera

Figura 7. Creacion de lotes

Fuente: app. Agenda cafetera

Figura 8. Fecha de floracion

Fuente: app. Agenda cafetera

Una vez creada la finca se procede a guardar la informacion de los lotes que existen en la finca: numero de lotes, fecha de renovacion, fecha de floracion, variedad de café.

En el momento de la creacion de los lotes y agregada la fecha de la ultima floracion el aplicativo genera automaticamente las actividades pendientes para cada lote ademas de llevar el porcentaje de actividades que se van realizando.

Figura 9. Finca creada



Fuente: app. Agenda cafetera

Figura 10. Informacion de lotes y numero de actividades



Fuente: app. Agenda cafetera

3° paso. Programacion de actividades.

Son las labores culturales que se realizan a lo largo del año, funciona como un sistema de alerta que le indica al caficultor que debe hacer y en que momento.

Figura 11. Actividades



Figura 12. Sección de actividades

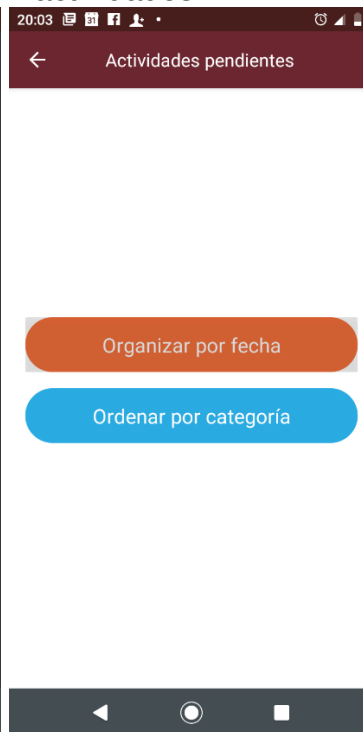


Figura 13. Actividades Agenda Cafetera



Fuente: app. Agenda cafetera

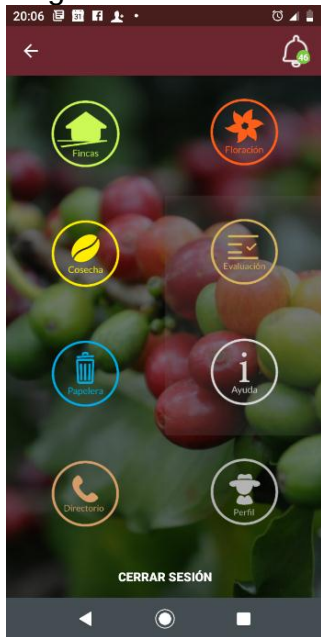
Son las labores culturales que se realizan a lo largo del año, funciona como un sistema de alerta que le indica al caficultor que debe hacer y en que momento.

Figura 13. Pagina principal



Fuente: app. Agenda cafetera

Figura 14. Herramientas



Fuente: app. Agenda cafetera

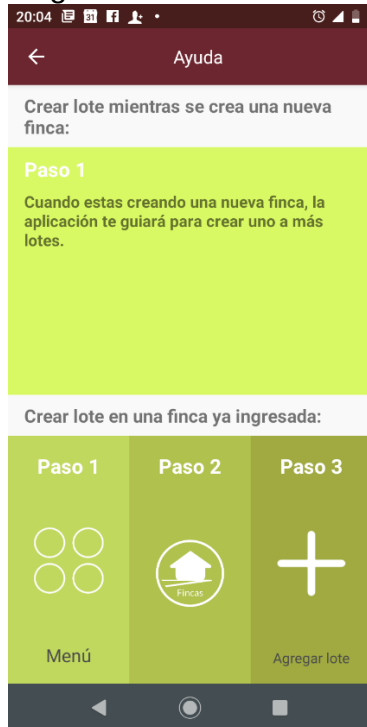
Figura 15. Evaluación



Figura 16. Guía de uso

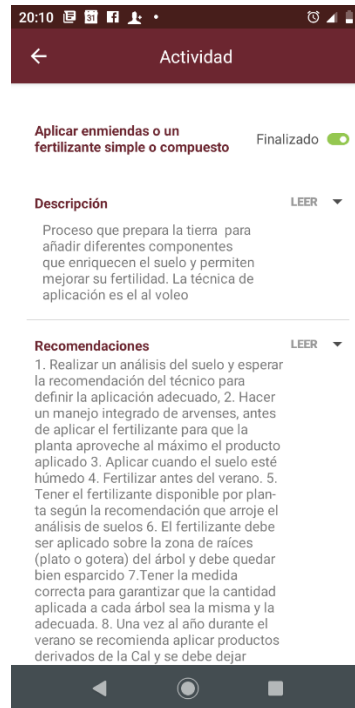


Figura 17. Guia de uso una finca



Fuente: app. Agenda cafetera

Figura 18. Actividades, recomendaciones



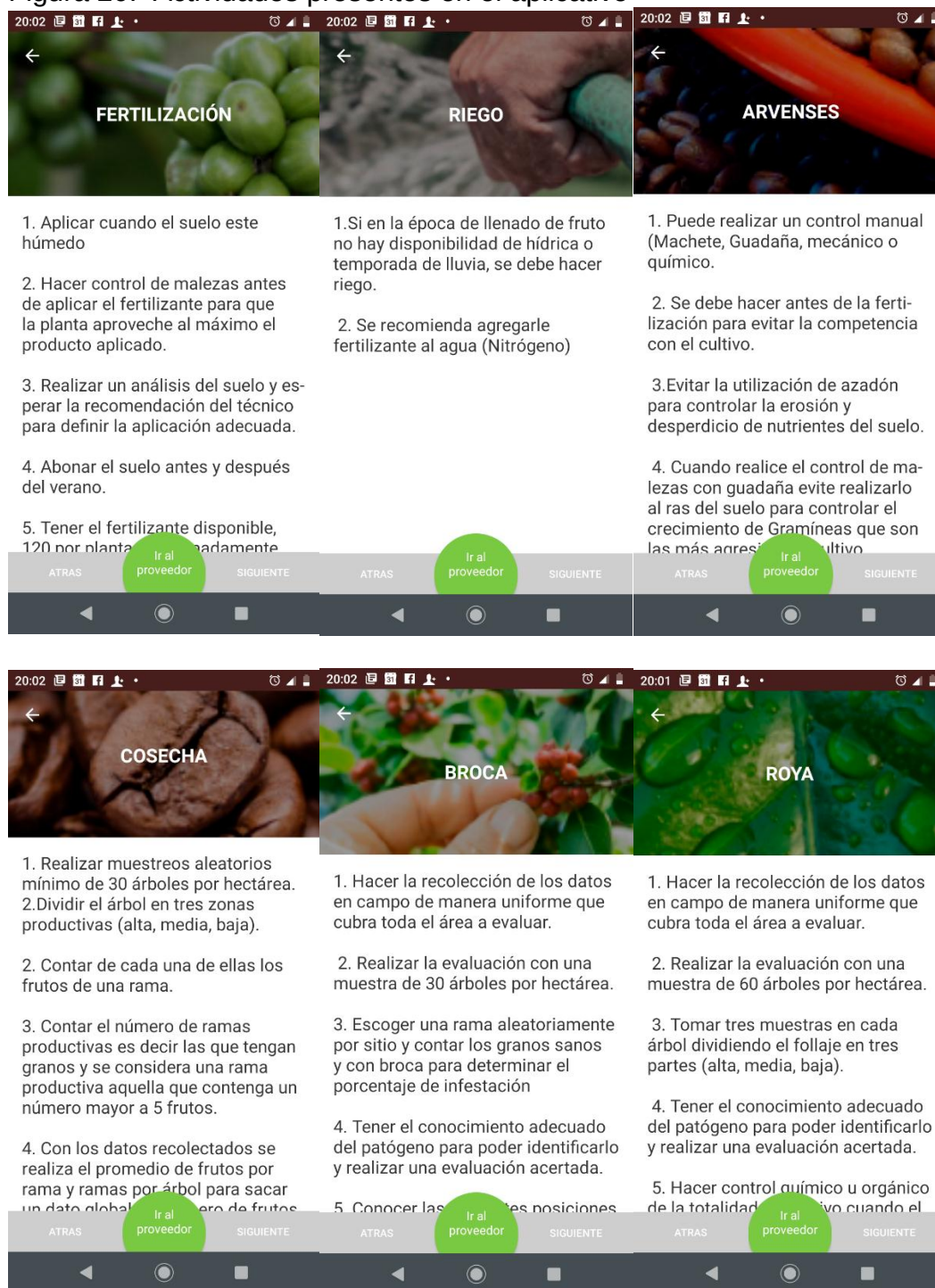
Fuente: app. Agenda cafetera

Figura 19. Soporte técnico



Fuente: app. Agenda cafetera

Figura 20. Actividades presentes en el aplicativo



Fuente: app. Agenda cafetera

2.2 ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO GRUPO DE INVESTIGACIÓN OPTIAGRO

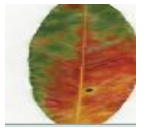
El grupo de investigación de ingeniería física busca desarrollar un sistema que permita realizar la clasificación de las deficiencias nutricionales que puedan identificarse a través de las hojas de la planta del café mediante procesamiento digital de imágenes.

Las deficiencias nutricionales se presentan cuando el suelo no cuenta con la cantidad necesaria de nutrientes que requiere la planta. Cuando alguno de estos nutrientes escasea, ocurren variaciones que se manifiestan como alteraciones en el color o forma de las hojas y en el desarrollo de la planta.

Durante el acompañamiento técnico al equipo investigador de ingeniería física se desarrolló un plan con el cual se buscó cumplir con los objetivos planteados para el desarrollo del prototipo de Identificación de Deficiencias Nutricionales. Primero se elabora un esquema de las deficiencias nutricionales con sus respectivas características en la hoja del café. Forma, color, tamaño.

Definir las características que permiten identificar cada una de las deficiencias nutricionales de las plantas de café en la empresa SUPRACAFÉ en asociación con el Parque Tecnológico de Innovación TECNICAFÉ.

Tabla 6. Deficiencias nutricionales expresadas en las hojas del cafeto.

Elemento			Características	
Macronutrientes	Nitrógeno	N	Clorosis o amarillamiento uniforme de las hojas más viejas, senescencia prematura y posterior defoliación en las ramas productivas.	
	Potasio	K	Necrosis en las puntas y bordes de las hojas más viejas, defoliación en casos severos.	
	Fosforo	P	Amarillamiento des uniforme en las hojas más viejas, acompañado de unas manchas rojizas, defoliación en casos severos.	
	Magnesio	Mg	Clorosis intervenal de las hojas más viejas, defoliación en las ramas productivas.	

Elemento			Características	
Micronutrientes	Calcio	Ca	Clorosis en los bordes de las hojas más nuevas.	
	Azufre	S	Clorosis des uniforme de las hojas más nuevas.	
	Boro	B	Manchas de color café en los brotes, (hojas nuevas). Muerte de las yemas terminales y aparición de nuevos brotes, hojas más viejas de color verde aceituna, que se extiende desde el ápice hacia la base en forma de v invertida, tejido corchoso en la venas de las hojas más vieja	
	Hierro	Fe	hojas nuevas de color amarillo hasta verde pálido con nervaduras verde	
	Manganeso	Mn	hojas nuevas más grandes de lo normal, de color verde claro uniforme y las nervaduras de color verde más oscuro	
	Zinc	Zn	hojas nuevas más pequeñas , lanceoladas y cloróticas, entrenudos cortos	

Fuente: FNC - Tomo 2, 2013, p.93

Las plantas de café necesitan un total de 16 elementos esenciales para su debida nutrición, de los cuales tres de ellos (carbono (C), oxígeno (O) e hidrógeno (H)) son absorbidos naturalmente, los trece restantes son absorbidos a través del suelo. De acuerdo a la cantidad de nutrientes que necesitan absorber las plantas, estos se clasifican en dos grupos; elementos mayores (macronutrientes) y elementos menores (micronutrientes).

El siguiente paso es realizar la ubicación de lotes de café variedad castillo los cuales cuenta con una edad de 33 meses, con una fertilización que se realizó el mes de octubre de 2018.

Realizar la recolección de las hojas de los árboles de café que presentan deficiencias nutricionales. Las cuales se deben buscar en los árboles que presentan estas deficiencias.

Clasificación de las hojas según la deficiencia que presentan; posteriormente se realiza el procesamiento de imágenes.

Se tomó como objetivo de estudio las deficiencias de: Nitrógeno (N), Fosforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), pertenecientes al grupo de los macronutrientes, y Boro (B), Hierro(Fe), Manganeso (Mn) y Zinc (Zn), pertenecientes al grupo de los micronutrientes.

3. RESULTADOS

3.1 SOCIALIZACIÓN AGENDA CAFETERA

Pensando en esto, son varios los emprendedores colombianos que han desarrollado estrategias (a través del uso de smartphones, internet y mensajes de texto) para que el campo sea más productivo.

Desde la dirección de Transformación Digital del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [MinTIC], se ha apoyado y fomentado el desarrollo de proyectos TI, como software y aplicaciones, encaminados a solucionar problemáticas propias del sector agrocolombiano.

Agenda Cafetera fue creada en el año 2017 como una herramienta tecnológica que estuviera al alcance de la población caficultora.

El aplicativo Agenda Cafetera es producto de la búsqueda de soluciones que le permita al sector de la caficultura obtener mejores resultados en la producción de café.

Durante los tres últimos meses del año 2018 y los primeros meses de 2019 se realizó la socialización del aplicativo Agenda Cafetera, con el fin de validar la herramienta tecnológica diseñada para el sector.

Fueron alrededor de 983 personas las cuales participaron en las jornadas de socialización. Comunidades caficultoras, asociaciones, colegios y algunas instituciones de educación superior fueron partícipes en el proceso de manejo de esta herramienta tecnológica.

Figura 21. Socializaciones del aplicativo Agenda Cafetera a estudiantes de ingeniería electrónica de la Universidad COMFACAUCA



Fuente: propia del estudio

Mensualmente TECNICAfé es visitado por la población caficultura que busca conocer las practicas que le permitan obtener cafés de calidad, lo que permite que se lleven a cabo procesos de socialización grupal para dar a conocer las diferentes experiencias y avances en el sector.

La población caficultura que visita TECNICAfé permite validar el aplicativo si es de fácil acceso, si esta difiere de la realidad del sector o por el contrario si aporta las herramientas necesarias para que el caficultor pueda contar con un asistente de tiempo completo.

Figura 22. Socializaciones agenda cafetera



Fuente: propia del estudio

Jornadas de socialización del aplicativo AGENDA CAFETERA

Tabla 7. Socialización del mes de octubre de 2018

Fecha	Departamento	Procedencia	Entidad	Total visita
2 de octubre de 2018	Cauca	Popayán	UNICOMFACAUC A	21
8 de octubre de 2018	Cauca	Inza	ASOPET	36
4 de octubre de 2018	Cauca	Inza	colegio San José	15
12 de octubre de 2018	Cauca	Cajibío	CAFEBIO	24
17 de octubre de 2018	Cauca	Corinto	FAO	22
19 de octubre de 2018	Cauca	Cajibío	ASOCAGROP	20
24 de octubre de 2018	Cauca	Popayán	UNIAUTONOMA	18
22 de octubre de 2018	Cauca	Caldono	caficultores	18
25 de octubre de 2018	Cauca		comité de cafeteros	14
25 de octubre de 2018	Cauca	La Vega	caficultores	34
total visitantes mes				222

Tabla 8. Socialización del mes de noviembre de 2019

Fecha	Departamento	Procedencia	Entidad	Total visita
2 de noviembre de 2018	Cauca	Cajibío	caficultores	24
8 de noviembre de 2018	Cauca		Santa Rosa	17
8 de noviembre de 2018	Cauca	El Tambo	San Joaquín	30
10 de noviembre de 2018	Cauca	Popayán	UNICOMFACAUCA	32
6 de noviembre de 2018	Cauca	Popayán	SENA	17
21 de noviembre de 2018	Cauca	El Tambo	caficultores	14
22 de noviembre de 2018	Cauca	El Tambo	caficultores	14
20 de noviembre de 2018	Cauca	El Tambo	caficultores	16
total visitantes mes				164

Fuente: propia del estudio

Tabla 9. Socialización mes de diciembre de 2019

Fecha	Departamento	Procedencia	Entidad	Total visita
1 de diciembre de 2018	Cauca	Unicauca	Maestría en Electrónica	8
14 de diciembre de 2018	Cauca	El Tambo	caficultores	25
15 de diciembre de 2018	Cauca	Piendamó	caficultores	44
21 de diciembre de 2018	Nariño	La Unión	caficultores	16
total visitantes mes				93

Fuente: propia del estudio

Tabla 10. Socialización mes de enero de 2019

Fecha	Departamento	Procedencia	Entidad	Total visita
11 de enero de 2019	Cauca	Cajibío	caficultores	29
17 de enero de 2019	Caldas	Anserma	caficultores	31
17 de enero de 2019	Cauca	Toribio	caficultores	17
26 de enero de 2019	Cauca	Cajibío	CAFEBIO	23
total visitantes mes				100

Fuente: propia del estudio

Tabla 11. Socialización mes de febrero de 2019

Fecha	Departamento	Procedencia	Entidad	Total visita
1 de febrero de 2019	Cauca	Cajibío	AGROPAZCAFE	21
2 de febrero de 2019	Cauca	Popayán	SENA	19
4 de febrero de 2019	Cauca	Morales	caficultores	19
10 de febrero de 2019	Cauca	Cajibío	caficultores	38
total visitantes mes				97

Fuente: propia del estudio

Tabla 12. Socialización mes de marzo

Fecha	Departamento	Procedencia	Entidad	Total visita
2 de marzo de 2019	Cauca	Inza	caficultores	15
4 de marzo de 2019	Cauca	Totoro	Comité de Cafeteros	16
7 de marzo de 2019	Cauca	Corinto	caficultores	23
19 de marzo de 2019	Cauca	Cajibío	AFAPROA	14
6 de marzo de 2019	Cauca	Popayán	La Rejoya	53
20 de marzo de 2019	Cauca	Popayán	La Rejoya	34
27 de marzo de 2019	Cauca	Piendamó		13
total visitantes mes				168

Fuente: propia del estudio

Tabla 13. Socialización mes de abril de 2019

Fecha	Departamento	Procedencia	Entidad	Total visita
23 de abril de 2019	Cauca		Colegio Maestra Vida	14
24 de abril de 2019	Cauca	Suarez		35
total visitantes mes				49

Fuente: propia del estudio

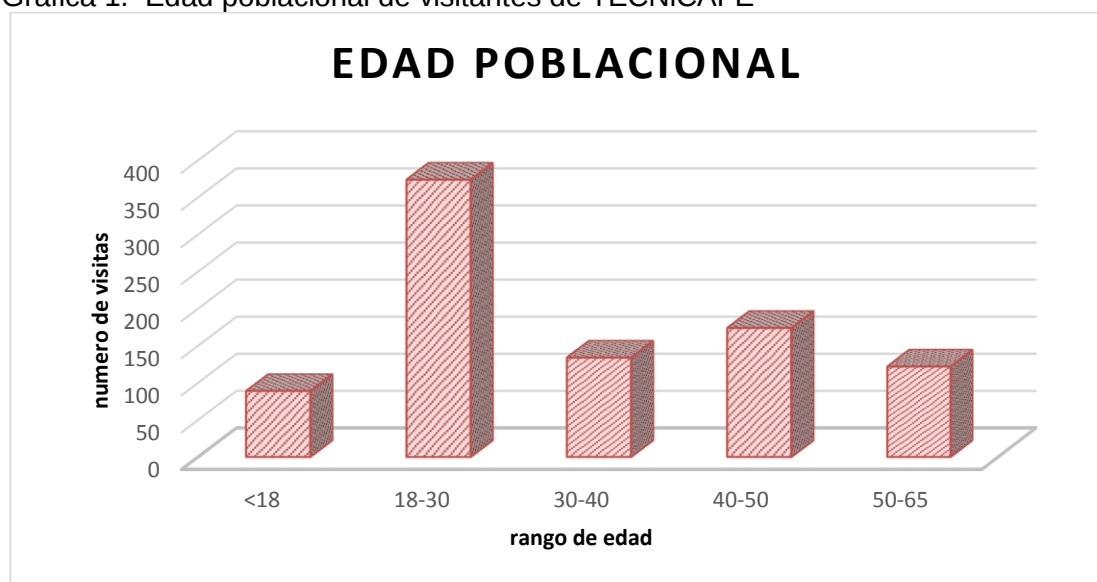
Según cifras del último Censo Nacional Agropecuario, realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane), 83,5% no recibe ningún tipo de asistencia técnica.

Estas cifras evidencian la necesidad que tiene el campo de generar estrategias tecnológicas que puedan hacer la actividad agropecuaria mucho más productiva.

En Colombia la edad promedio de la población caficultora esta alrededor de los 57 años de edad, lo que representa una problemática social para el sector, debido a que población en edad juvenil abandona el sector rural buscando oportunidades de educación y estabilidad laboral en las zonas urbanas.

En las diferentes jornadas de socialización desarrolladas se logró identificar que el promedio de la población que visita TECNICA FÉ son jóvenes de zonas rurales de algún modo vinculado con el sector, estos espacios generados son de gran importancia para el relevo generacional, ya que a los jóvenes se le ofrece una herramienta de fácil acceso para el manejo del cultivo, en segundo lugar le permite tener una mirada más amplia del sector, y tercero permite que a partir de las dinámicas de innovación generadas sea ellos los futuros desarrolladores de herramientas que le permitan mayores avances al sector.

Gráfica 1. Edad poblacional de visitantes de TECNICAfé

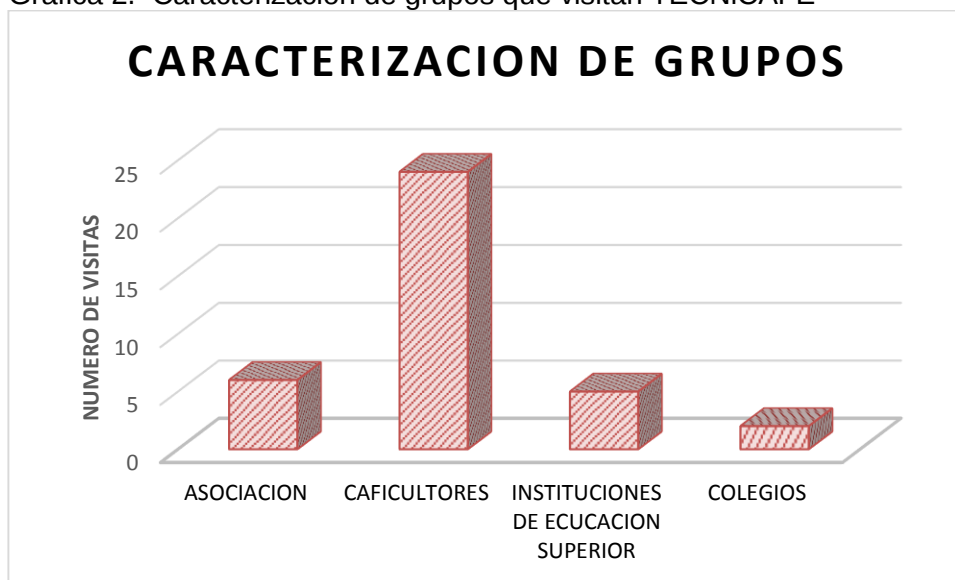


Fuente: propia del estudio

La población del sector cafetero es bastante diversa está conformada por grupos familiares que cumple diversas funciones en la finca cafetera desde la mujer, los niños y el caficultor, lo cual merece que todos puedan tener la posibilidad que desde sus capacidades puedan aportar a la rentabilidad de la empresa, y la variada población que visita el TECNICAfé permite que podamos a través de la socialización del aplicativo aportar desde los espacios más pequeños a que una población pueda conocer de lo que se viene implementando para mejorar la rentabilidad de las familias caficultoras.

Grupos de caficultores asociados locales y regionales han sido los partícipes en las jornadas de socialización, tal es el caso de Asociación de Productores Agropecuarios de Cajibío [ASOCAGROP], Asociación de Familias Productoras Agropecuarios [AFAPROA], Asociación de Productora de Café de Cajibío [CAFEBIO], Asociación de Productores Agropecuarios por la Paz de Cajibío [AGROPAZCAFE] y Asociación de Productos Ecológicos [ASOPET], instituciones de educación superior como el SENA, Universidad de Comfacaucá, Universidad del Cauca, Corporación Universitaria Autónoma del Cauca y los productores del municipio del departamento han logrado conocer las herramientas desarrolladas y aportar la validación y en las mejoras del aplicativo.

Gráfica 2. Caracterización de grupos que visitan TECNICAfé



Fuente: propia del estudio

El Ministerio TIC, a través de la Dirección de Gobierno en Línea se asoció con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y el DANE para el desarrollo de estas dos aplicaciones que ofrecen soporte tecnológico al sector agropecuario.

Las aplicaciones ofrecen información fundamental, para la toma de decisiones de los ciudadanos, en particular para quienes trabajan con el sector agropecuario.

Agroprecios es una aplicación que permite a cualquier ciudadano consultar el precio de productos en diferentes mercados mayoristas. La otra app es Agroclima, que brinda datos sobre el comportamiento del clima por zonas del país.

A través de estas aplicaciones, el Ministerio TIC le apuesta a la construcción de un país moderno para los agricultores, mediante el uso de nuevas tecnologías que les permitan identificar oportunidades de negocio.

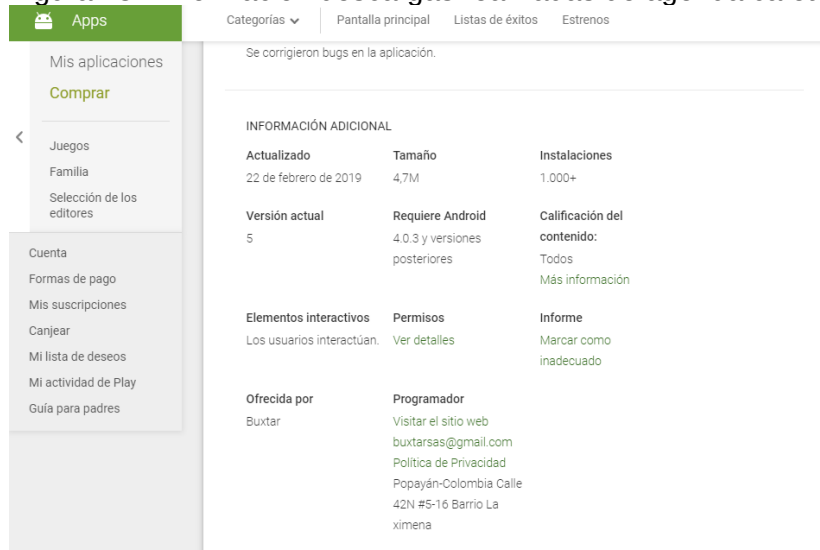
Estas aplicaciones se unen a otra iniciativa del Min TIC relacionadas con el agro: la red de información y comunicación del sector agropecuario AgroNET, que integra la oferta de información para satisfacer las demandas sectoriales a través de la divulgación de información en línea, y que ha sido galardonada como el mejor aplicativo móvil para trámites de Gobierno en el año 2012.

La rentabilidad cafetera es eje central de la sostenibilidad de la caficultura colombiana. Para garantizarla se requieren: i) acciones de mejoramiento que permitan una gestión más eficiente de los insumos y de la mano de obra, así como el desarrollo de nuevas tecnologías; y ii) reformas transversales que permitan reducir los costos de producción, resumidos en el vector que hemos llamado “Costo

Colombia” (sobrecostos de transporte, laborales, energéticos y logísticos) (La Republica, enero,2018).

Colombia, el tercer productor mundial después de Brasil y Vietnam, proyecta una producción de al menos 14 millones de sacos, desde los 13,6 millones de sacos en 2018. (Portafolio.co, junio,2018).

Figura 23. Información descargas realizadas de agenda cafetera



Fuente: app. Agenda cafetera

3.2 ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO OPTIAGRO

El diseño de un sistema que diferencie deficiencias nutricionales en el café a partir de captura de imágenes permite contar con una herramienta de apoyo en el momento de tomar decisiones sobre alguna afectación del cultivo.

El desarrollo de la herramienta de apoyo planteada por estudiantes del grupo de investigación en Óptica y Laser (GOL) de la Universidad del Cauca; se fundamenta en el procesamiento de imágenes. Los cuales proponen el uso una solución conformada por registros de imágenes, compuesto por una cámara de iluminación controlada y una cámara fotográfica, además del software de procesamiento, extracción y clasificación de las hojas de café.

De las 13 deficiencias existentes, 10 de ellas se presentan de manera relevante en la hacienda SUPRACAFE COLOMBIA SA. y cuentan con características visuales diferenciabiles.

El sistema de clasificación de deficiencias nutricionales en plantas de café, puede contribuir a mejorar la asistencia técnica al caficultor, aumentando el porcentaje de detección automática de deficiencias nutricionales

Figura 24. Deficiencia de nitrógeno N

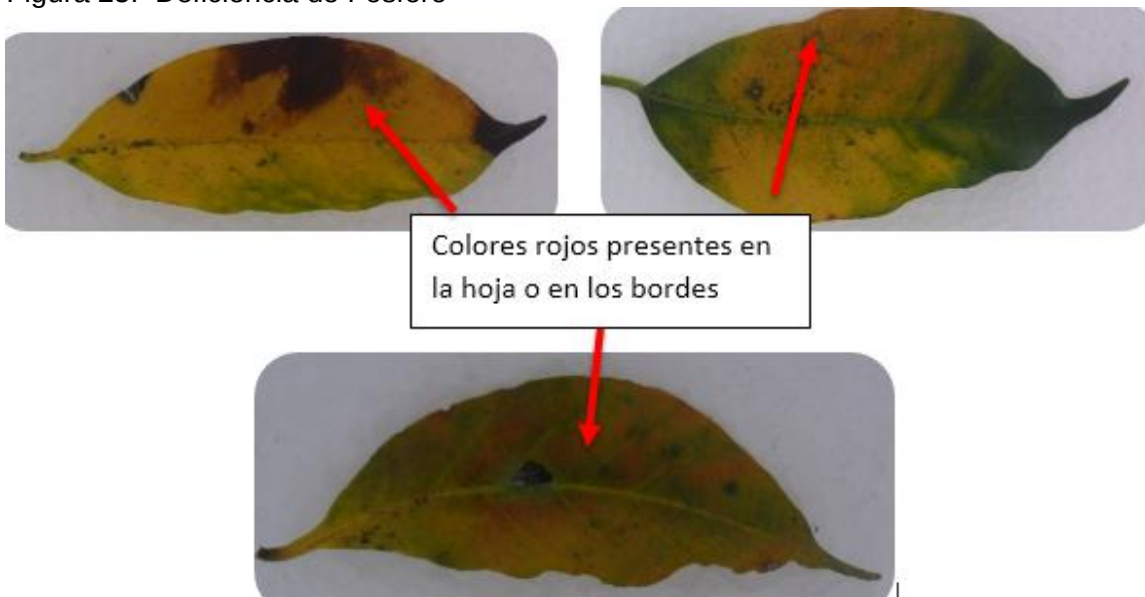


Fuente: propia del estudio

Las deficiencias de nitrógeno se presentan cuando hay deficiencia de nitrógeno en el suelo, consecuencia de los bajos contenidos de materia orgánica, por la baja mineralización de la materia orgánica en respuesta de la acidez del suelo o bajas temperaturas o aplicaciones de fertilizantes nitrogenados en épocas inadecuadas (principalmente en época seca)

Altas pérdidas de N por lixiviación, especialmente en suelos arenosos y periodos lluviosos.

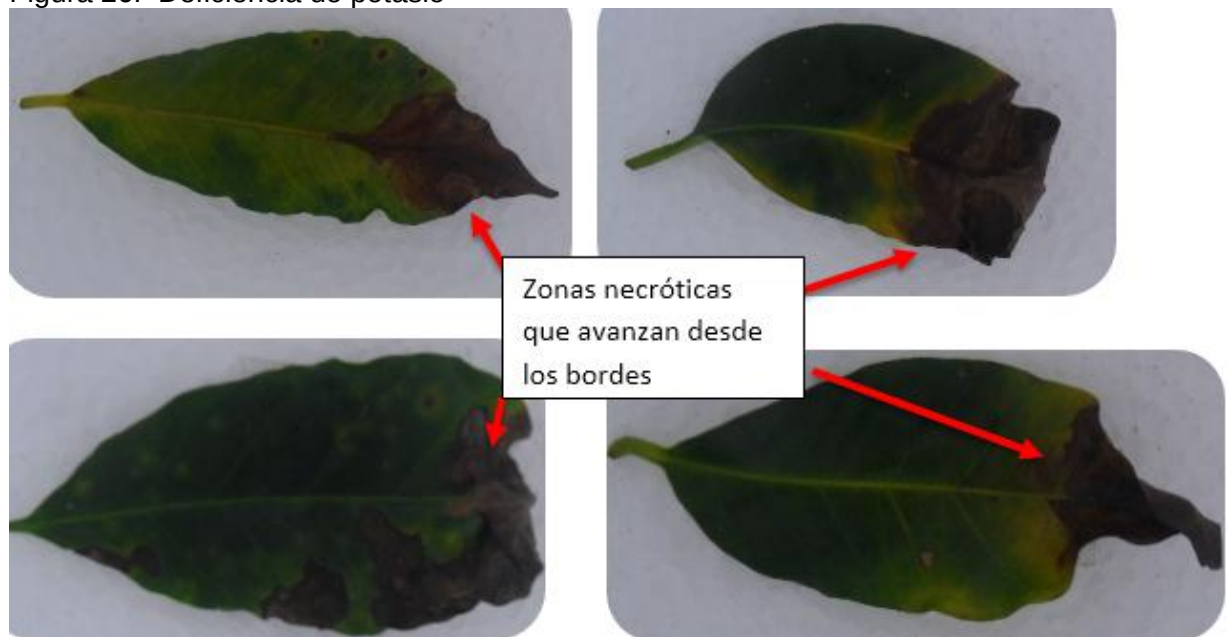
Figura 25. Deficiencia de Fosforo



Fuente: propia del estudio

La deficiencia de P está relacionada con bajos contenidos de p en el suelo, Suelos ácidos con altos contenidos de hierro y aluminio, Suelos con alta capacidad para fijar p (principalmente los derivados de cenizas volcánicas), Planes de fertilización deficientes en fosforo, Baja asociación con micorrizas, también se presenta cuando el desarrollo radical deficiente o daño por plagas o enfermedades.

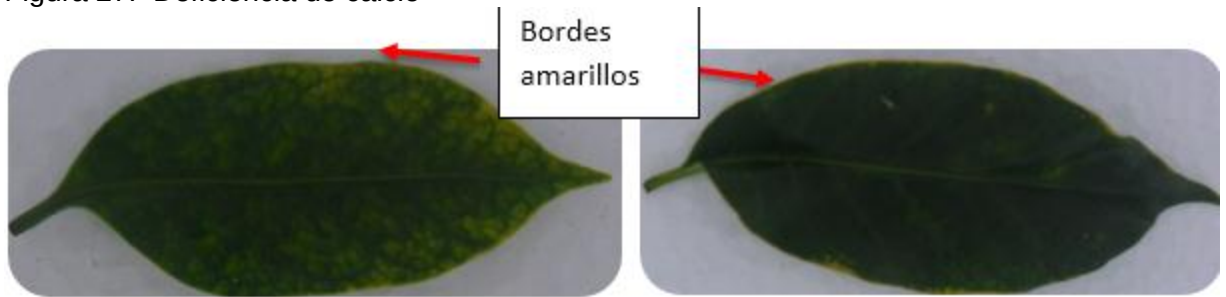
Figura 26. Deficiencia de potasio



Fuente: propia del estudio

Se debe básicamente a bajos niveles de potasio en el suelo, debido a desbalances con respecto a Ca y Mg, también los planes de fertilización de potasio pueden ser deficientes, la acidez del suelo también influye en la asimilación por parte de la planta. Una de las razones que ocasiona la debida nutrición de este elemento puede darse por daños en el sistema radical a causa de plagas o enfermedades.

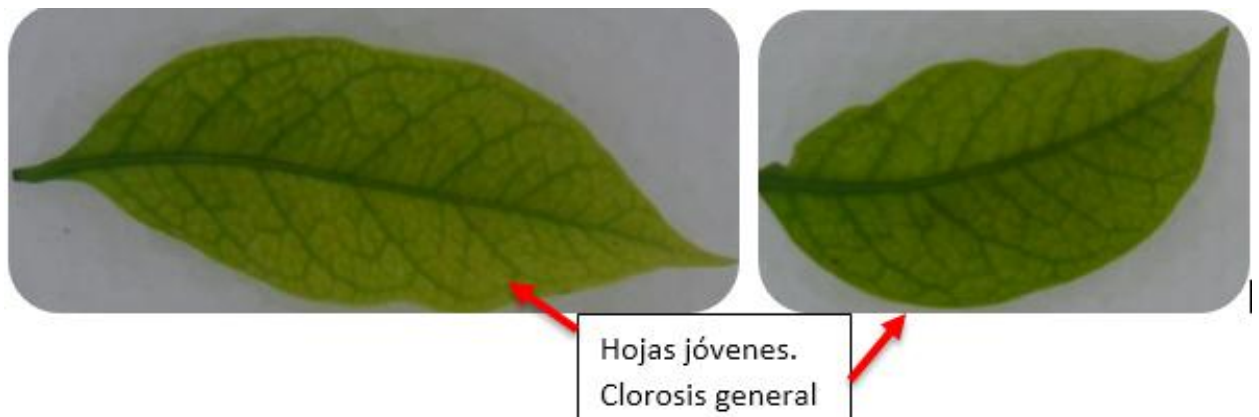
Figura 27. Deficiencia de calcio



Fuente: propia del estudio

Baja capacidad de intercambio catiónico- CIC del suelo
Niveles muy bajos de Ca en el suelo
Condiciones de fuerte acidez
Déficit hídrico prolongado, particularmente en suelos arenosos

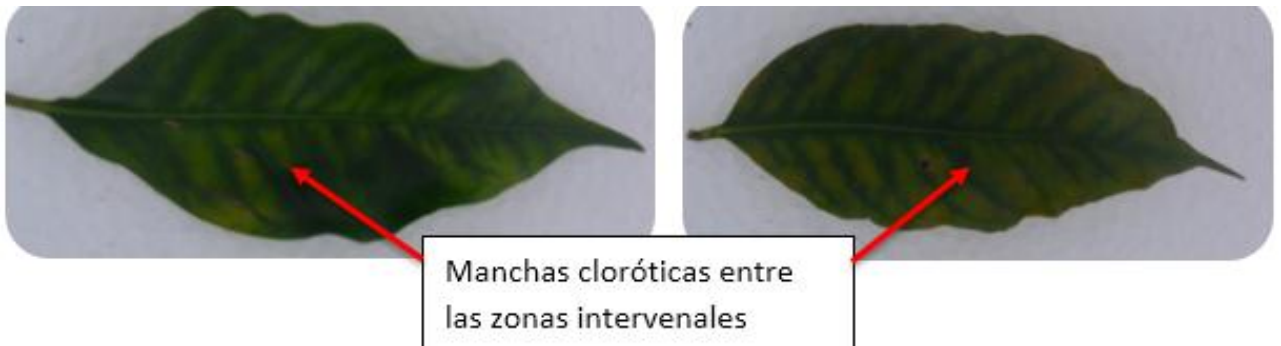
Figura 28. Deficiencia de azufre



Fuente: propia del estudio

Siendo en azufre un elemento de poca movilidad en la planta, las deficiencias de este elemento se dan en las hojas nuevas, y representa cuando la mineralización de la materia orgánica es baja, cuando existen problemas de aireación en el suelo o planes de fertilización con ausencia de azufre

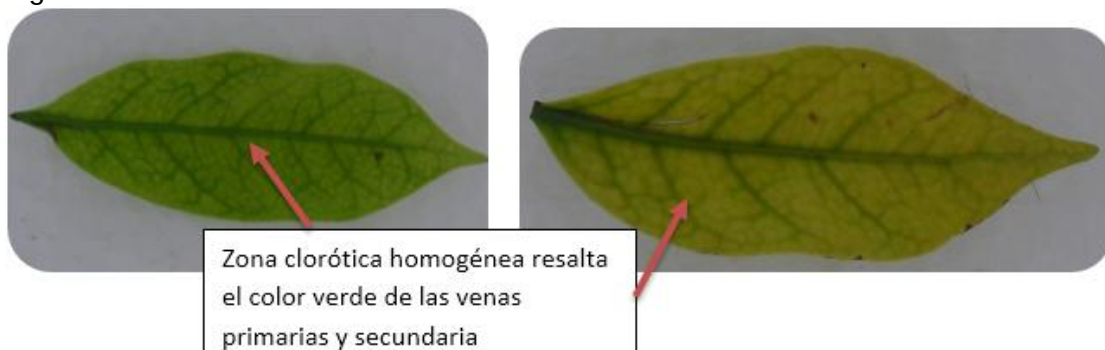
Figura 29. Deficiencia de magnesio



Fuente: autor 2018.

El suministro de altas dosis de potasio limita la asimilación de este elemento, también se puede presentar por un desbalance con respecto a K y Ca, la corrección de acidez en algunas ocasiones afecta debido a que el uso de fuentes de encalamamiento no contienen Mg

Figura 30. Deficiencia de hierro



Fuente: propia del estudio

Suelos con pH cercanos a 7.0

Exceso de agua y pobre aireación
Aplicación de dosis altas de cal
Aplicación de glifosato para el control de arvenses

son diversos los factores que limita la asimilación de nutrientes por parte de la planta, debido a los suelos de la zona con alto grado de acidez, las variables climáticas y el uso reducido de la práctica de análisis de suelos, es común que se presente afectaciones en las plantas por deficiencia nutricional.

Las características más relevantes para la determinación de la deficiencia nutricional en una planta de café, son forma, color y textura, las cuales se presentan en condiciones que van de niveles bajos a niveles extremos que se presenta con caída de hojas, y temporadas de estrés del árbol, dadas por condiciones climáticas extremas.

En algunas deficiencias como azufre, Hierro, y Manganeso, se logra identificar como resaltan o afecta las zonas intervenales de las hojas.

En Calcio y Nitrógenos se presenta niveles de clorosis, y en otras como manganeso y boro y potación se modifica la forma de las hojas ya sea presentando necrosis, arrugamiento, o textura acartonada.

Los resultados obtenidos se presentaron en situaciones reales en cultivos de café pertenecientes a la hacienda SUPRACAFÉ.

4. CONCLUSIONES

Como resultado del trabajo realizado en el Parque Tecnológico de Innovación del Café y su Caficultura, TECNICAfé, que tenía como objetivo la socialización del aplicativo Agenda Cafetera y el acompañamiento en el diseño de un prototipo para determinación de deficiencias nutricionales en el café, para caficultores del proyecto clúster de innovación social y productivo de la meseta de Popayán en el Departamento del Cauca, se obtienen las siguientes conclusiones.

Se logró identificar que los espacios generados alrededor de comunidades empresa y academia facilitan los procesos de agregación de valor a un producto como el café.

La oportunidad de tener espacios para que los jóvenes desarrollen y validen sus proyectos investigativos, con el acompañamiento técnico necesario, es una de las estrategias que le permite al sector agropecuario contar con población joven.

El escaso acompañamiento con el que cuentan los caficultores representa un limitante de valor agregado, no hace referencia a que deba existir un individuo constantemente con el caficultor guiándolo, pero si herramientas que le faciliten el manejo de los procesos, de la empresa cafetera, en el momento oportuno.

Siendo la región del Cauca una zona estratégica para la producción de cafés de calidad, el caficultor debe contar con herramientas que permitan controlar la máxima cantidad de factores que intervienen en la obtención un producto de calidad.

Se logra determinar que el uso de herramientas tecnológicas diseñadas para el agro, de fácil acceso entendimiento y manejo, le permite al caficultor aprovechar el potencial que tienen los aplicativos móviles.

La posibilidad de manejar registros de las actividades que se realizan en el cultivo le da la capacidad al caficultor de tomar decisiones. Programar sus actividades, tener información de afectación de plagas, enfermedades, son, por ejemplo, eventos importantes para determinar los costos que asumirá el producto final.

La población joven y en especial quienes hacen parte de procesos productivos muestran gran interés en el desarrollo de tecnologías, y las que permitan medir las etapas de proceso de obtención de cafés de calidad.

Es necesario que toda la población caficultora, este, o no organizada, puedan contar con las mismas herramientas tecnológicas, que le permitan obtener productos de calidad y aumentar la rentabilidad de sus fincas cafetera.

5. RECOMENDACIONES

Generar espacios donde los grupos emprendedores de la región puedan desarrollar estrategias que permitan aportarle no solo al sector de la caficultura sino de todo el sector agropecuario.

La validación de herramientas tecnológicas diseñadas para el sector agropecuario, con la comunidad beneficiaria permite que los desarrollos tecnológicos puedan cumplir con las expectativas de la comunidad.

Se recomienda articular constante del sector agropecuario, la academia y la empresa ya que el ejercicio genera dinámicas de desarrollo e innovación para el sector, impactando positivamente la economía de los productores.

Los espacios que promueven el desarrollo de tecnologías en la academia, propicia la creación de herramientas tecnológicas que les permite a los estudiantes de la universidad plantearse retos para solución de problemáticas de sectores determinados.

Fortalecer las alianzas entre los productores y los entes gubernamentales que faciliten la gestión de recursos para promover la innovación tecnológica, que permita mayores ventajas competitivas en el mercado.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, G.; Cortina, H. y Posada, U. (2005). Avance técnico 303. CASTILLO: Nueva variedad de café con resistencia a la roya. Federación Nacional de Cafeteros. CENICAFE
- Alvarado, G. y Puerta, G. (2002). Avance técnico 303. La variedad Colombia y sus características de calidad física y en taza. Federación Nacional de Cafeteros CENICAFE,
- Arias, J.C. y Flores, C. (2017). Avance técnico 476, Guía para la caracterización de variedades de café: claves para su identificación. CENICAFE
- Cárdenas D. y Pardo, J.P. (2014). Caracterización de las etapas de fermentación y secado del café La Primavera. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Programa de Ingeniería Industrial. Bogotá D.C.
- Comité Departamental de Cafeteros del Cauca. (2017). Informe de Gestión. Bogotá: Federación Nacional de Cafeteros
- Fajardo, P. y Sanz, U. (204). Avance técnico 323. La calidad física y el rendimiento de café en los procesos de beneficio tradicional y beneficio seco BELCOSUB. Federación Nacional de Cafeteros. CENICAFE.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC] (2013). Manual del cafetero colombiano. Tomo 2. Investigación tecnología para el desarrollo de la caficultura. Plagas del café. Manejo integrado de la broca del café
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC] (2013). Manual del cafetero colombiano. Tomo 1. Investigación tecnología para el desarrollo de la caficultura. Factores agroecológicos. 2013.
- Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC] (2018). Informe de Gestión año 2018. https://www.federaciondecafeteros.org/static/files/Informe_Gestion_2018.pdf
- Gaitán, B.; Osorio, P. y Sadeghian, S. (2018). De la geología al café. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC].
- Hincapie, E. y Salazar, L.F. (2006). Avance técnico 348. Causas de los movimientos masales y erosión avanzada en las zonas cafeteras de Colombia. Federación Nacional de Cafeteros. CENICAFE.

- Hincapie, E. y Salazar, L.F. (2007). Avance técnico 359. Manejo integrado de arvenses en la zona cafetera central de Colombia. Federación Nacional de Cafeteros. CENICAFE.
- Jaramillo, R. (2016). Avance técnico 465. Épocas recomendables para la siembra de café en Colombia. Federación Nacional de Cafeteros. CENICAFE.
- La Republica. (enero,2018). Conozca las aplicaciones que están ayudando al desarrollo del sector agropecuario. [En línea]. Recuperado de: <https://www.larepublica.co/internet-economy/conozca-las-aplicaciones-que-estan-ayudando-al-desarrollo-del-sector-agropecuario-2593192>
- La República. (marzo,2019). Durante 2018 la producción de café mundial fue de 168 millones de sacos de 60 kg [En línea]. Recuperado de: www.larepublica.co/especiales/ruta-del-cafe/durante-2018-la-produccion-de-cafe-mundial-fue-de-168-millones-de-sacos-de-60-kg-2840566
- La Republica. (noviembre,2018). Panorama cafetero 2018- 2019. [En línea] Recuperado de: <https://www.larepublica.co/analisis/sergio-clavijo-500041/panorama-cafetero-2018-2019-2797742>
- Meneces, D. Agenda Cafetera. Buxtar [En línea]. Recuperado de: <http://www.buxtar.co/marketing-digital/>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones [MinTIC]. (2017). Rompe paradigmas, utiliza herramientas tecnológicas y haz crecer tu negocio. No desaparezcas, transfórmate. [En línea]. Recuperado de: <http://www.mintic.gov.co/transformate/690/w3-propertyvalue-43252>
- Moreno, R. (2002). Avance técnico 300, Tabi: variedad de café de porte alto resistente a la roya. CENICAFE
- Narváez C. F. (2016). Clúster de innovación social y productiva como camino a la equidad: el caso de obtención de cafés de alta calidad en corregimiento de la venta de Cajibío, Cauca-Colombia. Maestría en gerencia para la innovación social. Universidad ICESI. Cali
- Parque Tecnológico de Innovación del Café y su Caficultura [TECNiCAFE] (s.f.). Misión y visión. <http://www.tecnicafe.co/el-parque/mision-y-vision>
- Portafolio.co. (junio,2018). Resultados mixtos en producción y exportación de café. [En línea]. Recuperado de: <https://www.portafolio.co/economia/resultados-mixtos-en-produccion-y-exportacion-de-cafe-530284>

- Puerta, G. (2005). Avance técnico 351. Sistema de aseguramiento de la calidad e inocuidad del café en la finca. Federación Nacional de Cafeteros. CENICAFE
- Puerta, G. (2012). Avance técnico 422 factores controles y procesos en la fermentación de café. Federación Nacional de Cafeteros. CENICAFE
- Orjuela, A. (2018). En la Región Centro la edad promedio de los productores cafeteros es de 54,5 años en línea. Rev AgroLlanos.com <https://www.revistaagrollanos.com/2019/10/28/en-la-region-centro-la-edad-promedio-de-los-productores-cafeteros-es-de-545-anos/>
- Rodríguez, V.; Sanz, U.; Oleveros, T. y Ramírez G. (2015). Beneficio del café en Colombia. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia [FNC]
- Sadeghian, K. S. (2016). Avance técnico 466. La acidez, en el suelo un limitante común para la producción de café. Federación Nacional de Cafeteros. CENICAFE.
- Sadeghian, K. S. (2017). Avance técnico 479. Manejo integrado de nutrientes, retos para una caficultura rentable y sostenible. Federación Nacional de Cafeteros. CENICAFE
- Sadeghian, K. S. (2017). Avance técnico 478. Síntomas visuales de deficiencias nutricionales en café, diagnóstico y manejo. Federación Nacional de Cafeteros. CENICAFE