DISEÑO DE DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN DE INTERFACES EN SOLUCIONES IOT IMPLEMENTADAS EN ZONAS RURALES SANTANDEREANAS: APOYANDO LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DESDE LA PERSPECTIVA DE USABILIDAD

MERY DAYAHNA CARO MEZA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA
2020

DISEÑO DE DIRECTRICES PARA LA EVALUACIÓN DE INTERFACES EN SOLUCIONES IOT IMPLEMENTADAS EN ZONAS RURALES SANTANDEREANAS: APOYANDO LA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA DESDE LA PERSPECTIVA DE USABILIDAD

MERY DAYAHNA CARO MEZA

TRABAJO DE GRADO

MSc. MARIA ALEXANDRA ESPINOSA CARREÑO
MSc. LEIDY YOHANA FLOREZ GOMEZ

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS
BUCARAMANGA
2020

Nota de Aceptación

_____

_____

_____

_____

Presidente del Jurado

_____

Jurado

_____

Jurado

Ciudad y Fecha (15, 05, 2020) (Bucaramanga)

TABLA DE CONTENIDO

Pág.

1. RESUMEN 8
2. ABSTRACT 9
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 10
4. JUSTIFICACIÓN 11
5. OBJETIVOS 13
5.1 OBJETIVO GENERAL 13
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13
6. MARCO NORMATIVO 14
6.1 NORMATIIVIDAD RELACIONADA CON LAS TIC 14
6.2 DECRETOS 14
6.3 CONPES 15
6.4 NORMATIVIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO Y DESARROLLO RURAL 15
6.5 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA 16
7. MARCO CONCEPTUAL 17
7.1 ENTORNO RURAL 17
7.2 HUMAN-COMPUTER INTERACTION (HCI) 18
7.3 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACION Y COMUNICACIÓN – TIC 18
8. MARCO TEÓRICO 20
8.1 CATEGORÍAS DE PLANOS DE ALFABETIZACIÓN O CULTURA ESCRITA: .. 20
8.2 FRAMEWORK DE USABILIDAD 21
8.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD 21
8.4 REQUISITOS DE USABILIDAD PARA SOLUCIONES IOT 22
8.5 DIMENSIONES DE USABILIDAD 23
8.6 MODELOS MENTALES: 24
8.7 DISEÑO: 24
8.8 MODELOS DE APROPIACIÓN TECNOLÓGICA 25
9. ANTECEDENTES 27
10. ESTADO DEL ARTE 28

11. METODOLOGÍA 34
11.1 DESCRIPCIÓN METODOLOGÍA PROPUESTA..... 35
11.1.1 Revisión de la arquitectura de usabilidad: Selección de las técnicas de usabilidad que se ajusten a los requisitos de la muestra y que se apliquen a soluciones IOT. 36
12. ACTIVIDADES Y RESULTADOS 37
13. PROCESO DE CARACTERIZACIÓN POBLACIONAL..... 41
13.1 Instrumento de caracterización 41
13.2 Selección de cultivo..... 43
14. DISEÑO DE LOS LINEAMIENTOS 45
14.1 Revisión de la literatura bajo la metodología DANDELION. 45
14.2 Correlación entre metodologías seleccionadas..... 46
14.3 Identificación y análisis de variables a través de Minería de texto 48
14.4 Relación entre dimensiones detectadas para clasificar los lineamientos para App empleadas en IOT..... 50
14.5 CONFIABILIDAD DE LOS LINEAMIENTOS DESARROLLADOS..... 62
14.5.1 Aportes de los expertos..... 62
15. EVALUACIÓN DE HEURÍSTICAS A LA APP AGRORIEGO 64
15.1 Interfaces de AgroRIEGO 64
15.2 Proceso de evaluación de AgroRIEGO..... 66
15.3 Nivel de usabilidad de la App AgroRIEGO. 67
16. CONCLUSIONES 71
17. TRABAJO FUTURO..... 73
18. ANEXOS 74
18.1 ANEXO 1..... 74
18.2 ANEXO 2..... 87
19. BIBLIOGRAFÍA 89

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Fórmulas para estimar Eficacia/Eficiencia 32
Tabla 2. Cuestionario aplicado en una prueba de usabilidad 33
Tabla 3. Descripción de actividades del objetivo específico 1. 37
Tabla 4. Descripción de actividades del objetivo específico 2. 37
Tabla 5. Descripción de actividades del objetivo específico 3. 38
Tabla 6. Descripción de actividades del objetivo específico 4. 39
Tabla 7. Descripción de actividades del objetivo específico 5. 39
Tabla 8. Instrumento de validación con pequeños agricultores 42
Tabla 9. Sección de acceso a internet 42
Tabla 10. Caracterización poblacional sobre uso de Internet 42
Tabla 11. Sección de Modelo de aceptación de tecnología. 43
Tabla 12. Sección de Modelo de aceptación de tecnología. 43
Tabla 13. Representación del instrumento de validación de AgroRIEGO 66
Tabla 14. Ponderación de la escala de Likert 66
Tabla 15. Lineamientos con los que cumple la App AgroRIEGO. 70
Tabla 16. Lineamientos terciarios 74
Tabla 17. Lineamiento primario: Formulación 77
Tabla 18. Lineamiento primario: Manipulación 78
Tabla 19. Lineamiento primario: Contextualización 83
Tabla 20. Lineamientos secundarios 83

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Mapa conceptual para relacionar todos los conceptos. 17
Figura 2. Conceptos identificados 20
Figura 3. Framework de Usabilidad 21
Figura 4. Criterios de Evaluación de Usabilidad. 22
Figura 5. Requisitos de Usabilidad para soluciones IOT 22
Figura 6. Dimensión empírica 24
Figura 7.Aspectos de intervención tecnológica 25
Figura 8. Modelo de aceptación de la tecnología TAM 26
Figura 9. Modelo UTAUT2 26
Figura 10. Estado cronológico de los aportes científicos. 28
Figura 11. Heurísticas de Nielsen y Metodología de Aplicación de una Prueba de Usabilidad 29
Figura 12. Metodología Aplicación Prueba de Usabilidad. 32
Figura 13. Metodología Propuesta. 34
Figura 14. Metodología DANDELION 35
Figura 15. Procesos de producción agrícola 44
Figura 16. Revisión Sistemática de la literatura DANDELION 46
Figura 17. UTAUT2 vs Heurísticas de Nielsen 47
Figura 18. UTAUT2 vs Requisitos de usabilidad IOT 47
Figura 19. UTAUT2 vs Dimensiones 48
Figura 20. Documentos importados a software NVivo 49
Figura 21. Frecuencia de palabras NVivo12 49
Figura 22. Metodología empleada para la identificación de dimensiones 50
Figura 23. Diagrama de Venn sobre la interrelación de dimensiones de los lineamientos diseñados 51
Figura 24. Relación entre dimensiones según las variables que comparten entre sí. 52
Figura 25. Pantallas de aplicación AgroRIEGO 64
Figura 26. Pantallas de aplicación AgroRIEGO(2) 65
Figura 27. Pantallas de aplicación AgroRIEGO(3) 65
Figura 28. Usabilidad de AgroRIEGO referente a los lineamientos terciarios 67
Figura 29. Usabilidad de AgroRIEGO referente a los lineamientos primarios 68
Figura 30. Usabilidad de AgroRIEGO referente a los lineamientos secundarios (FC) 69
Figura 31. Usabilidad de AgroRIEGO referente a los lineamientos secundarios (FM) 69
Figura 32. Usabilidad de AgroRIEGO referente a los lineamientos secundarios (MC) 70
Figura 33.Carta de invitación conferencia ICITS'S 87
Figura 34.Artículo publicado e indexado en la base de datos Scopus 88

1. RESUMEN

El doctor Springmann, de la universidad de Oxford, menciona en su artículo publicado en la revista Nature del 2018, “Options for keeping the food system within environmental limits” que para el año 2050, la población mundial tendrá serios problemas para satisfacer la demanda de alimentos necesaria para sobrevivir sin la ayuda de soluciones tecnológicas [1], ya que actualmente los pequeños productores siguen trabajando la tierra con técnicas artesanales lo que ha generado el deterioro de la tierra[2], pérdida de ecosistemas terrestres y acuáticos, la reducción del agua dulce, el aumento del nitrógeno y fósforo por actividades humanas[1] . Es por ello por lo que varias iniciativas empezaron a tomar curso, siendo una de ellas el proyecto AGRIOT, avalado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MINCIENCIAS), el cual busca realizar un modelo de transferencia y apropiación de tecnología para pequeños productores agricultores colombianos. EZAgro, se desprende de la iniciativa al identificar pautas que en forma de guía presentara lineamientos de usabilidad para el desarrollo de soluciones IOT dirigidas a la producción agrícola.

PALABRAS CLAVE: Usabilidad, TIC, IOT, Agricultura, Colombia, Pequeños productores campesinos.

2. ABSTRACT

Dr. Springmann, from the University of Oxford, mentions in his article published in Nature magazine in 2018, "Options for keeping the food system within environmental limits" that by 2050, the world's population will have serious problems meeting the demand for food needed in order to survive without the assistance of technological solutions [1], since at the present time the small producers continue to cultivate the land with artisanal techniques, which has led to the degradation of the land [2], loss of terrestrial and aquatic ecosystems, reduction of freshwater, increase in nitrogen and phosphorus due to human intervention [1]. For this reason, several initiatives have begun to take place, one of which is the AGRIOT project, sponsored by the Ministry of Science, Technology and Innovation (MINCIENCIAS), which seeks to develop a model of technology transfer and appropriation for Colombian smallholders. EZAgro, has emerged from the initiative by identifying guidelines for the development of IoT solutions for agricultural production.

KEYWORKS: usability, IOT, ICT, agriculture, Colombia, smallholders.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los campesinos son los encargados de alimentar al mundo. De acuerdo con informes de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés) en el 2014 la agricultura familiar producía un 80% del alimento mundial [3] y superando el 70% de producción en Centroamérica [4]. En el contexto colombiano el 83.5% de los alimentos son cosechados en el país y de este porcentaje el 70% corresponde a pequeños agricultores [5]. El tercer Censo Nacional Agropecuario que revela que el 83.5 % de los productores no reciben asistencia técnica y el 83.6 % no tiene maquinaria agrícola [2]. El problema subyace en la situación actual de las zonas rurales donde los pequeños agricultores cosechan con técnicas artesanales producto de la herencia cultural y dado a que la infraestructura tecnológica necesaria para implementar una correcta tecnificación del agro es mínima, la adaptación tecnológica para la tecnificación de cultivos no es apreciable.

Teniendo en cuenta la tendencia de la política mundial establecida por la OCDE y FAO “OCDE/FAO Perspectivas Agrícolas 2019-2028 - Enfoque Especial: América Latina” [6] sobre dirigir esfuerzos para implementar una agricultura de precisión que permita la adquisición y control de datos en entornos agrícolas, surge la necesidad de desarrollar nuevas soluciones TIC que fortalezcan el agro colombiano, busque el bienestar del agricultor, optimice la productividad y protección del medio ambiente, minimice los impactos del cambio climático. Es entonces que se hace pertinente desarrollar tecnologías acordes a los paradigmas establecidos en entornos rurales y ofrecer soluciones TIC/IOT que se adapten a las necesidades de los campesinos colombianos, teniendo en cuenta el índice de analfabetismo en zonas rurales (12.5 % de las personas mayores a 15 años afirman no saber leer ni escribir)[7] y sumado la falta de conectividad a la red [8].

El principal reto a la hora de implementar soluciones IOT es aumentar el índice de aceptación y adaptabilidad de los agricultores frente al uso de nuevas tecnologías en sus cosechas al demostrarles los beneficios que obtendrían[9], pero para lograrlo, se plantea la inquietud ¿Qué directrices se deben tener en cuenta al evaluar interfaces en soluciones IOT, que sean pertinentes en contexto rural santandereano de tal forma que permita apoyar la transferencia de tecnología desde la perspectiva de usabilidad?

4. JUSTIFICACIÓN

Superar la brecha tecnológica es indispensable con el fin de que los pequeños agricultores cuenten con acceso a tecnologías que les permita solucionar problemas que se les presenten a la hora de cultivar, lo que atrae una mayor competitividad en el mercado, más innovación y un mayor desarrollo en zonas rurales[10]. En un país como Colombia la actividad agrícola cumple un papel importante en la economía y el desarrollo del país como lo demuestra el Censo Agropecuario realizado por el DANE en 2014, sustenta que las zonas rurales aportando materias primas a la industria[2].

En Colombia el 25 de julio de 2019 se estableció la nueva ley 1978 por la cual se Moderniza el Sector de Tecnología de la Informática y las Comunicaciones-TIC, cuenta con 51 artículos, de los cuales el artículo 3 indica que se promoverá el acceso a las TIC para la población pobre y vulnerable de zonas rurales. En el artículo 35 indica que se buscará financiar planes, programas y proyectos con el fin de promover el acceso universal a las TIC donde priorizará la conectividad en zonas rurales [11]. También se encuentra en marcha la apuesta de aumentar la productividad agrícola con el plan TIC 2018-2022 llamado “El futuro digital es de todos” [12]ya que proponen nuevas políticas que fortalecerá la industria, educación de calidad y la infraestructura TIC para cada región del país, por lo tanto, es necesario buscar alternativas que faciliten la transferencia de tecnología a comunidades campesinas Santandereanas.

Las ventajas generales de la implementación de la tecnología en el campo pueden apreciarse en casos tales como el aumento de la productividad agrícola con la mecanización y automatización de los procesos; mayores ingresos debido a la sustitución de la fuerza mecánica del trabajo humano y animal por una máquina reduciendo gastos y tiempo de preparación de un terreno; protección y mejoramiento del suelo a pequeña y mediana escala y protección del agua ya que diversas técnicas de riego automatizado representan un ahorro del líquido hasta en un 85%, lo que da como resultado mayor producción y larga vida para las fuentes hídricas [13].

Con el fin de obtener las ventajas mencionadas, desde la academia se maneja el término Interacción Persona-Ordenador (del inglés Human Computer Interaction - HCI), disciplina que, entre otros objetivos, busca diseñar, evaluar y desarrollar soluciones TIC que cumplan con los objetivos de usabilidad: un conjunto de herramientas y métricas que permiten cuantificar la experiencia del usuario al entrar en contacto con una tecnología [14],evaluando la aceptación y su utilidad; que cumplan un propósito (Efectividad) en el momento adecuado (eficacia), teniendo en cuenta los recursos disponibles (Eficiencia) [15], de tal forma que podría asegurarse la adopción por parte del usuario final (en tal caso sería el pequeño productor agricultor) [14].

En tiempos de pandemia (COVID-19) se hace evidente la necesidad de apoyar el sector agrícola con el diseño de interfaces App amigables con las interacciones de un pequeño agricultor, al considerar el potencial de producción al que se puede llegar si se automatiza de forma correcta las actividades referentes a la agricultura, puesto que al ser de fácil percepción por los usuarios finales disminuirá el tiempo requerido para su aprendizaje de uso generando una correcta aceptación tecnológica.

Este proyecto de investigación busca la identificación de buenas prácticas que permitan formular directrices que fortalezcan el producto final de las soluciones IOT orientadas a pequeños productores agricultores, a fin de minimizar o eliminar brechas tecnológicas facilitando adquisición de nuevas metodologías, y en consecuencia lograr una transferencia de tecnología y apropiación generando mayor productividad de productos agrícolas, alcanzando así parte de los objetivos de desarrollo sostenible ODS.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar directrices que permita la evolución del nivel de usabilidad en soluciones IOT ofrecidas al pequeño productor agricultor de Santander.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar las características de usabilidad que permita la evaluación de soluciones IoT orientadas a pequeños productores agricultores de Santander.

2. Evaluar la pertinencia de las características identificadas en el contexto colombiano.

3. Identificar las directrices de evaluación de usabilidad según las características identificadas para el contexto colombiano-Santandereano.

4. Evaluar el instrumento diseñado orientado a la evaluación de la usabilidad de soluciones IOT

5. Evaluar la usabilidad de la tecnología AgroRIEGO a partir de las directrices diseñadas.

6. MARCO NORMATIVO

Se describe la normatividad a partir del Plan Estratégico de Tecnología de la Información y la Comunicación PETI Sectorial, se relacionan las principales normas relacionadas con el sector agrícolas y desarrollo rural, Sector de las TIC con relación a los temas de gobierno en línea[16].

6.1 NORMATIIVIDAD RELACIONADA CON LAS TIC

Ley 1266 de 2008. "*Por la cual se dictan las disposiciones generales del hábeas data y se regula el manejo de la información contenida en base de datos personales, en especial la financiera, crediticia, comercial, de servicios y la proveniente de terceros países y se dictan otras disposiciones*" [16]

Ley 1273 de 2009. "*Por medio de la cual se modifica el Código Penal, se crea un nuevo bien jurídico tutelado - denominado "de la protección de la información y de los datos"- y se preservan integralmente los sistemas que utilicen las tecnologías de la información y las comunicaciones, entre otras disposiciones*" [16].

Ley 1581 de 2012. "*Por la cual se dictan disposiciones generales para la protección de datos personales*" [16].

Ley 527 de 1999. "*Por medio de la cual se define y reglamenta el acceso y uso de los mensajes de datos, del comercio electrónico y de las firmas digitales, y se establecen las entidades de certificación y se dictan otras disposiciones*" [16].

6.2 DECRETOS

Decreto 2693 de 2012. "*Por el cual se establecen los lineamientos generales de la Estrategia de Gobierno en Línea de la República de Colombia, se reglamentan parcialmente las Leyes 1341 de 2009, 1450 de 2011, y se dictan otras disposiciones*" [16].

Decreto 1985 de 2013 “*Por el cual se modifica la estructura del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y se determinan las funciones de sus dependencias*” [16].

Decreto 1078 de 2015: "*Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Y especialmente en sus artículos a partir del 2.2.9.1.1.1. título 9. Define los lineamientos, instrumentos y plazos de la estrategia de gobierno en línea para garantizar el máximo aprovechamiento de las tecnologías de la información y las comunicaciones*" [16].

6.3 CONPES

CONPES 3670 de 2010. "*Lineamientos de Política para la continuidad de los programas de acceso y servicio universal a las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*".

CONPES 3701 de 2011. "*Lineamientos de Política para Ciberseguridad y Ciberdefensa*".
CONPES 161: "*Equidad de género para las mujeres – aprobado marzo de 2013*".
CONPES 173: "*Lineamientos para la generación de oportunidades para los jóvenes – aprobado julio de 2014*".
CONPES: "*Políticas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación plante el objetivo: Incrementar el capital humano altamente calificado y dedicado a la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación* [17]".

6.4 NORMATIVIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO Y DESARROLLO RURAL

Ley 101 de 1990. "*Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero. Esta ley desarrolla los artículos 64, 65 y 66 de la Constitución Nacional, con miras a proteger el desarrollo de las actividades agropecuarias y pesqueras, y promover el mejoramiento del ingreso y calidad de vida de los productores rurales*" [16]

Ley 12 de 1982. "*Por la cual se dictan normas para el establecimiento de Zonas de Reserva Agrícola. Ley 41 de 1993, Por la cual se organiza el subsector de adecuación de tierras y se establecen sus funciones*" [16].

Ley 160 de 1994. "*Mediante la cual se crea el Sistema Nacional de Reforma Agraria y Desarrollo Rural Campesino, como mecanismo obligatorio de planeación, coordinación, ejecución y evaluación de las actividades dirigidas a prestar los servicios relacionados con el desarrollo de la economía campesina y a promover el acceso progresivo a la propiedad de la tierra de los trabajadores agrarios, con el fin*

de mejorar el ingreso y calidad de vida de los hombres y mujeres campesinos de escasos recursos" [16].

Resolución Ministerial 464 de 2017: Lineamientos estratégicos de política pública para la Agricultura campesina, Familiar y Comunitaria (ACFC).

Ley 1876 de 2017 del SNIA, Art. 2 Numeral 12. "Extensión Agropecuaria. Proceso de acompañamiento mediante el cual se gestiona el desarrollo de capacidades de los productores agropecuarios, su articulación con el entorno y el acceso al conocimiento, tecnologías, productos y servicios de apoyo; con el fin de hacer competitiva y sostenible su producción al tiempo que contribuye a la mejora de la calidad de vida familiar".

6.5 CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA

Artículo 66. "*Las disposiciones que se dicten en materia crediticia podrán reglamentar las condiciones especiales del crédito agropecuario, teniendo en cuenta los ciclos de las cosechas y de los precios, como también los riesgos inherentes a la actividad y las calamidades ambientales*" [16].

Artículo 80. "El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas" [16].

7. MARCO CONCEPTUAL

A continuación, se presentarán las definiciones de los conceptos que representan gran importancia para la correcta interpretación del documento en cuestión, se clasificaran por categorías.

Figura 1. Mapa conceptual para relacionar todos los conceptos.

7.1 ENTORNO RURAL

7.1.1 Agricultura Familiar.

El Ministerio de Agricultura y Desarrollo rural colombiano lo define como "*el sistema de producción agraria a cargo de mujeres hombres, familias y comunidades campesinas los cuales realizan actividades de producción y comercialización de productos agrícolas"* [18]. Este sistema ofrece la oportunidad de controlar el hambre [19].

7.1.2 Campesino o Pequeño Productor.

El ministerio de Agricultura y Desarrollo y el Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario (Finagro) lo identifican como la persona que demuestre activos que no excedan los 284 SMMLV[20].

7.1.3 Zona Rural.

Hace referencia a la vida en el campo[21].
Planos de alfabetización o cultura escrita
Alfabetización Digital, Alfabetización funcional y social, Alfabetización básica [22], [23].

7.2 HUMAN-COMPUTER INTERACTION (HCI)

7.2.1 ISO 9241-11

- Usabilidad se interpreta con el indicador que determina si un producto es usado por el usuario final logrando mayor efectividad, eficiencia y satisfacción de la tarea realizada [24].
- Ergonomía: Es buscar la forma de interacción hombre máquina, para lograr mantener la seguridad, ahorro de trabajo y la comodidad del usuario [25].
- Prueba de Usabilidad: Es la forma de evaluar un producto desde la experiencia del usuario y así identificar la forma en que utilizan un sistema. Los parámetros que integran la prueba dependen del autor, como es el caso de Jakob Nielsen experto en usabilidad que propuso las heurísticas de usabilidad como métrica de evaluación [26].
- Evaluación Heurística: Es una guía que usan expertos en experiencia de usuario con el fin de determinar si un producto cumple las heurísticas definidas por Jakob Nielsen para el diseño de la interfaz de usuario y así calificar la usabilidad del producto [27].

7.3 TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACION Y COMUNICACIÓN – TIC

7.3.1 Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC)

Del inglés ICT- Information and Communication Technology, es la forma de indicar los servicios y aplicaciones que permiten acceder de forma digital a la información [28], [29].

7.3.2 Apropiación TIC

MINTIC lo define como la forma en que las personas en su vida cotidiana hacen uso de soluciones TIC las cuales les aportan nuevos conocimientos en sus áreas de interés [30].

7.3.3 Internet de las Cosas IOT

En Colombia se define como la forma de interconectar dispositivos al internet y así recolectar datos para su posterior análisis, estos dispositivos ofrecen requisitos de seguridad y privacidad [31], [27].

7.3.4 Agricultura de Precisión

Es una técnica mediante la cual la agricultura a través de tecnología logra optimizar la producción tanto en la cantidad y calidad, esta metodología propone el estudio de las variables que afectan positiva y negativamente una cosecha y así llegar a predecir el impacto y los costos de producción [32], [33].

7.3.5 Modelo de Apropiación Tecnológica

Es un proceso de adopción y adaptación de tecnología por parte de los usuarios para integrarla en sus labores cotidianas [30].

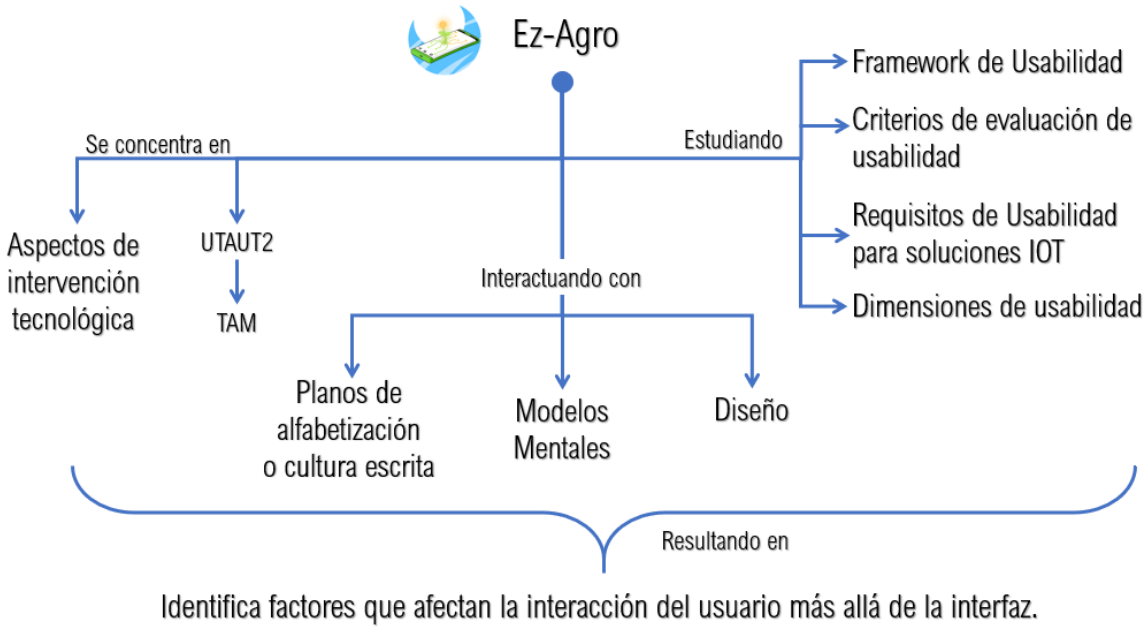
7.3.6 Aplicaciones móviles

Las aplicaciones móviles son software diseñado para incluir nuevas funcionalidades a los dispositivos de mano, cómo los teléfonos inteligentes y los asistentes digitales personales (ADP). Algunas de las funcionalidades que pueden ser añadidas a estos dispositivos son: juegos, redes sociales, mapas, noticias, negocios, clima/tiempo, etcétera. Una característica fundamental y que comparten todas las aplicaciones móviles, es que aprovechan alguna función que los dispositivos móviles posean, algunas pueden ser: Interfaces de comunicación, procesadores de audio y video, cámara, sensores o GPS [34].

8. MARCO TEÓRICO

A continuación, se describen los concepto en los que se concentra la investigación, al igual los modelos que se estudian lo que representan gran importancia para la correcta interpretación del documento en cuestión, se clasificaran por categorías.

Figura 2. Conceptos identificados



8.1 CATEGORÍAS DE PLANOS DE ALFABETIZACIÓN O CULTURA ESCRITA:

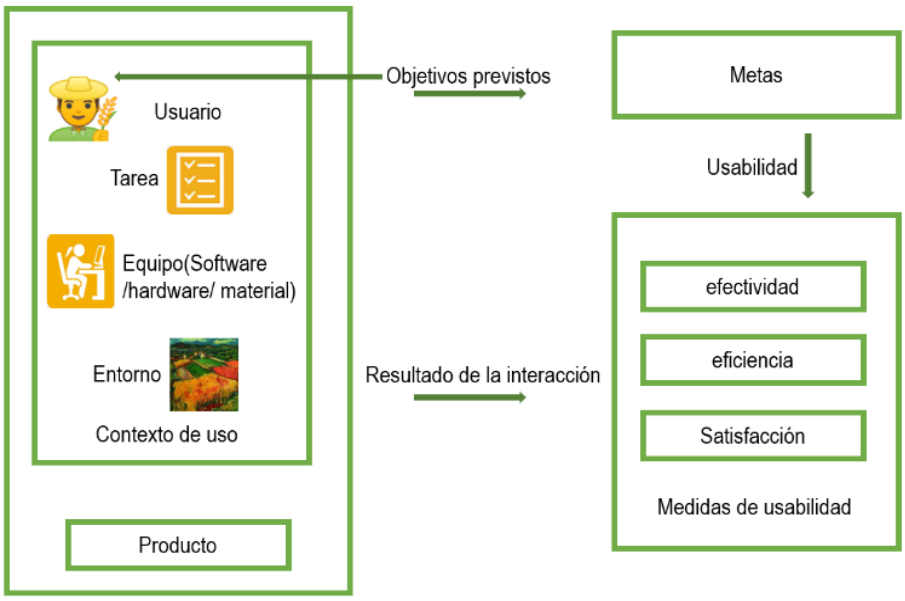
Las categorías descritas son los niveles en los que se pueden categorizar a las personas según sus conocimientos.

- 8.1.1 Alfabetización Digital: MINTIC la describe como la capacidad de manejar un computador, software y navegar en internet [22],[23].
- 8.1.2 Alfabetización funcional y social: Se interpreta con la capacidad de entender un escrito [23].
- 8.1.3 Alfabetización básica: Es la capacidad de leer sin llegar a entender por completo la información redactada [23].

8.2 FRAMEWORK DE USABILIDAD

Los componentes principales de usabilidad se representan en la Figura 3. Al aplicar estos componentes se asegura que cada producto se ajuste al contexto para el que se desarrolló [35].

Figura 3. Framework de Usabilidad

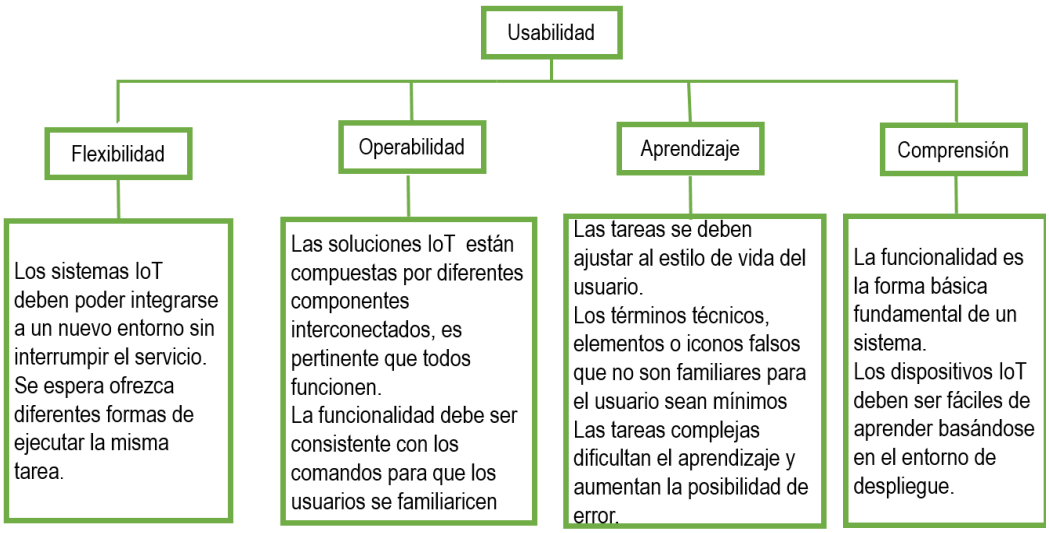


Fuente ISO 9241-11

8.3 CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE USABILIDAD

Son los criterios básicos y elemental que todos los productos TIC deben tener para garantizar la facilidad de uso por parte de los usuarios finales [35] ver (Figura 4).

Figura 4. Criterios de Evaluación de Usabilidad.



8.4 REQUISITOS DE USABILIDAD PARA SOLUCIONES IOT

La razón de implementar los requisitos es mantener a usuario centrado en el objetivo de desarrollar el sistema. Los requisitos de proponen como prerrequisitos para asegurar la calidad de la funcionalidad básica del sistema ya que tiene en cuenta las necesidades y preferencias de los usuarios [35].

Figura 5. Requisitos de Usabilidad para soluciones IOT

8.4.1 Requisitos de datos IOT: Los datos que se recolectan es de vital importancia poder transmitirlos para esto se necesita contar con enormes cantidades de almacenamiento. Garantiza la usabilidad de un sistema al evitar la pérdida de datos durante la transmisión [35].

8.4.2 Requisitos Medioambientales: Es necesario que se considere los factores ambientales como la humedad, la temperatura y la iluminación para garantizar que el sistema se encuentra en las condiciones para las que fue creada. El entorno determina la operatividad, la confianza y aceptación por parte del usuario [35].

8.4.3 Requisitos Funcionales: Dar una descripción de la funcionalidad para que el usuario pueda completar una tarea en una secuencia de pasos. Se debe garantizar que el sistema IOT solo haga o ejecute las tareas para las cuales se diseñó [35].

8.4.4 Requisitos del usuario: Es vital que los usuarios tengan la capacidad de utilizar una interfaz de forma satisfactoria para alcanzar los objetivos para los que ha sido diseñada. Los requisitos se pueden adaptar a funciones que los usuarios ya conozcan [35].

8.5 DIMENSIONES DE USABILIDAD

Yusef Hassan Montero y Sergio Santamaría las describen con el fin de complementar la definición ISO 9241-11 y así evaluar si un producto TIC tiene características de usabilidad [36].

8.5.1 Dimensión Empírica: Se identifican preguntas que evalúan si un verdadero usuario final adapta productos TIC [36] (Figura 6).

8.5.2 Dimensión Dependiente: Si un producto representa obtener algún beneficio para el usuario final, se puede interpretar que la Usabilidad de un producto depende de la utilidad que represente al usuario [36].

8.5.3 Dimensión Relativa: Una Producto se debe desarrollar teniendo en cuenta que estén dirigidos a una población objetivo en un contexto específico satisfaciendo verdaderas necesidades del usuario [36].

8.5.4 Dimensión Ética: La empatía es la clave para lograr la comunicación con un usuario potencial. De este modo se presentan diseños en los cuales se percibe su uso rápidamente garantizando la usabilidad de un producto, evitando la confusión del usuario y así lograr transmitir que no se le está ofendiendo con diseños que no comprenden [36].

8.6 MODELOS MENTALES:

Representación de objetos o conceptos los cuales tienen un significado en un contexto específico, teniendo en cuenta esto se puede definir que el diseño de un producto puede contener características de un modelo mental del usuario final logrando que rápidamente comprendan el mensaje [36].

8.7 DISEÑO:

Es modelar el uso e indicar el comportamiento de un sistema con el fin de que se ajuste a las tareas del usuario, buscando sea eficiente, fácil de usar y de aprender. En el diseño de una intervención tecnológica se necesita considerar la funcionalidad, la usabilidad y la experiencia de usuario Figura 7 [35].

Figura 6. Dimensión empírica

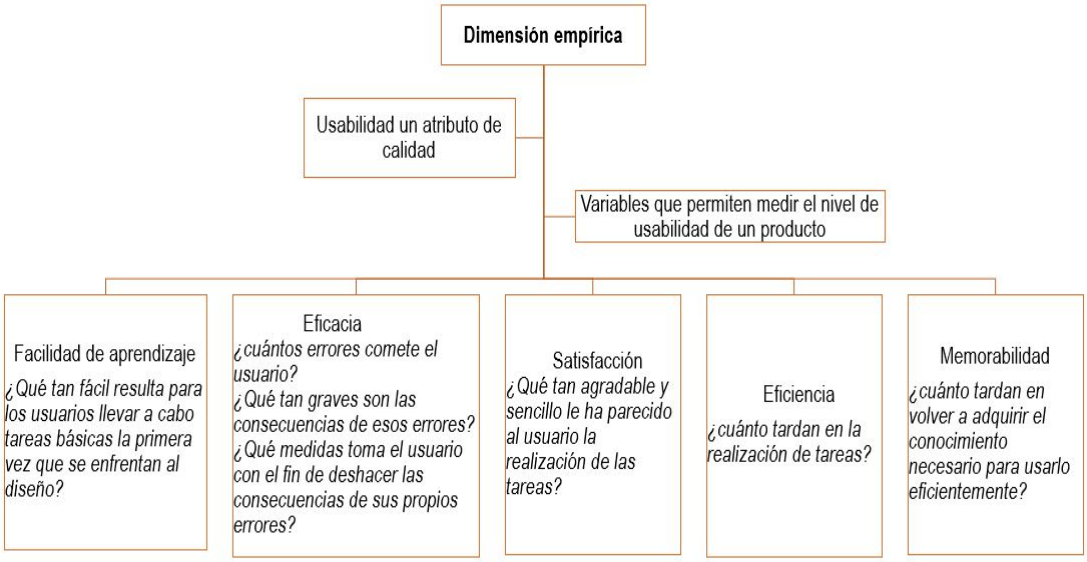


Figura 7.Aspectos de intervención tecnológica

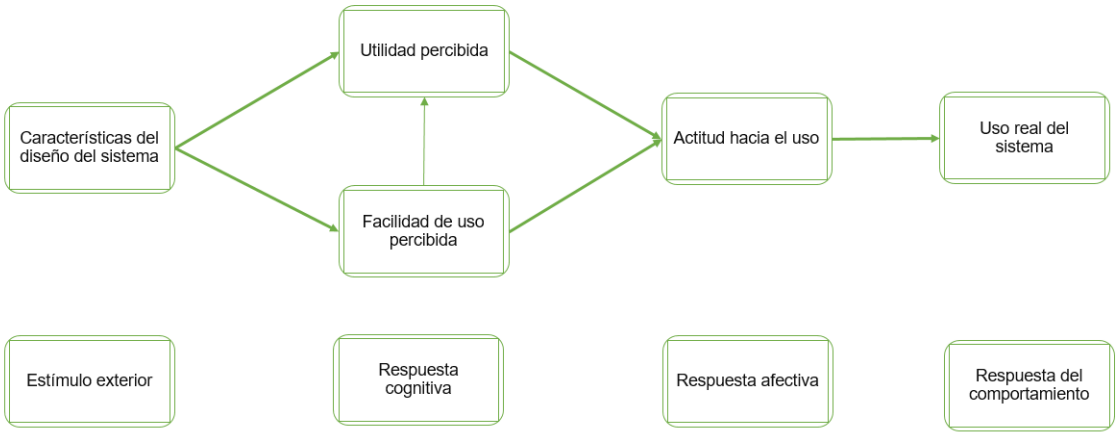
Fuente D. DAVIS

8.8 MODELOS DE APROPIACIÓN TECNOLÓGICA

8.8.1 Telecom Applications Map (TAM): *"Especifica las relaciones causales entre las características de diseño del sistema, la utilidad percibida, la facilidad de uso percibida, la actitud hacia el uso y el comportamiento de uso real.* En general *proporciona una representación informativa de los mecanismos por los cuales las elecciones de diseño influyen en la aceptación del usuario y, por lo tanto, debería ser útil en contextos aplicados para pronosticar y evaluar la aceptación del usuario de la tecnología de la información."* [37] (Figura 8).

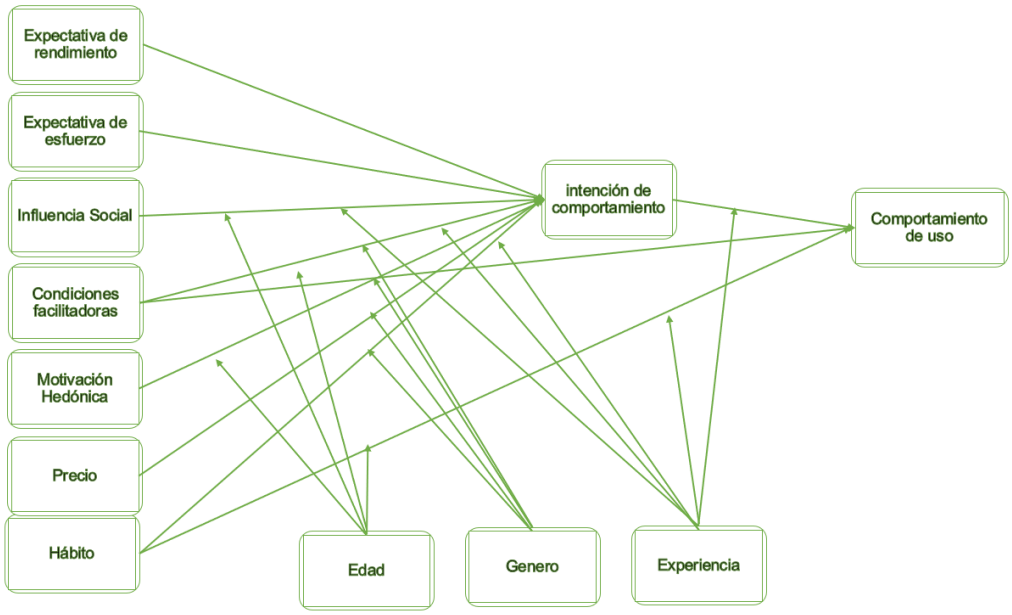
8.8.2 Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT2): La teoría unificada de la aceptación se consolido unificando ocho modelos que había para estudiar el comportamiento de los usuarios en relación con las TIC. Los factores principales en UTAUT2 son: expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social, condiciones facilitadoras, motivación hedónica, precio y habito; los factores moderadores son el género, la edad y la experiencia [38] (Figura 9).

Figura 8. Modelo de aceptación de la tecnología TAM



Fuente (Davis. 1989)

Figura 9. Modelo UTAUT2



Fuente (Venkatesh et al. 2003)

9. ANTECEDENTES

ASKRURAL: Marco de trabajo para el diseño de la interfaz de instrumentos de recolección de datos destinados a pequeños productores agricultores de Santander: una perspectiva desde la experiencia de usuario para la transferencia tecnológica. UNAB – AGRIOT- MINCOLCIENCIAS.

SAMAC: Propuesta de un seguro basado en la identificación de factores de riesgo que influyen en la producción del sector de los pequeños agricultores. UNAB – AGRIOT- MINCOLCIENCIAS.

RuralUX: Framework para desarrollo de soluciones TIC que permitan apropiación tecnológica en zonas rurales santandereanas desde la perspectiva de UX. UNAB – AGRIOT- MINCOLCIENCIAS.

DIGIO: Prototipo de radio digital para el uso de los pequeños productores de Santander. UNAB - AGRIOT- MINCOLCIENCIAS.

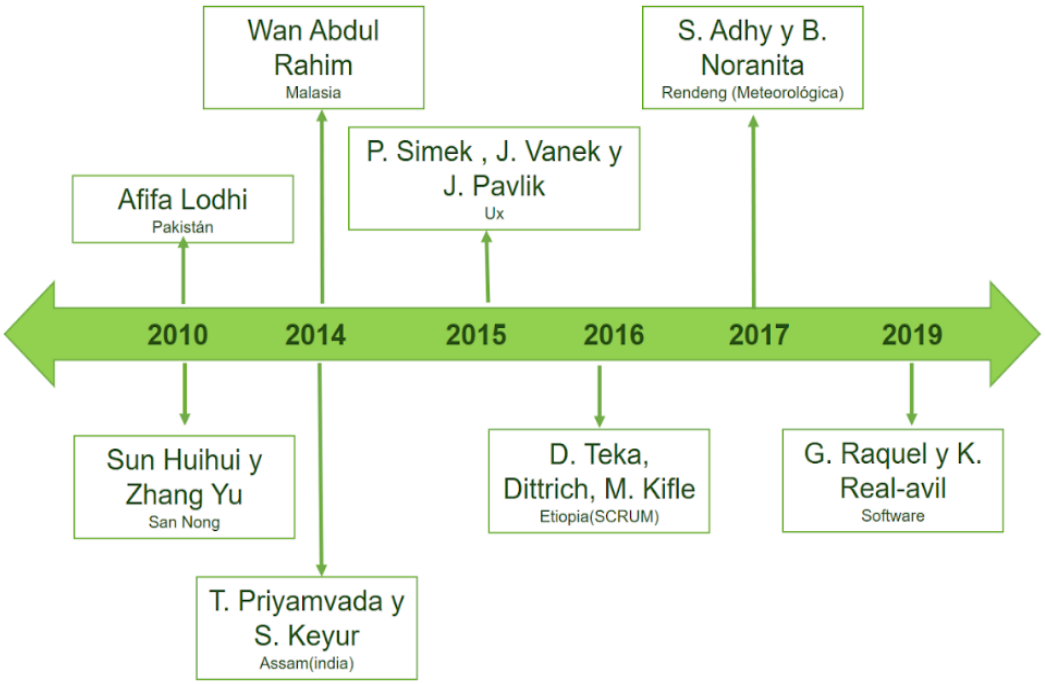
IAGRIOT: Diseño de un modelo de decisión para la selección de soluciones IoT apoyando la transferencia tecnológica en zonas rurales santandereanas – IAgriot. UNAB – AGRIOT- MINCOLCIENCIAS.

TX RuraL: Diseño de una solución de interconexión a internet en zonas rurales enfocada a resolver las necesidades de los pequeños productores Santandereanos. UNAB – AGRIOT- MINCOLCIENCIAS.

MORE CROPS: Prototipo de modelo de recomendación para la agro rotación de cultivos según el estado del suelo en Villanueva Santander. UNAB – AGRIOT- MINCOLCIENCIAS.

10. ESTADO DEL ARTE

Figura 10. Estado cronológico de los aportes científicos.



La investigación realizada se desarrolló con el objetivo de identificar formas de realizar transferencia tecnológica al sector agrícola desde la perspectiva de usabilidad, destacando que en zonas rurales los pequeños agricultores tanto hombre como mujeres, viven de la agricultura [39] y no cuentan con infraestructura suficiente que facilite la correcta tecnificación en sus cultivos.

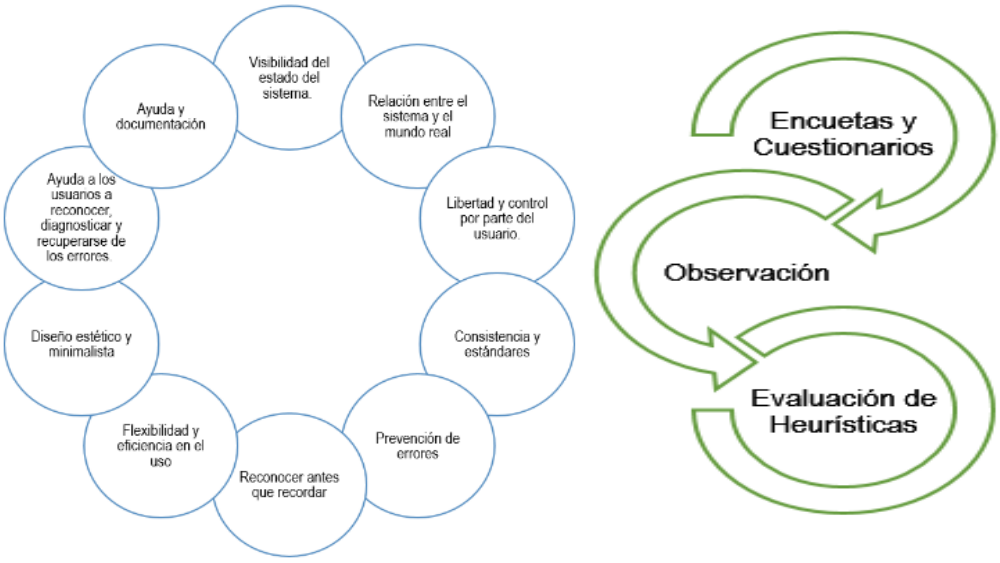
Los resultados de la revisión sistemática de literatura empleando la metodología DANDELION indican el desarrollo de proyectos enfocados en entornos agrícolas y/o zonas rurales, al determinar la importancia que representa aumentar la producción de alimentos en menos cantidad de tierra, asegurando soluciones sostenibles y amigables con el ambiente. El problema reside en que estas soluciones no proporcionan al agricultor 1) información sobre los beneficios propios de la herramienta, 2) incorporación adecuada en la labor desempeñada, 3) inquietud sobre su uso y manipulación [40].

Los aportes aquí mencionados identifican heurísticas que tienen como objetivo evaluar la usabilidad de soluciones TIC, identificando que el usuario es quien evalúa el nivel de usabilidad, dependiendo si se les ofrece una solución a sus necesidades; por lo tanto, se recomienda trabajar el desarrollo de proyectos bajo la metodología Diseño Centrado en el Usuario, para evitar el rechazo y garantizar la adopción tecnológica por los pequeños productores agricultores [41].

A continuación, se nombrarán algunas investigaciones que aportan información concreta para el desarrollo del proyecto en orden cronológico.

Afifa Lodhi (2010): Valoración del nivel de usabilidad de páginas web de universidades del sector público en las universidades de Pakistán, a fin de sugerir heurísticas de usabilidad como un parámetro de evaluación de diseño. Como estrategia de diseño se emplean las diez heurísticas de usabilidad del experto Jakob Nielsen. La metodología consistió en seleccionar usuarios reales que fueron observados al momento de interactuar con el portal y expertos en usabilidad, los cuales resolvieron encuestas y cuestionarios con el fin de ponderar la usabilidad de los portales web (Figura 11) [26].

Figura 11. Heurísticas de Nielsen y Metodología de Aplicación de una Prueba de Usabilidad



H. Sun and Y. Zhang (2010): Teniendo como base la pregunta problema: "¿Cómo hacer las páginas web relacionadas con la agricultura que sean amigables, fáciles de entender y operar, para maximizar el nivel de vinculación con los usuarios

rurales?”, se identifica que los portales web en China dirigidos a esta población presenta problemas tales como; baja velocidad en la actualización de la página, textos planos, no manejo de información multimedia, evaluando el portal web llamado “San Nong”. Como solución se plantea aplicar la teoría de ergonomía como método para mejorar el diseño de la interfaz del sitio web, a fin de maximizar la eficacia del servicio identificando características físicas y psicológicas de una persona con el fin de crear soluciones TIC que se adapten a las necesidades del usuario que interactúa con los dispositivos y las páginas web[25].

Wan Abdul Rahim Wan Mohd Isa (2014): Con el objetivo de probar la utilidad del diseño centrado en el usuario para desarrollar la ingeniería informática rural al identificar que la población rural tiene requisitos tecnológicos diferentes y su empleo en el contexto. Se realizó un registro con el resultado de instrumentos cualitativos (entrevistas y debates) con los habitantes de zonas rurales para lograr establecer relaciones de confianza entre comunidad e investigadores, y así poder implementar técnicas de HCI (Interacción Hombre- Computadora) que permitan implementar usabilidad y calidad en las soluciones TIC rurales desarrolladas [40].

Priyamvada Tiwari (2014): Tiene como objetivo probar nuevos métodos para mejorar la usabilidad de las TIC a través de la interpretación en población vulnerable, caso de estudio: mujeres embarazadas de bajos recursos. Se implementó una aplicación móvil que contaba con un diseño de iconos metafóricos diseñados para poseer un significado real en la población vulnerable y que fuera asociado con el centro médico. Los dispositivos usados fueron teléfonos de gama baja a los que tenían acceso las mujeres embarazadas. Lo que se pretendía era mejorar la usabilidad de productos TIC teniendo en cuenta las condiciones de un usuario real, las pruebas de usabilidad se realizaron con un archivo Power Point donde las mujeres hacían clic en los botones del teléfono simulad. Los resultados demuestran la reducción de la resistencia al uso del aplicativo ya que las mujeres lograron interpretar de forma correcta el contenido de la pantalla con las tarjetas de maternidad y la incorporación del audio en un lenguaje reconocido por la zona, reduciendo el porcentaje de error [41].

P. Šimek (2015): Se verificaron tres métodos que buscan medir el nivel de experiencia de usuario (UX) de un portal agrario y así evaluar la usabilidad de este. Los métodos analizados fueron la prueba de los cinco segundos, la de los treinta segundos y finalmente una prueba de usabilidad. Durante la prueba se evalúa un grupo que cumplan con las características tales como tener capacidades intermedias en uso de computadores, navegadores y portales de internet. El portal

agrario para evaluar no era de uso frecuente de los encuestados. La prueba usabilidad dio mejores resultados ya que se les pidió a los usuarios realizar una serie de tareas específicas las cuales reflejaron que los resultados dependen de los conocimientos básicos del usuario, ya sea desde la experiencia o en materia de información [39].

D. Teka (2016): El objetivo planteado fue el integrar usabilidad con Diseño Centrado en el Usuario haciendo énfasis en la metodología de desarrollo de software SCRUM. Para ello, se prioriza los intereses de cada uno de los involucrados con el producto a desarrollar, al identificar que las empresas dedicadas al desarrollo de software para usuarios rurales y urbanas poseen bajos recursos económicos imposibilitando implementar principios de usabilidad de sus productos Lo resultados del primer sprint fue la identificación de los problemas que se enfrentan los usuarios, por terminología usada que no corresponde al nivel de alfabetización del usuario final, las alertas de error no se comprenden y las habilidades técnicas y de acceso a teléfonos móviles de gama alta es difícil, por lo tanto, se identifica que los problemas de usabilidad parte de la heterogeneidad de los usuarios y la distancia entre el equipo de desarrollo [42].

S. Adhy (2017): El objetivo fue probar la usabilidad de la aplicación Rendeng (recolección y presentación de información meteorológica según las necesidades del usuario) identificando el valor de la eficacia, eficiencia, satisfacción y la capacidad de aprendizaje por parte del usuario, La metodología usada para la ejecución de la prueba se describe en la Figura 12. Los datos reunidos son de naturaleza mixta y establece si los usuarios eran capaces de completar tareas especificadas con éxito, el tiempo que tarda un participante en completar una tarea y medir la satisfacción del usuario al interactuar con Rendeng. Los resultados de la prueba de usabilidad de dividen en tarea y tiempo de ejecución para obtener un porcentaje de eficacia y eficiencia Tabla 1,para los porcentajes de aprendizaje y satisfacción se determinan mediante cálculo cualitativo (Cuestionarios, Tabla 2). A modo de conclusión la usabilidad de Rendeng es baja dado a los participantes no entienden las tareas lo que genera pérdida de tiempo [27].

Figura 12. Metodología Aplicación Prueba de Usabilidad.

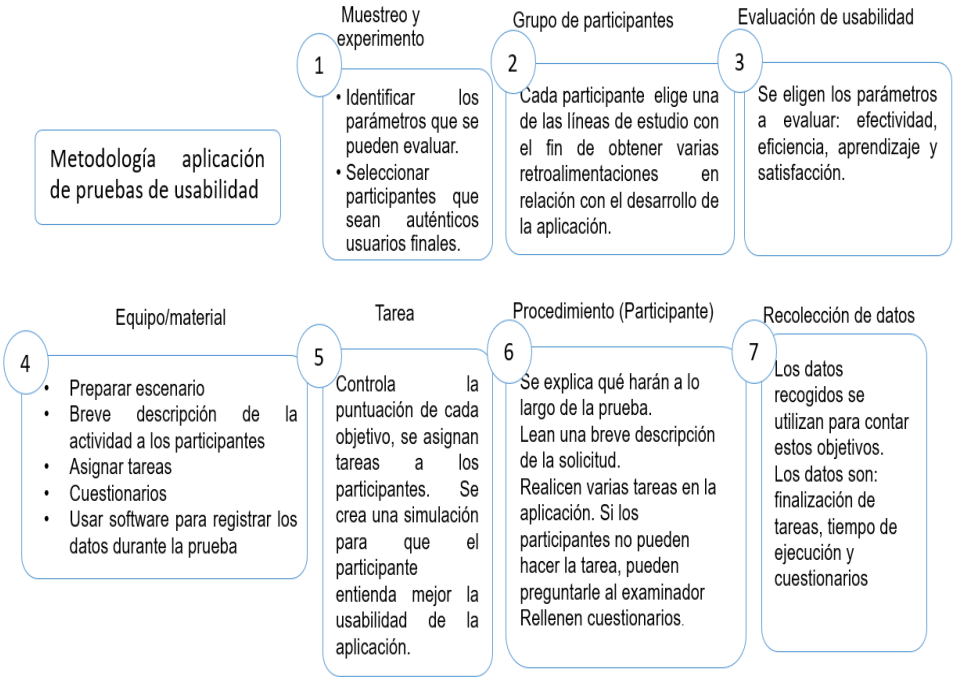


Tabla 1. Fórmulas para estimar Eficacia/Eficiencia

Cálculo Cuantitativos	
Eficacia	Eficiencia
$eficacia = \frac{número\ total\ de\ tareas\ completadas\ con\ exito}{número\ total\ de\ tareas\ realizadas}$	$Eficiencia\ relativa\ global = \frac{\sum_{j=1}^{R}\sum_{i=1}^{N} nijtij}{\sum_{j=1}^{R}\sum_{i=1}^{N} tij} * 100\%$
Descripción	
N = Número total de tareas (objetivos). R = Número de usuarios. ni, j = Resultado de la tarea i por el usuario j; cuando el usuario completa con éxito la tarea, entonces =1, si no es así = 0 ti, j = J tiempo de usuario dedicado a completar la tarea i. Cuando la tarea no se completa con éxito, se mide el tiempo hasta que el usuario abandona la tarea.	

Tabla 2. Cuestionario aplicado en una prueba de usabilidad

Cálculo Cualitativo	
Aprendizaje	Satisfacción
En mi opinión, esta interfaz de aplicación es aprendible	En mi opinión, esta aplicación es fácil de usar
Puedo usar este programa sin ninguna ayuda si el técnico o el desarrollador	Usaré esta aplicación más adelante en el tiempo
En mi opinión, la información sobre el nodo que tengo ha sido bien proporcionada y muy comprensible.	En mi opinión, la información proporcionada en esta solicitud está actualizada
En mi opinión, el gráfico sobre los datos recibidos en cada nodo ha sido bien proporcionado y muy comprensible.	¿Este sistema le facilita la supervisión del proceso?
En mi opinión, la exportación de nodos de datos de procesamiento puede completarse fácilmente.	¿Este sistema facilita la obtención de información relacionada con los datos meteorológicos del nodo?

11. METODOLOGÍA

La metodología propuesta servirá como una guía general para la ejecución del proyecto. No obstante, la fase contextualización, diseño, ejecución del protocolo y análisis de resultados, será trabajado bajo el modelo de apropiación tecnológica (Telecom Applications Map - TAM o Unified Theory of Acceptance and Use of Technology – UTAUT2).

Figura 13. Metodología Propuesta.

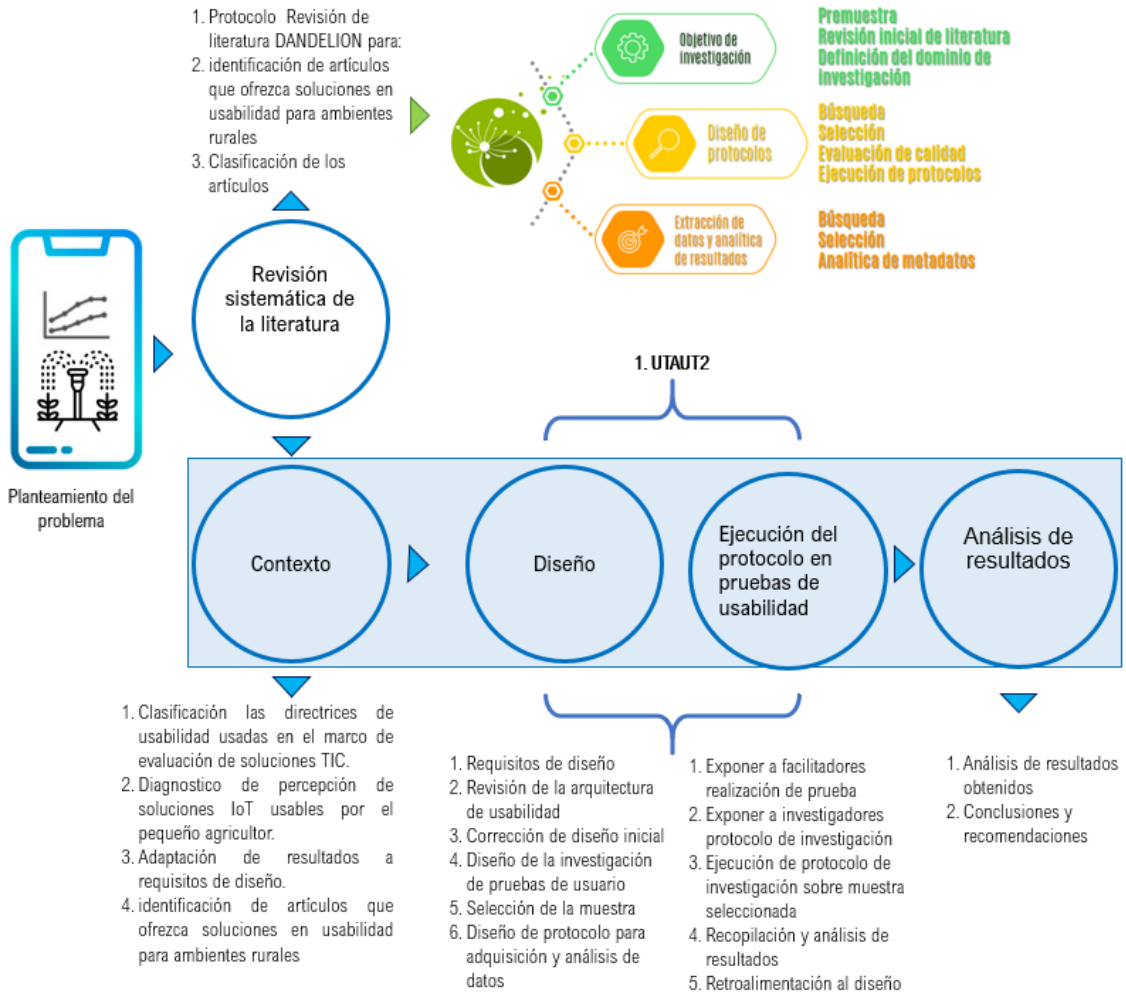


Figura 14. Metodología DANDELION

Fuente DANDELION [43]

Para ello, es necesario evaluar las características de cada uno de los modelos a fin de ser implementado en el desarrollo de la guía.

11.1 DESCRIPCIÓN METODOLOGÍA PROPUESTA

Partiendo del problema detectado se plantea como paso inicial con un revisión sistemática de la literatura bajo el modelo DANDELION para: identificación de artículos que ofrezcan soluciones en usabilidad para ambientes rurales, segundo se inicia la fase de contextualización en la cual se clasifican las directrices de usabilidad en el marco de evaluación de soluciones IOT, se hace un diagnóstico de percepción de soluciones IOT por el pequeño agricultor, tercero se inicia la fase de diseño haciendo una percepción de requisitos de diseño identificando de modelos de adopción tecnológica UTAUT2, Caracterización de variables de los modelos seleccionado, Evaluación del modelo con respecto al caso colombiano – Santander. Acoplamiento del modelo a las necesidades del entorno santandereano:
A) Análisis y selección de variables (Análisis de los niveles de alfabetización (Digital, funcional y social, básica) de los usuarios finales, conectividad, servicios básicos, edad, nivel de escolaridad, etc); B) Selección de público objetivo (Cualquier

población del departamento de Santander en que se encuentren pequeños productores agricultores, cuyo municipio tenga como características tener una vía de acceso. Una vez seleccionada la población objetivo se harán jornadas de información respetando las indicaciones que vayan a la par de habeas data); C) Selección de cultivo; D) Selección de ubicación; E) Evaluación de las variables IOT en el agro.

11.1.1 REVISIÓN DE LA ARQUITECTURA DE USABILIDAD: SELECCIÓN DE LAS TÉCNICAS DE USABILIDAD QUE SE AJUSTEN A LOS REQUISITOS DE LA MUESTRA Y QUE SE APLIQUEN A SOLUCIONES IOT.

11.1.1.1 Diseño de investigación de prueba de usuario: a) Selección de instrumentos de validación; b) Diseño de evaluación de prototipo; c) Protocolo de ejecución de prueba.

11.1.1.2 Selección de la muestra: Usuario potencial, pequeños agricultores con interés de implementar herramientas modernas (Soluciones IoT) que le ayuden en su labor diaria en la agricultura.

11.1.1.3 Diseño de protocolo para adquisición y análisis de datos: Guía pedagógica en la que se explique cómo realizar las pruebas, qué criterios tener para la recolección de datos.

11.1.1.4 Para la cuarta fase ejecución del protocolo en pruebas de usabilidad de los lineamientos propuestos al exponer a expertos los resultados y así hacer una recopilación de resultados. Finalmente, análisis de resultados, conclusiones y recomendaciones.

12. ACTIVIDADES Y RESULTADOS

A continuación, se definirá la relación entre actividades, metodologías implementadas y resultados asociados en cada uno de los objetivos propuestos para el desarrollo del proyecto

Tabla 3. Descripción de actividades del objetivo específico 1.

Objetivo específico	Actividades	Resultados	Metodología
Identificar las características de usabilidad que permitan evaluar soluciones IOT orientadas a pequeños agricultores.	Identificar trabajos previos que abordan temas tales como pruebas usabilidad/aplicación de soluciones IOT para el agro.	Documento de revisión sistemática	Revisión De La Literatura (Protocolo de revisión sistemática de la literatura)
	Selección de Artículos	Bibliografía	
	Recopilación de metadatos	Estado del arte	
		Marco teórico	
	Análisis de Artículos	Justificación	
	Identificación de características que componen una prueba de usabilidad	Capítulo de diseño	

Tabla 4. Descripción de actividades del objetivo específico 2.

Evaluar la pertinencia de directrices de usabilidad identificadas en el contexto colombiano.	Análisis de los niveles de alfabetización de los usuarios finales, conectividad, servicios básicos, edad, nivel de escolaridad	Capítulo de evaluación	Diseño Búsqueda de datos Requisitos de diseño Revisión de la arquitectura de

	Selección de público Objetivo		Usabilidad Corrección de diseño inicial Diseño de investigación de prueba de usuario Selección de la muestra Diseño de protocolo para adquisición y análisis de datos
	Selección de cultivo/ Solución IOT		
	Selección de ubicación		
	Evaluación de variables IOT en agro		
	Recolección de datos		
	Análisis de los datos de las variables evaluadas		

Tabla 5. Descripción de actividades del objetivo específico 3.

Diseñar las directrices de evaluación de usabilidad según características identificadas para el contexto colombiano-Santandereano.	Recopilación de requerimientos y Protocolo de desarrollo (TAM o UTAUT)	Capítulo de diseño	Diseño Búsqueda de datos Requisitos de diseño Revisión de la arquitectura de Usabilidad Corrección de diseño inicial Diseño de investigación de prueba de usuario Selección de la muestra Diseño de protocolo para adquisición y análisis de datos
	Selección de criterios de usabilidad para la guía	Subcapítulo de diseño	
	Selección de arquitectura a partir de los requerimientos	Capítulo de diseño	
	Diseño de casos de uso		
	Diseño diagrama de interacción con patrón de usabilidad		
	Seleccionar los patrones de diseño		
	Selección de tecnologías		

	Desarrollo del protocolo de evaluación		
	Aplicar pruebas	Capítulo de prueba en el campo de aplicación	

Tabla 6. Descripción de actividades del objetivo específico 4.

Desarrollar protocolo de evaluación que permita medir el nivel de confiabilidad de las directrices diseñadas.	Selección de autores que se enfocan en temas de usabilidad	Documento de revisión sistemática	Testeo De Usuario Final Exponer a facilitadores realización de prueba: Capacitación a los facilitadores la guía pedagógica de adquisición y análisis de datos. Exponer a investigadores protocolo de investigación: Validación de protocolo por pares; capacitación de investigadores. Ejecución de protocolo de investigación sobre muestra seleccionada Recopilación y análisis de resultados Retroalimentación al diseño
	Elaboración de cuestionario	Capítulo de Validación de confiabilidad del sistema	
	Evaluación por pares	Bitácoras de retroalimentación	
	Realizar cambios sugeridos por los gurús	Capítulo de mejora del diseño	
	Evaluación por pares (Después de retroalimentación)	Capítulo de confiabilidad del sistema	

Tabla 7. Descripción de actividades del objetivo específico 5.

Evaluar la usabilidad de la tecnología AgroRIEGO a	Desarrollar protocolo que permita la evaluación del nivel de	Capítulo de Aplicación de las pautas Capítulo	Resultados Análisis de resultados obtenidos

partir de las directrices diseñadas.	confiabilidad de las directrices diseñadas. Analizar los datos que obtenidos de la aplicación de las directrices de usabilidad para el sector Agro santandereano	Conclusiones y trabajo futuro	Conclusiones y recomendaciones.

13. PROCESO DE CARACTERIZACIÓN POBLACIONAL

El objetivo de esta sección es validar las características de usabilidad detectadas en la literatura en el contexto santandereano, el resultado de la evaluación permitirá identificar las variables que afectan la usabilidad de App móviles de soluciones IOT en zonas Rurales.

13.1 INSTRUMENTO DE CARACTERIZACIÓN

El instrumento tenía como finalidad identificar los factores que afectan la interacción del pequeño agricultor con dispositivos móviles y cuál era su percepción de adoptar tecnología en pro de mejorar la producción de sus cultivos. Fue validada por dos docentes pertenecientes al programa de Ingeniería de Mercados y director de postgrados respectivamente. Por petición de los evaluadores, no se coloca su nombre en el documento.

La ejecución de las actividades se afectaron el cumplimiento de las actividades descritas para este objetivo por la crisis sanitaria que se inició en el país, el gobiernos Colombiano junto con el Ministerio de salud y protección social publicaron la resolución número 385 del 12 de marzo de 2020, decretó "*la emergencia sanitaria en todo el territorio nacional, con el fin de prevenir y controlar la propagación del COVID-19*", iniciando un periodo de cuarentena, por esta razón se afectó el desarrollo de la actividad propuesta con la población objetivo.

Como medida para contrarrestar la imposibilidad de cumplir con las actividades, se plantea hacer una captura de artículos relacionados a transferencias tecnológica con el fin de identificar la percepción de la tecnología en zonas rurales en una base de datos amigable con minería de texto, con el fin de identificar el conjunto de variables que afecta la adopción tecnológica en zonas rurales.

El Instrumento fue diseñado por secciones:

- Sección Demográfica
- Identifica el rango de edad, genero, nivel de educación y el lugar de trabajo y religión
- Sección de cultivos
- Caracterización productiva de los cultivos

Tabla 8. Instrumento de validación con pequeños agricultores

¿Qué tipos de cultivo siembra?
¿En qué mes cosecha?
¿En promedio cuantos bultos vende y que días sale usted a vender?
¿Cuántas hectáreas tiene el terreno donde cultiva?
¿Dónde usted cultiva, las temperaturas y condiciones climáticas son favorables para su cultivo?
¿Ha tenido problema con plagas u otro tipo de problemas al momento de la siembra y cosecha de sus cultivos?
¿Cuál es la principal fuente de ingreso?

Sección de acceso a internet

Caracterización poblacional sobre el acceso.

Tabla 9. Sección de acceso a internet

¿Puede usted conectarse a internet?
¿De los siguientes dispositivos cuales usted utiliza para conectarse a internet? Celular__, Tablet__, Computador__.
¿De las siguientes opciones cual o cuales le permiten conectarse a internet? Red hogar__, plan de datos__, otro__.
¿Debe pagar usted algún costo para poder acceder a internet?
Cuando se conecta a Internet puede usted utilizar aplicaciones móviles diferentes a Facebook y WhatsApp

Sección de acceso a internet

Caracterización poblacional sobre uso de Internet

Tabla 10. Caracterización poblacional sobre uso de Internet

¿Tiene usted celular táctil?
¿Ha personalizado la interfaz de su celular de algún modo?
¿Qué sabe hacer con el celular'
¿Cuál es la resolución de su celular o Tablet?
¿Le es difícil usar el celular?
¿Ha conocido a otras personas a través de alguna aplicación móvil?
¿Ha buscado información en internet de diferentes temas de interés?
¿Busca información en internet sobre temas relacionados con agricultura?
¿Encuentra la información rápidamente?
¿Usa redes sociales?
¿Cuáles redes sociales maneja?
De las siguientes opciones escoja cual o cuales corresponde a la forma como aprendió a usar el celular: Recomendación de un amigo _, Decisión propia _

Sección de Modelo de aceptación de tecnología.

Tabla 11. Sección de Modelo de aceptación de tecnología.

¿Considera que la tecnología puede ser útil para aumentar la productividad en sus cultivos?
¿Utiliza su celular para realizar algunas de estas tareas relacionadas con sus cultivos?
¿Conoce alguna aplicación móvil que le pueda ayudar en alguna de las etapas de producción?

Sección de Modelo de aceptación de tecnología.

Tabla 12. Sección de Modelo de aceptación de tecnología.

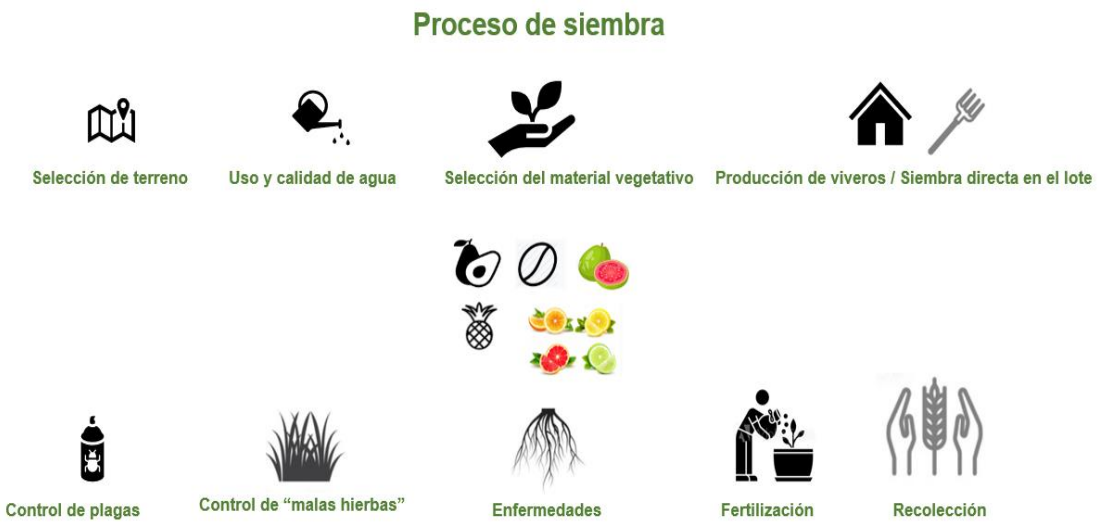
¿Estaría dispuesto en incluir tecnologías en sus labores agrícolas?

Selección de público objetivo y ubicación.
A propósito de aplicar el instrumento diseñado se determinó por accesibilidad trabajar con las 242 familias de pequeños productores que hacen parte de los mercadillos campesinos de la ciudad de Bucaramanga. Los puntos están localizados en el parque San pío, parque los niños, parque de los sueños y plazoleta de Neomundo [44].

13.2 Selección de cultivo

Global plan Santander GPS, es una estrategia de la cámara de comercio de Bucaramanga. La iniciativa presenta los cultivos que serán tendencia en el departamento en los próximos años, los cuales son Piña, Cacao, Café, Aguacate y cítricos (Limón y Mandarina)[45] , por esta razón se determina la interpretación de los lineamientos para cada uno de los cultivos mencionados, dado a que, la agricultura se refiere a una serie de procesos agrícolas que involucran diversas actividades diarias en el campo, por ejemplo, sembrar, desmalezar, fertilizar, regar y tomar decisiones agrícolas relacionadas [46], por eso, se justifica que se automatice los procesos de producción en los cultivos mencionados con soluciones IOT que tenga como objetivo presentar la información al usuario por App y que estas apliquen los lineamientos que esta investigación propone.

Figura 15. Procesos de producción agrícola



14. DISEÑO DE LOS LINEAMIENTOS

El objetivo de esta sección es contextualizar el proceso con el cual se diseñaron los lineamientos orientados a la evaluación de usabilidad de interfaces de dispositivos móviles de una solución IOT agrícola.

Se aplicó la metodología de revisión sistemática de la literatura DANDELION la cual acepta artículos que están publicados en Google e igualmente en las bases de datos tales como: CORE, ScienceDirect, Scopus, Springer Link, Taylor & Francis online, ACM y Google Scholar. Los criterios de exclusión fueron aquellos artículos que en su resumen no hablaran de aplicación de tecnología en zonas rurales, los criterios de inclusión fueron aquellos artículos que, en su título y resumen hablaran de problemas y beneficios de las TIC o IOT en zona rurales. Los criterios de calidad siguieron un proceso de clasificación de buenas prácticas de transferencia tecnológica para zonas rurales y los criterios de la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología (UTAUT2).

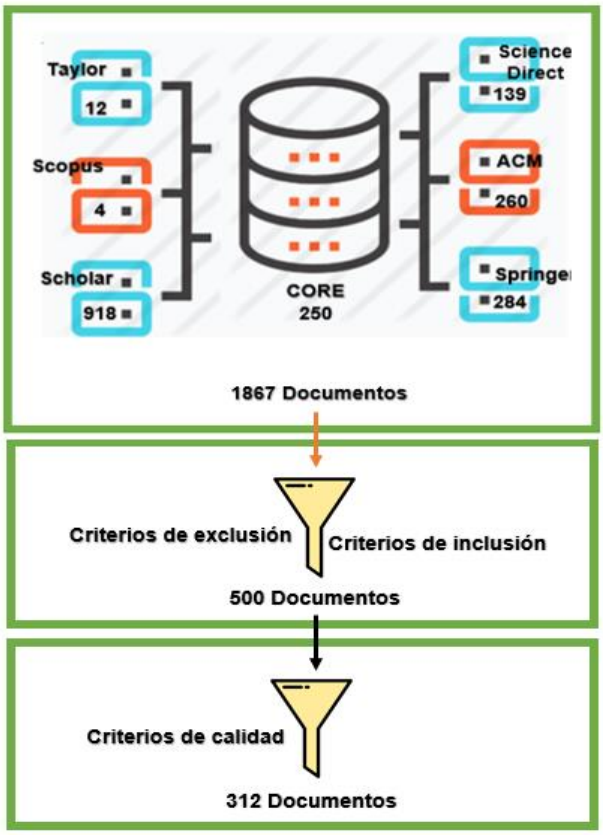
14.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA BAJO LA METODOLOGÍA DANDELION.

Ecuación de búsqueda seleccionada para la identificar los artículos relacionados con el objetivo de investigación.

(("Internet of Things" OR " IoT") AND (agri* OR farming OR smallholder OR farmer OR rural OR peasant) AND (techno* OR solution*) AND (cellphone OR smartphone OR tablet OR mobile) AND (usability or Ux)).

Se seleccionaron 312 documentos que categorizaron como buenas prácticas de transferencias tecnológica para pequeños agricultores.

Figura 16. Revisión Sistemática de la literatura DANDELION



14.2 CORRELACIÓN ENTRE METODOLOGÍAS SELECCIONADAS

Se propone una investigación cualitativa a través de tres matrices que relacionan las variables de la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología (UTAUT2 (La variable influencia social cambio por habitus la cual también hace referencia al contacto interpersonal de tal forma que altera su hábito)) con las diez heurísticas de usabilidad de Nielsen, los requisitos de Usabilidad para soluciones IOT y las dimensiones de usabilidad, de manera que, se hizo una revisión sistemática de literatura, con el fin de cruzar referencias que solidifican la relación entre las variables de cada modelo y basado en lo que se encontró en publicaciones se logra especificar que la interacción, lenguaje, control sobre ejecución de acciones, terminología y/o simbología, personalización, la ayuda o documentación, las dimensiones relativa, empírica, dependiente, al igual que la infraestructura, requisitos funcionales y el entorno son variables que afectan la expectativa de rendimiento, las condiciones facilitadoras, el hábito, la motivación hedónica y el

habitus las cuales son variable que se relacionan con la intención de uso de una tecnología para zonas rurales.

Figura 17. UTAUT2 vs Heurísticas de Nielsen

Variables modelos UTAUT2	INTERACCIÓN	LENGUAJE	CONTROL SOBRE EJECUCIÓN DE ACCIONES	TERMINOLOGÍA VS SÍMBOLOS	PREVENCIÓN DE ERRORES (Funcionalidad)	RECONOCIMIENTO EN LUGAR DE RECORDAR	PERSONALIZACIÓN	ESTETICIDAD	MENSAJE DE ERROR	AYUDA Y DOCUMENTACIÓN
EXPECTATIVA DE RENDIMIENTO	DOI:10.1016/j.gfs.2019.08.004 https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/5135/Moosa_Lucia.pdf?sequence=1&isAllowed=y http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.439.7432&rep=rep1&type=pdf	DOI : 10.5121/ijist.2016.6207 DOI: 10.1109/ANTS.2011.6163685	DOI: 10.1177/0018720815581293	https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/79375			https://cigrjournal.org/index.php/Ejounral/article/view/3937/2496 https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/5135/Moosa_Lucia.pdf?sequence=1&isAllowed=y			http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.439.7432&rep=rep1&type=pdf
EXPECTATIVA DE ESFUERZO	DOI:10.1016/j.gfs.2019.08.004			https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/79375						
HABITUS en sociología	https://doaj.org/article/ada60a93305146269bf015712b8f2be2	https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/79375		https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/79375						
CONDICIONES FACILITADORAS	DOI: 10.1016/j.compag.2016.09.010	DOI: 10.1016/j.compag.2016.09.010 https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3349668	DOI: 10.1016/j.compag.2016.09.010	DOI: 10.1016/j.compag.2016.09.010 https://repositorio-aberto.up.pthandle/10216/79375	DOI: 10.1016/j.compag.2016.09.010	DOI: 10.1016/j.compag.2016.09.010	DOI: 10.1016/j.compag.2016.09.010	DOI: 10.1016/j.compag.2016.09.010	DOI: 10.1016/j.compag.2016.09.010	DOI: 10.1016/j.compag.2016.09.010
MOTIVACIÓN HEDÓNICA	DOI: 10.1016/j.jim.2017.11.002	DOI: 10.1016/b978-0-12-385241-0.00001-4 https://doaj.org/article/ada60a93305146269bf015712b8f2be2		https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/79375			DOI:10.1016/b978-0-12-805342-3.00001-1			
PRECIO/VALOR				https://repositorio-aberto.up.pt/handle/10216/79375						
HÁBITO	DOI: 10.1016/j.compag.2018.04.001	DOI: 10.1016/j.compag.2018.04.002	DOI: 10.1016/j.compag.2018.04.003	DOI: 10.1016/j.compag.2018.04.004	DOI: 10.1016/j.compag.2018.04.005	DOI: 10.1016/j.compag.2018.04.006	DOI: 10.1016/j.compag.2018.04.007	DOI: 10.1016/j.compag.2018.04.008	DOI: 10.1016/j.compag.2018.04.009	DOI: 10.1016/j.compag.2018.04.010
INTENCIÓN DE COMPORTAMIENTO	X	X	X	X			X			X
COMPORTAMIENTO DE USO	X	X	X	X			X			X

Figura 18. UTAUT2 vs Requisitos de usabilidad IOT

	Requisitos de Usabilidad para soluciones IOT			
Variables modelos UTAUT2	INFRAESTRUCTURA	ENTRONO DE APLICACIÓN	REQUISITOS FUNCIONALES	REQUISITOS DEL USUARIO
EXPECTATIVA DE RENDIMIENTO	DOI: 10.1109/ICEV.2019.8920501	DOI: 10.31142/ijtsrd23095		doi:10.2830/094402 (PDF)
EXPECTATIVA DE ESFUERZO	DOI: 10.1002/advs.201900950	DOI: 10.1002/advs.201900950	DOI: 10.1016/b978-0-12-385241-0.00001-4	
HABITUS en sociología				
CONDICIONES FACILITADORAS	DOI:10.1016/j.gfs.2019.08.004		https://doaj.org/article/ada60a93305146269bf015712b8f2be2	
MOTIVACIÓN HEDÓNICA		DOI: 10.1016/j.landusepol.2017.05.005		DOI: 10.3991/ijim.v14i05.13341
PRECIO/VALOR	DOI: 10.1109 / MCOM.2019.1800332 https://doaj.org/article/ada60a93305146269bf015712b8f2be2			
HÁBITO				https://doaj.org/article/ada60a93305146269bf015712b8f2be2
INTENCIÓN DE COMPORTAMIENTO	X	X		X
COMPORTAMIENTO DE USO	X	X		X

Figura 19. UTAUT2 vs Dimensiones

	Dimensión			
Variables modelos UTAUT2	EMPÍRICA	DEPENDIENTE	RELATIVA	ÉTICA
EXPECTATIVA DE RENDIMIENTO	https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/5135/Moosa_Lucia.pdf?sequence=1&isAllowed=y	https://journals.esciencepress.net/index.php/IJAE/article/view/2465	DOI:10.1016/j.compag.2013.07.007	DOI: 10.1016/b978-0-12-385241-0.00001-4 DOI: 10.1016/b978-0-12-805342-3.00001-1
EXPECTATIVA DE ESFUERZO	DOI: 10.1080/1389224X.2019.1629970	DOI: 10.1016/j.compag.2019.05.053	DOI:10.1016/j.compag.2013.07.008	
HABITUS en sociología	DOI: 10.1016/b978-0-12-385241-0.00001-4	DOI:10.1016/j.gfs.2019.08.004	https://uwspace.uwaterloo.ca/bitstream/handle/10012/5135/Moosa_Lucia.pdf?sequence=1&isAllowed=y	
CONDICIONES FACILITADORAS			DOI:10.1016/j.compag.2013.07.007	
MOTIVACIÓN HEDÓNICA	DOI: 10.1016/j.compag.2016.09.010	DOI: 10.1016/j.landusepol.2017.05.005	https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/EstudioFONTIC.pdf	
PRECIO/VALOR		https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.12.013	DOI: 10.1007/978-3-319-07635-5_45	
HÁBITO	doi: 10.1016/j.compag.2018.04.001	doi: 10.1016/j.compag.2018.04.002	doi: 10.1016/j.compag.2018.04.003	doi: 10.1016/j.compag.2018.04.004
INTENCIÓN DE COMPORTAMIENTO	x	x	x	
COMPORTAMIENTO DE USO	x	x	x	

14.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE VARIABLES A TRAVÉS DE MINERÍA DE TEXTO

Corresponde a un análisis de final de 250 artículos[1], utilizando técnicas semánticas, asociadas con minería de texto que produjo como resultado las palabras que se repetían con mayor frecuencia en los documentos, con NVivo12 se logró sacar un árbol de relaciones con un alto porcentaje de correlación entre las palabras. Su ejecución se llevó a cabo en un tiempo de 12 horas, y produjo datos en forma de una base de datos en donde se relacionaban las palabras con mayor frecuencia de aparición y un porcentaje de correlación con palabras asociadas a la palabra identificada.

[1] Las cuáles fueron obtenidas de CORE, base de datos amigable con minería de texto, después de un proceso de limpieza.

Figura 20. Documentos importados a software NVivo

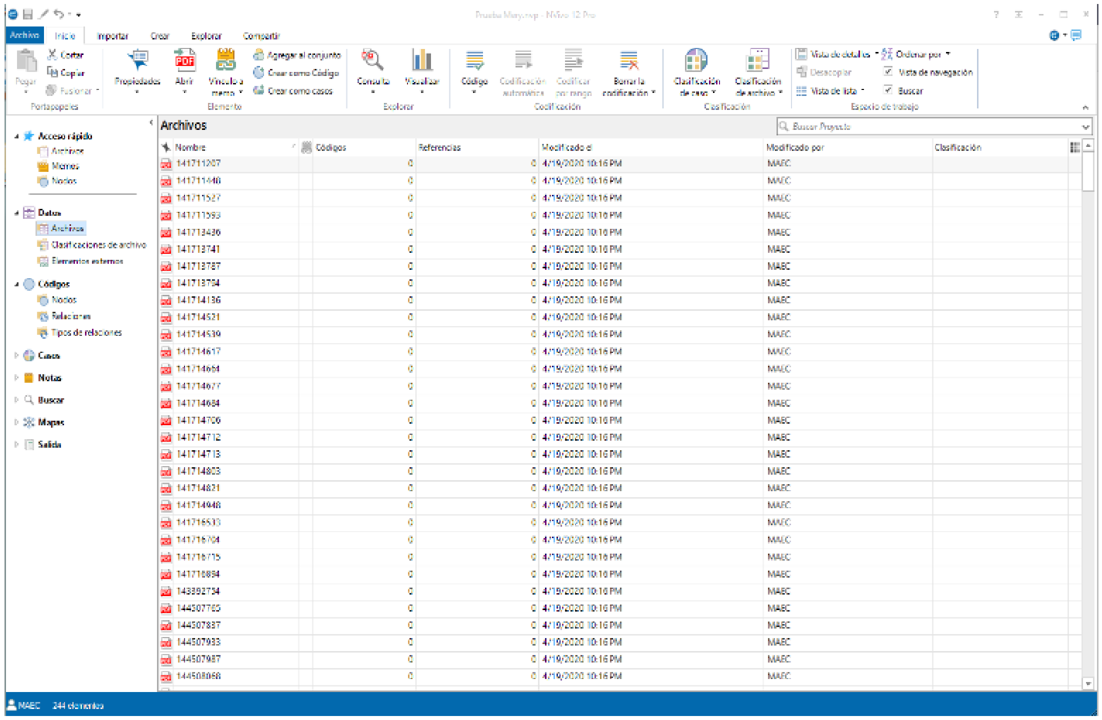
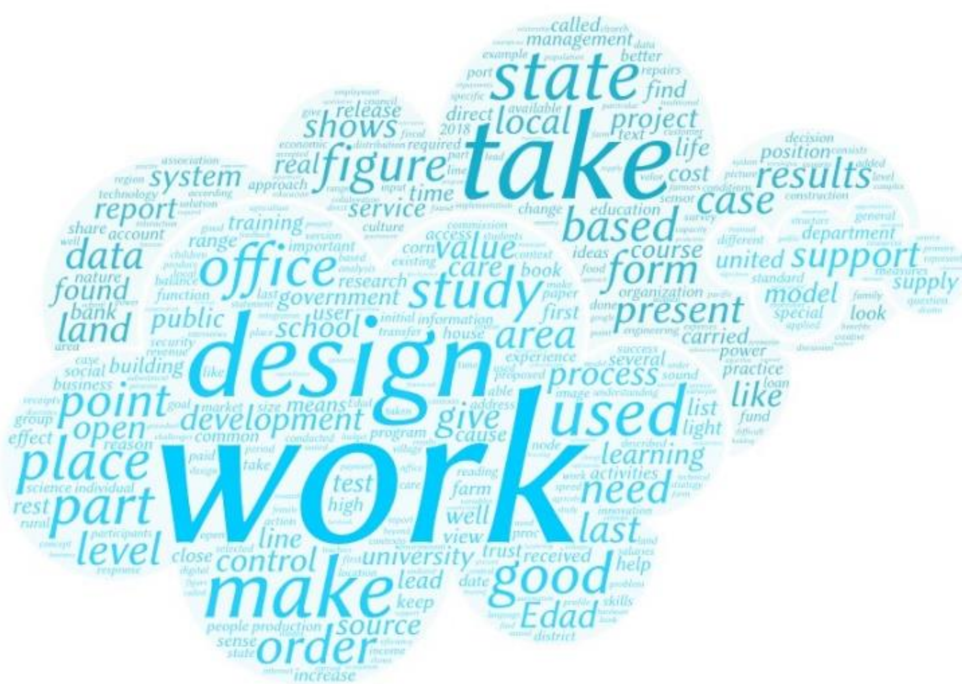
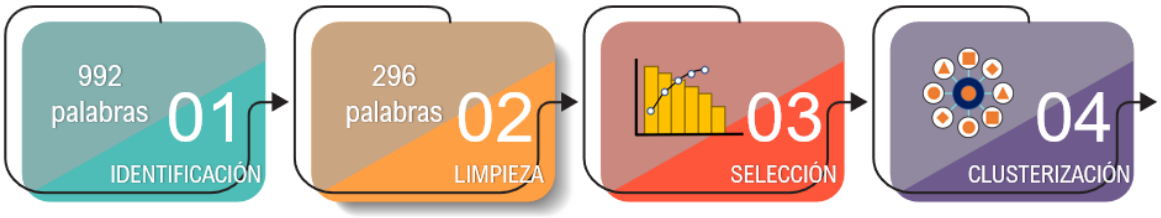


Figura 21. Frecuencia de palabras NVivo12



En la figura 21, se identifica que las palabras Work, Desing, Take son las que mayor ocurrencia en los artículos analizados. El objetivo es identificar relación de estas palabras en el contexto de usabilidad para dispositivos móviles en zonas rurales. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**22 señala el conjunto de pasos realizados para llegar a las dimensiones y variables mostrados en la Figura 24.

Figura 22. Metodología empleada para la identificación de dimensiones

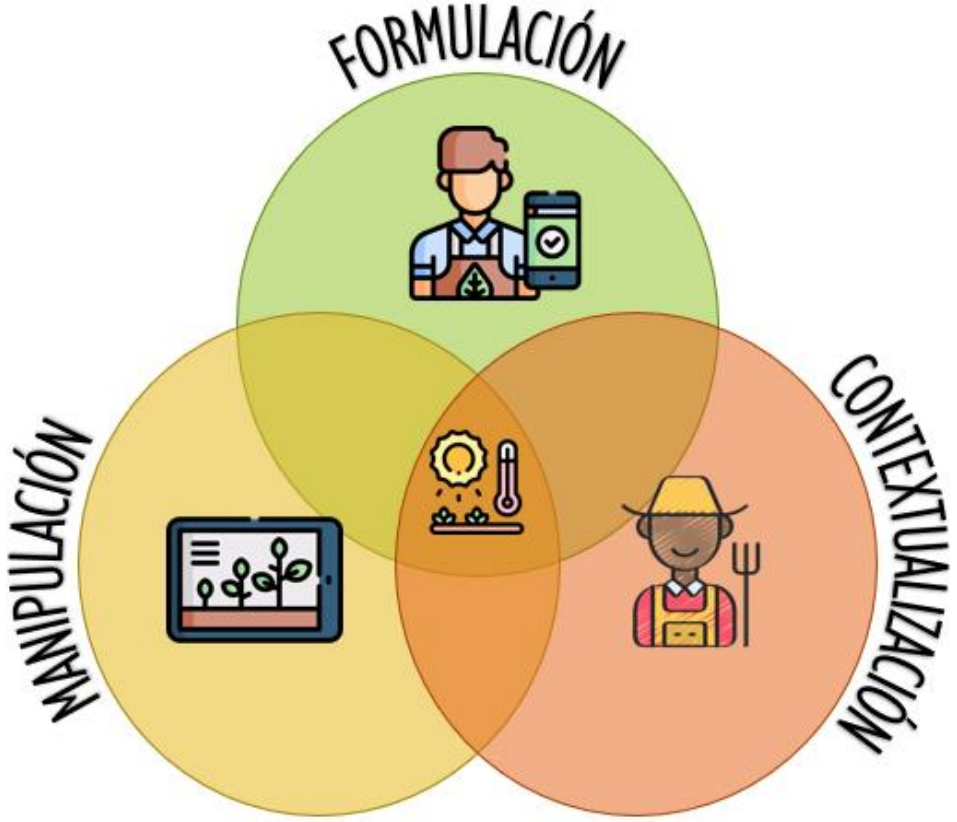


Paso 1: El software arrojó 992 palabras relacionadas con otras por una fortaleza de vínculo.
Paso 2: Para la limpieza del dataset generado, se realizó una limpieza excluyendo Stopwords con el fin de omitir palabras vacías irrelevantes para el estudio. El proceso dio como resultado 296 palabras que correspondían en su totalidad al contexto de estudio.
Paso 3: Con el fin de identificar las variables con la cual se identificarán las heurísticas, se aplicó la ley de Pareto[47] al determinar que aproximadamente el 80% de los datos obtenidos provienen del 20% de la información más predominante.
Paso 4: Con esas palabras seleccionadas, se emplea un diagrama de árbol que permita relacionar las palabras de acuerdo con los conceptos analizados en el marco teórico y a las relaciones detectadas en las matrices de las figuras 16-18, permitiendo identificar una jerarquía mayor la cuál se identificó como dimensiones.

14.4 RELACIÓN ENTRE DIMENSIONES DETECTADAS PARA CLASIFICAR LOS LINEAMIENTOS PARA APP EMPLEADAS EN IOT

Se emplea un diagrama de Venn para mostrar de forma visual la relación entre las dimensiones más representativas detectadas en el estudio de minería de texto, extraída de documentos relacionados en el contexto de los pequeños campesinos agricultores, las cuales son Manipulación, Formulación y Contextualización, mostrados en la Figura 23 y la Figura 24:

Figura 23. Diagrama de Venn sobre la interrelación de dimensiones de los lineamientos diseñados



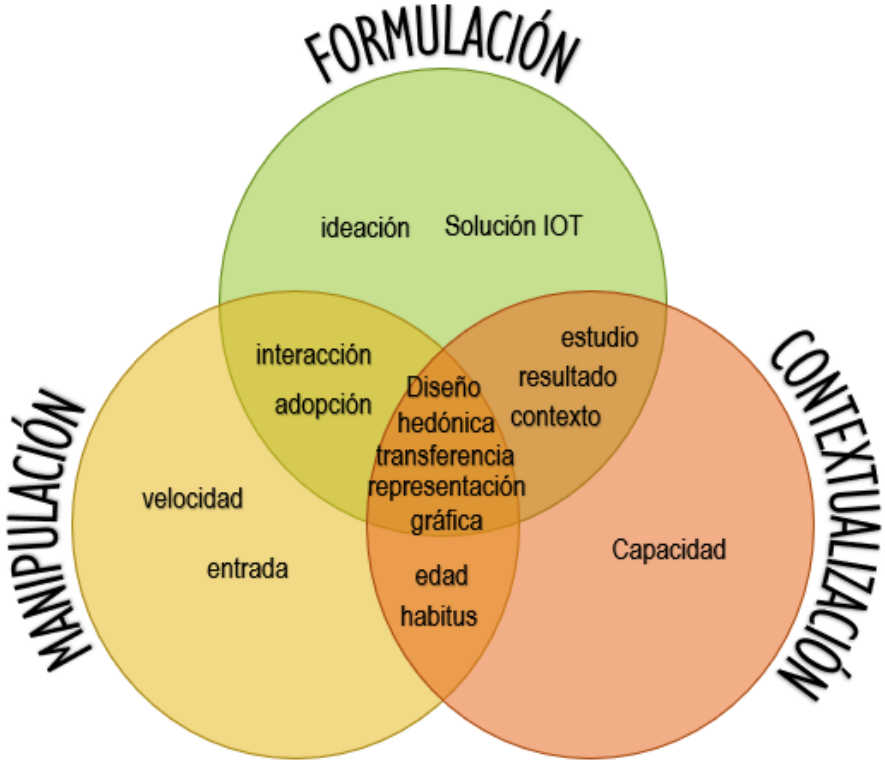
Manipulación tiene todo aquello que va relacionado con Experiencia de usuario (UX) y ergonomía que siente el usuario al manipular la aplicación con su dispositivo.

Formulación hace referencia al por qué se hizo el App, cuál es el objetivo, al igual que enseñarle al campesino la efectividad contrastando un antes y un después de usar la aplicación en su dispositivo.

Contextualización indica que la aplicación tiene que ser desarrollada para un contexto, "*el perfil del campesino colombiano es tan variado con el de las regiones del país*" entonces no tienen las mismas características de la provincia de García Rovira a los campesinos de los alrededores de la zona metropolitana de Bucaramanga, por lo tanto, se considera el trabajo por veredas dado que ni en los mismos municipios se maneja el mimo lenguaje coloquial.

Para cada dimensión se identificaron un grupo de palabras que tenía mayor correlación entre ellas y en base a cada conjunto de variables detectadas se diseñaron uno o más lineamientos, los cuales se clasifican por dimensión y la relaciones entre las mismas.

Figura 24. Relación entre dimensiones según las variables que comparten entre sí.



Lineamientos en base a cada variable.

A continuación, se describen las palabras detectadas para cada grupo de variables que se pueden identificar en el diagrama de Venn. Las variables descritas son el pilar los lineamientos que componen cada grupo.

El primer grupo son los lineamientos terciarios son los que están asociados a las siguientes variables.

Diseño informa el estado del proceso, se representa la actividad agrícola de tal forma que es entendida por el agricultor, identifica el objetivo del desarrollo del aplicativo móvil.

Hedónica busca analizar los miedos y/o temores, preocupaciones que pueden afectar la percepción del uso de tecnología de los agricultores, al igual que el acompañamiento que se le puede ofrecer para que logre percibir la protección en caso de presentar problemas en la manipulación de la herramienta (App).
Transferencia hace referencia a identificar los dispositivos móviles con los que cuentas los agricultores. Hacer del conocimiento transportable y entendible por el usuario.
Representación gráfica a través del análisis de minería de texto también se asocia a la imagen y gráfico, hace referencia nombras las imágenes con sus nombres coloquiales y diseñarlas tal cual como se ven en un contexto no digital.

L1_FMC: Representar la conveniencia del diseño a los agricultores (la interfaz le facilita cumplir con los pasos de una tarea).

"*La herramienta debe ser eficiente y estéticamente atrayente que ayude a alcanzar el objetivo*" de automatizar la producción Agrícola [48], [49].

L2_FMC: Informar al agricultor sobre el proceso que requiere de su atención.

La interfaz de usuario "*es el canal que permite la interacción y la comunicación entre el usuario y el sistema y por esta razón la interfaz debe facilitar la comunicación entre los dos elementos mediante el uso de estilos de comunicación familiares para el usuario*", por lo tanto, cada interfaz deberá ser representativa para cada proceso acomodada a una amplia y diversa gama de estilos de comunicación para apoyar la diversidad cultural entre los usuarios [50].

L3_FMC: Identificar los patrones de interacción que ya conocen (Redes sociales).

Las aplicaciones móviles más utilizadas entre agricultores son Facebook y WhatsApp como fuente de difusión de información [51]. A fin de facilitar la rápida adopción de información y conocimientos agrícolas a una población más amplia, se recomienda la incorporación de atributos de utilidad que han influido positiva y significativamente en la adopción de redes social, aumentando la confianza de los usuarios en el uso de las aplicaciones agrícolas móviles, empleando el criterio de Nielsen de experiencia sobre memoria [52], [53].

L4_FMC: Desarrollar un sistema de navegación que le permita al campesino reconocer la actividad agrícola objetivo de la App en todo momento independientemente del proceso que se esté ejecutando.

Las aplicaciones agrícolas deben mostrar en cada interfaz un símbolo que resalte el cultivo que se está trabajando.

L5_FMC: Identificar los iconos culturalmente sensibles con los cuales los agricultores se sienten familiarizados con su trabajo (íconos figurativos disminuye el esfuerzo de lectura y espacio en una pantalla).

Una vez se solucionen los problemas de interacción gracias a la falta de iconos figurativos, modelos conceptuales, metáforas y lenguajes asequibles se ofrecerán soluciones fáciles de interactuar para el contexto de aplicación, procurando que la usabilidad asociada a la App mejore [50].

L6_FMC: Asesorar a los agricultores con recomendaciones referentes al uso y beneficio de la solución IOT y su correcta adopción tecnologica.

Los agricultores de Taiwán cuentan con un Chatbots capaz de asesorarlos, por medio de una conversación les ayuda a identificar plagas y ofrece consejos sobre medidas de control [54].

Los resultados de la evaluación del programa vive Digital para la gente del gobierno colombiano, se identificaron los temores de los campesinos frente a la tecnología, los cuales generan que la rechace, dado a que perciben que son "*señalados por ignorantes o ser sujetos de burla a causa de su desconocimiento de las TIC, está situación figura como una barrera de apropiación*"[55]. Las TIC igualmente juegan un papel fundamental en el desarrollo socioeconómico de una comunidad, pude permitir mejorar el acceso a una mejor educación, de manera que, educar a los habitantes de zonas rurales en tendencias digitales les ayuda a crecer económicamente con la implementación de nuevas soluciones TIC para el Agro y [55], se debe tener en cuenta también que los pequeños agricultores saben que los teléfonos móviles e internet son una herramienta útil para la producción agrícola.

L7_FMC: Diseñar un plan de acompañamiento preventa y posventa que promueva en el agricultor la correcta apropiación tecnologica y lealtad hacia la marca.

Es catalogada como buena práctica de e-Agriculture por la FAO, a causa de una experiencia que vivieron investigadores de Microsoft Research ya que en uno de sus breves videos donde explican la forma de tratar semillas, no fue bien acogido por la comunidad puesto que no entendían los que describían en el video. "*Después*

de un análisis identificaron que para los agricultores era un reto recordar la medición de las Tricodermas, un importante agente de tratamiento de semillas, que se explicaba en gramos por unidad del trigo. Cuando cambiaron la unidad de medida a la de CUCHARARIDA, los agricultores lograron comprender y lo más importante recordar el objetivo del video", los protagonistas de los videos fueron miembros de la comunidad quienes hicieron los videos guiados por los inventadores [56] .

"*Los sindicatos pueden ayudar en la producción agrícola sostenible, la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible*", una de sus alternativas seria usar sus infraestructura y redes institucionales para mejorar las contribuciones a la producción Agrícola [57].

L8_FMC: Crear App móviles que sean compatibles con los dispositivos de gama media-baja que tienen los agricultores con el fin de mantener un apoyo ergonómico de modo que el agricultor mantenga la manipulación física con el dispositivo.

Las versiones de la App deben ser compatible con los diferentes dispositivos móviles que usen la población objetivo, de no ser así, afecta la interacción generando que se pierda el beneficio de la App, dado a que el usuario tendría que adquirir un nuevo teléfono que tal vez nunca ha visto o interactuado lo que llevaría a lidiar con temas de ergonomía con nuevo celular [48].

Características detectadas en los teléfonos de baja gama y/o media que tienen los pequeños agricultores [58].

Sistema operativo
o Sistema operativo: Android 2.3.5 Gingerbread a Android 5.1.1 Lollipop

Hardware
Chipset: 32 bits (28nm)
CPU: 1 Ghz Dual-Core a 1.7 Ghz Dual-Core
GPU: Qualcomm Adreno 220/305/330, PowerVR SGX544 MP3, ARM MAI-400
Memoria RAM: 512 MB LPDDR2 a 2GB LPDDR3
Memoria interna: 2GB a 32GB

Pantalla
Tipo de pantalla: TFT LCD IPS , Super AMOLED

Tamaño de pantalla: 4.5" pulgadas
Proporción pantalla: ~59.5% a ~72.3%
Touchscreen: Capacitiva Multitouch
Resolución pantalla: 480 x 1280 pixeles a 1080 x 1920 pixeles
Densidad: 218 PPI a 441 PPI

Red móvil
Descarga/subida máxima: 21/5.76 Mbps a 100/50 Mbps
Tecnología de red: 2G, 3G, 4G

Cámaras
Cámara trasera: 5 megapíxeles a 20,7 megapíxeles
Cámara frontal: 0.3 megapíxeles 2.1 megapíxeles

Multimedia
Radio: No compatible, FM y FM con RDS
Formatos de video: MP4, H.264, H.263, WMV
Formatos de audio: MP3, WAV, WMA, eAAC+USB

Conectividad
USB: MicroUSB 2.0 / MicroUSB 2.0
Salida de audio: Conector 3.5mm
Bluetooth: Versión 3.0 con A2DP / Versión 4.0 con A2DP
WiFi:
GPS: A-GPS, GeoTagging / A-GPS, GeoTagging, GLONASS

Otras funciones
Navegación web: HTML, XHTML / HTML, XHTML, HTML5
Sensores: acelerómetro, proximidad, brújula, luz ambiental / acelerómetro, proximidad, brújula, luz ambiental, giroscopio, barómetro, temperatura.

Batería
Batería: Iones de Litio (Extraíble) / Iones de Litio (No extraíble)
Capacidad: 1500 mAh a 2600 mAh

L9_FMC: Identificar la anatomía vegetal del cultivo con el fin de digitalizarla y tener una mayor estimación.

Las imágenes presentadas deben corresponder a la etapa de crecimiento en el que esta la planta.

L10_ FMC: Mostrar la notificación de error con un lenguaje que de a entender que hay una solución en progreso.
Los errores son causados por un mal diseño o un usuario distraído, los errores son una forma de indicarle que falta algo o no es lo que se requiere, con el fin de evitar frustraciones en los usuarios se deben presentar los errores comunes (Formatos, Notificaciones) de una forma más amigable que no afecte su interpretación (notificaciones de la solución al inconveniente). [59]

El segundo grupo son los lineamientos primarios son los que están asociados a las siguientes variables.

Solución IOT a través del análisis de minería de texto también se asocia a la palabra *trabajo*, dado que, hace referencia a que proceso agrícola se va a automatizar identificando el cultivo o plantaciones, el proceso de siembra hasta la cosecha y la escritura que se maneja a la hora de presentar información en App agrícolas.
Ideación a través del análisis de minería de texto también se asocia a la palabra hacer, hace referencia a planear proyectos que tengan claro la necesidad que van a suplir, generando como resultados causas positivas, constitutivas para los pequeños agricultores.
Velocidad hace referencia a la rapidez con la que se la interfaz hace retroalimentación al agricultor.
Entrada hace referencia a cambiar la forma de ingresar datos al sistema.
Capacidad a través del análisis de minería de texto también se asocia a la palabra capaz que hace referencia al conocimiento que tiene los agricultores respecto a las TIC en relación con soluciones IOT.

L11_F: Identificar el proceso agrícola que se automatizará con la solución IOT.

Los usuarios tienen modelos mentales de cómo funciona un sistema en el mundo real, por lo que, espera que los elementos que se muestren en la interfaz de la App IOT se reflejen de forma muy similar
L12_F: Identificar la necesidad del agricultor (¿La respuesta al Por qué usar esta tecnología?).

En primer lugar, los investigadores identifican la necesidad que van a suplir con la solución IOT, para que el agricultor infiera que necesita la tecnología debe ser parte del proceso de desarrollo donde son fundamentales sus conocimientos e ideas, de modo que, identifique los beneficios que tendrá si adquiere la herramienta [50], [60]. Las necesidades van desde infraestructura hasta la motivación Hedónica de los agricultores.

L13_M: Determinar tiempo de respuesta mínimo requerido por cada interacción establecida entre el agricultor con la interfaz.

Basados en que los agricultores usarían la App móvil, durante su jornada laboral, en la cual no se permiten perder el tiempo. "El agricultor se define como una persona con falta de tiempo para aprender y utilizar las TIC en países en desarrollo" [61], por consiguiente las respuestas a la interacción del agricultor sea corto. El grupo de investigación de Norman Nielsen ha explicado el test de los cinco segundos, que busca identificar que le ha trasmitido un diseño a un usuario, lo que posteriormente induce a que siga interactuando o esperando respuesta [62].

L14_M: Estimular el uso de APP móviles a través de imágenes como datos de entrada, para usuarios con bajos índices de alfabetización y/o nunca haber interactuado con un smartphone con el fin de garantizar que los agricultores no rechacen de entrada la APP.

Los teléfonos inteligentes de baja gama se popularizaron en zonas rurales en países en desarrollo, gracias a esto se puede llevar nuevas soluciones TIC al agro. El problema radica en que los usuarios tienen bajos índices alfabetización, por consiguiente, investigadores tales como Thomas Buchwald de Alemania ha desarrollado una estrategia para mejorar la usabilidad de las App móviles para este grupo de personas, así pues, definió la entrada de datos a través de imágenes con el fin de que personas que sean analfabetas y/o nunca haber interactuado con un teléfono inteligente pierdan el miedo y no rechacen en entrada la App [63].

L15_M: Ampliar la información presentada evitando pasos innecesarios.

"*El prominente avance en la tecnología móvil ha permitido que las tecnologías cada vez más generen acceso a información a los usuario, de una manera más intuitiva y de forma simplificada. Uno de los mecanismos capaz de promover este enfoque se basa en el uso de códigos de respuesta rápida (QR)",* lo que incide en diseñar

App móviles que permitan simultáneamente acceder a información tal como la lectura de temperatura con etiquetas QR inteligentes para soluciones IOT [64].

L16_M: Diagnosticar errores
L17_M: Prevenir errores
L18_M: Guardar el estado y proteger el trabajo
L19_M: Autonomía
L20_M: Control y manipulación del usuario
Los lineamientos L16_M a L20_M son tomados como base de las heurísticas propuestas por el autor Toni Granollers [49].

L21_M: Emplear imágenes, texto, tablas, botones y demás elementos gráficos tengan un tamaño adecuado de acuerdo con las características técnicas de los dispositivos móviles.

Las imágenes se deben ajustar al tamaño de la pantalla (imágenes responsivas).
La simbología al igual que los textos requieren cumplir con ciertos parámetros de tamaño para asegurar que el usuario pueda leer o encontrar de manera fácil cada uno de los elementos presentes en la aplicación [65].

L22_C: La aplicación emplea conocimientos autóctonos de los agricultores ubicados en áreas rurales sobre IOT y su aplicación en los cultivos de la zona.

Se presentan imágenes que ellos conozcan por las cartillas que usan en las escuelas, o sonidos que hay en la zona.

L23_C: Identificar los nombres y unidades de medida adoptados por los pequeños agricultores en sus actividades agrícolas objetivo.

Las aplicaciones móviles agrícolas lo que buscan es ayudar al agricultor a mejorar la forma de cultivar, eso implica digitalizar cada uno de los procesos teniendo en cuenta que los nombres que reciben los cultivos son diferentes por región, para evitar complicaciones se debe hacer un estudio de jergas en la comunidad objetivo [66], [67].

El tercer grupo son los lineamientos secundarios son los que están asociados a las siguientes variables.

Contexto engloba las características del entorno sociocultural, socioeconómico y el entorno de aplicación de la solución IOT equivalentes para pequeños agricultores.
Resultado hace referencia educar al agricultor para que identifique la efectividad del uso de la solución IOT, dar acompañamiento con respuestas claras durante y después de la adquisición del producto.
Estudio hace referencia hacer un trabajo de campo donde se pueda identificar como se aprende, realizan lecturas e investigan (aplican nuevas técnicas agrícolas), realizar encuestas para verificar la información sobre la comunidad para evitar la subjetividad, estudiar los procesos agrícolas objetivo.
Interacción a través del análisis de minería de texto también se asocia a la presente, hace referencia a disminuir la cantidad de pasos para completar una tarea, representar el proceso agrícola en la pantalla, presentar la solución a los errores con notificaciones con la secuencia de pasos que llegaría a la solución del problema.
Adopción a través del análisis de minería de texto también se asocia a la palabra tomar, hace referencia al proceso que un agricultor tiene que afrontar desde el momento que es informado de la existencia de la tecnología hasta el momento la convierte en una herramienta de uso diario.
Edad hace referencia a los segmentos de edad en que los habitantes rurales acceden a la tecnología. Se determinó que estos usuarios son mayores de 45 años y menores de 15 años. Los jóvenes cuyas edades comprenden entre los 16 a 44 años, se consideran emisarios digitales, y son una población que según el emigran del campo a la ciudad [68].
Habitus a través del análisis de minería de texto también se asocia a la palabra Asociación, que hace referencia a una organización, para el contexto agrícola las relaciones familiares, conocidos, compañeros o recomendados, grupos sindicales son el punto de partida de divulgación de la nueva(s) herramienta(s) agrícola(s).

L24_FC: Identificar el contexto sociocultural con el fin empatizar con los agricultores y así inferir su modelo mental con relación al conocimiento de Tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

El desarrollo de interfaces para las regiones en desarrollo, en particular para las tecnologías de la información y las comunicaciones, demuestra el valor que tiene la cultura no sólo para el éxito de las tecnologías en la región sino también para la aceptación de los sistemas, de modo que realizando una investigación demográfica y cultural se identificara su forma de interpretar, leer, investigar e implementar nuevas herramientas en su rutina de trabajo diaria [50].

L25_FC: Identificar las condiciones meteorológicas, fenómenos ambientales cuando se trata de despliegues de soluciones IOT agrícolas.

Cuando se trata de IoT en agricultura surgen varios desafíos, En primer lugar, "*el equipo que reside en la capa de percepción debe exponerse directamente a fenómenos ambientales severos, como alta radiación solar, temperaturas extremas, lluvia o alta humedad, vientos fuertes, vibraciones y otros peligros capaces de destruir los circuitos electrónicos*". En el caso de los campos abiertos, "*los nodos inalámbricos están directamente expuestos a la lluvia o los sistemas de riego*. [69]

L26_FC: Identificar el contexto socioeconómico, dado a que los sistemas IOT requieren un uso intensivo de capital para su infraestructura en agricultura de campo abierto.
"*Un factor que hay que considerar es que las tecnologías agrícolas digitales se ven afectadas por las economías de escala. La adopción es más fácil para los usuarios que pueden aplicarlas a gran escala. Los pequeños agricultores se encuentran en desventaja en comparación con los grandes agronegocios. Esto genera diferencias entre grandes y pequeños agricultores, con la consiguiente desigualdad entre los países desarrollados y los países en desarrollo. Las innovaciones y tecnologías digitales transformadoras no suelen estar diseñadas para funcionar a la escala a la que operan los pequeños agricultores*" [70],[71].

L27_FM: Color y legibilidad

El lineamientos L27_FM se toma como base de las heurísticas propuestas por el autor Toni Granollers [49]

L28_FM: Integración comunitaria

Las capacitaciones o reuniones que ayudan a orientar al usuario sobre el funcionamiento de una herramienta.

L29_MC: Emplear imágenes cuyo formato corresponda a los dispositivos móviles disponibles por el agricultor.

L30_MC: Relacionar usabilidad con el contexto

Mejorar la interacción con un producto se debe estudiar el contexto basados en la ISO _9241-11, teniendo en cuenta que la información se pueda visualizar de forma eficiente y eficaz sin importar las manos sudorosas y/o lodosas.

14.5 CONFIABILIDAD DE LOS LINEAMIENTOS DESARROLLADOS

El objetivo de esta sección es validar la confiabilidad de los lineamientos diseñados, a partir de la valoración de expertos en el tema.

El proceso de validación de los lineamientos propuestos es para recibir retroalimentación por parte de expertos, los cuales validan la pertinencia de los lineamientos, verifican sin son de fácil comprensión y que se adopten a los estándares ya establecidos referentes a temas de usabilidad.

Fue un total de cinco expertos, cada uno de ellos cuenta con experiencias relacionadas con temas de UX, formulación de hipótesis y validación de correlación de información.

Proceso de valoración.
Se diseño un instrumento que presenta el proyecto indicando en que consiste, los objetivos, tipo de investigación (Cualitativa con dos categorías de análisis), se presentaron los instrumentos que validan el proceso que justifica el diseño de cada uno de los lineamientos.

14.5.1 APORTES DE LOS EXPERTOS

Se realizaron cuatro reuniones con los expertos, en las cuáles se les presentó el proyecto, las dimensiones, lineamientos y heurísticas obtenidas. Estas fueron las observaciones recibidas por los expertos:

- Se resalto la importancia de la participación de los grupos sindicales como mediadores en la adquisición de nuevos procesos agrícolas, indicando así que debe incluirse como un factor que promueve a la adquisición tecnológica en zonas rurales.
- Considerar la importancia de la contextualización del estudio con los ODS colombianos.
- Identificar políticas públicas para iniciar procesos y fuente de financiación para llegar a zonas rurales.
- Implementar en los lineamientos retroalimentaciones positivas y negativas.
- La respuesta al error debe ser humanamente entendibles.

- Las preguntas por lineamiento deben ir enfocadas al software o las tareas que debería hacer el usuario. Evitar preguntas de índole cualitativa, que sea desconocimiento del experto.
- Resaltan el carácter innovador y potencial de explotación del proyecto. Se recomienda presentar artículo para revista de alto nivel correspondiente a las heurísticas desarrolladas.
- Para que un evaluador no demore respondiendo una pregunta, propone realizar varias preguntas lo más específicas posibles.
- Las preguntas deben ser lo menos subjetivas posibles.
- Los modelos que se escogieron están ajustados al contexto rural.
- La forma de medir las variables seria a través de las preguntas por cada lineamiento.
- La definición de las variables se debe hacer de forma que se dé a entender que es lo que quiere evalué un experto, justificando los cambios de palabra al proceso desarrollado.
- Como recomendación para un trabajo futuro indico seguir los lineamientos expuestos en la tesis doctoral “A METHODOLOGY TO DEVELOP USABILITY / USER EXPERIENCE HEURISTICS” de DANIELA CONSTANZA QUIÑONES OTEY de 2017, en la cual propone tres pasos para llegar a heurísticas de usabilidad. El primero es hacer el proceso de selección de la información a estudiar, segundo exponer la información y finalmente transformar la información extraída en heurísticas.

15. EVALUACIÓN DE HEURÍSTICAS A LA APP AGRORIEGO

El objetivo de esta sección es presentar una App AgroRIEGO la cual es un proyecto que se desarrolló en el departamento de Santander, pero presento problemas de aceptación por parte de los agricultores, en este apartado se quiere evaluar la usabilidad de la App a través de los lineamientos propuestos.

Uno de los miembros del equipo de desarrollo de AgroRIEGO, nos permite interactuar con las App a través de imágenes de cada una de las interfaces diseñadas, se aplicaron los 30 lineamientos obteniendo el nivel de usabilidad de la aplicación.

15.1 INTERFACES DE AGRORIEGO

Las imágenes proporcionadas fueron las siguientes:

Figura 25. Pantallas de aplicación AgroRIEGO

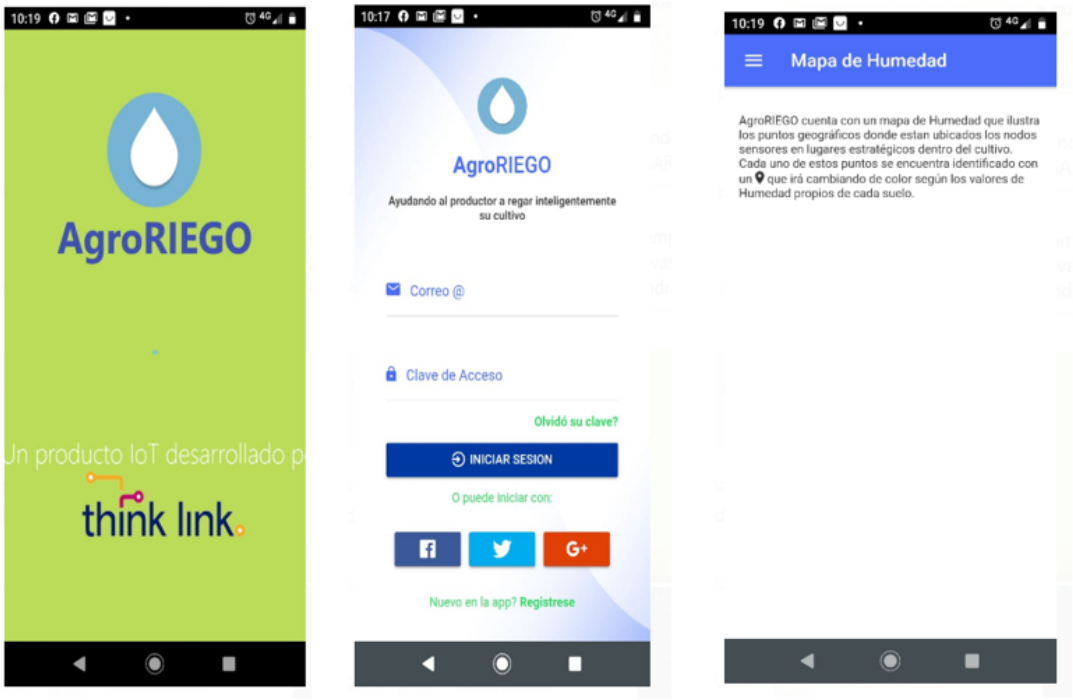


Figura 26. Pantallas de aplicación AgroRIEGO(2)

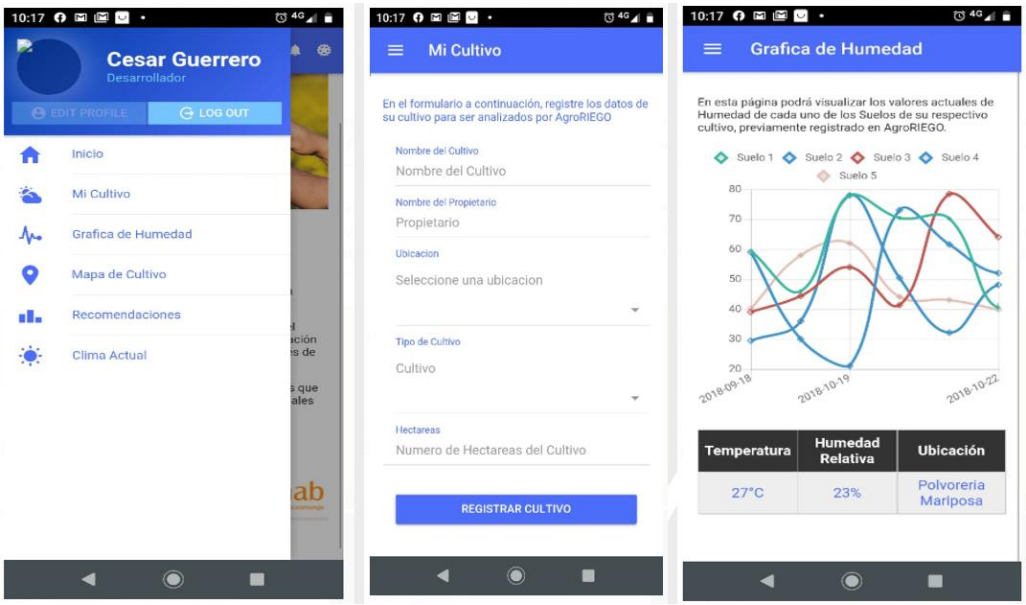
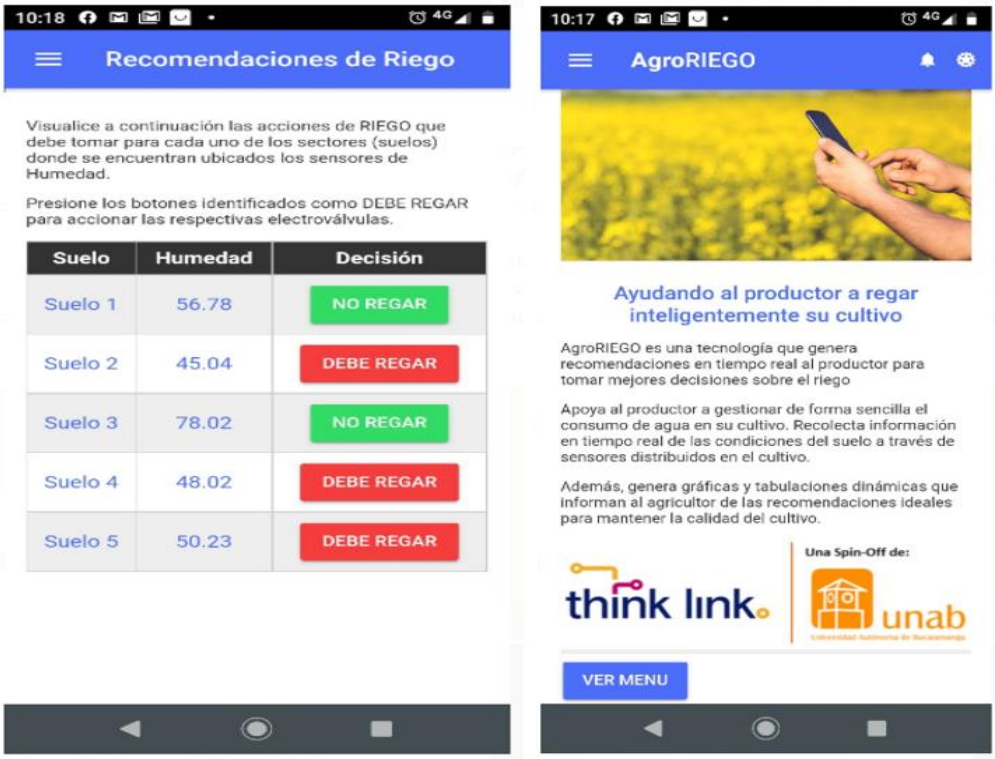


Figura 27. Pantallas de aplicación AgroRIEGO(3)



15.2 PROCESO DE EVALUACIÓN DE AGRORIEGO

Se diseño un instrumento ver anexo 1, el cual expone el lineamiento con sus respectivas heurísticas que miden problemas de usabilidad que se pueden presentar en App agrícolas de soluciones IOT, cada pregunta tenía seis opciones de respuesta que corresponde a una escalada de Likert, se toma esta escala, dado a, que el autor Toni Granollers lo propone su propuesta de evaluación de heurísticas [72].

Tabla 13. Representación del instrumento de validación de AgroRIEGO

Lineamiento	Pregunta Número	FORMULACIÓN MANIPULACIÓN CONTEXTUALIZACIÓN	Respuesta
L1_FMC: Representar la conveniencia del diseño a los agricultores (la interfaz le facilita cumplir con los pasos de una tarea).	1	Las actividades estan acompañadas de un grafico o video que complementen la información.	4
	2	Existe una retroalimentación que le perminte saber al agricultor que ha completado las actividades	2
	3	La retroalimentación suministrada al completar la tarea concientiza al agricultor sobre su importancia al completarla	0
	4	Existe un indicador de progresión de la actividad	0
	5	Se ha usado un diseño sin redundáncia de información?	4
	6	La información es corta, concisa y precisa?	5
	7	Cada elemento de información se diferencia del resto y no se confunde?	4
	8	El texto está bien organizado, con frases cortas y de intrepretación rápida?	3

Tabla 14. Ponderación de la escala de Likert

Valor numérico	Interpretación
0	No existe
1	Existe, pero está mal
2	Existe de forma regular

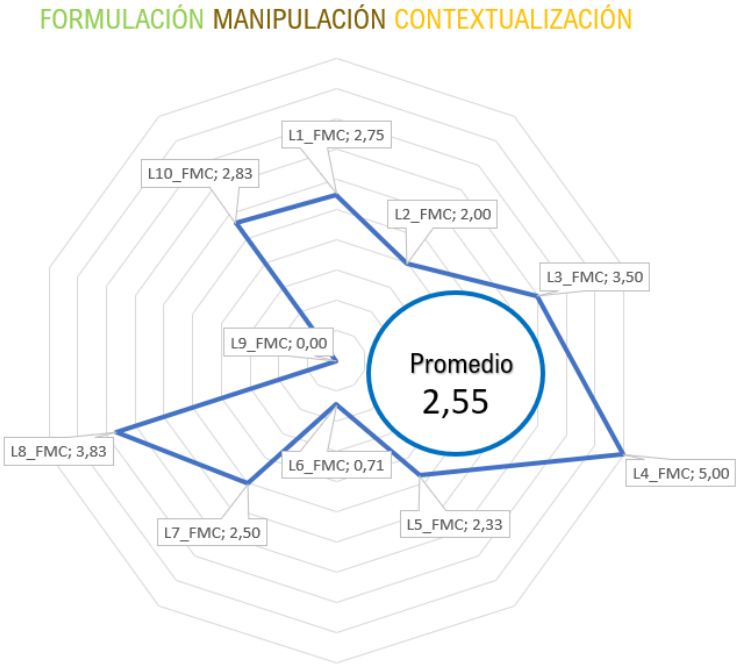
3	Existe, está bien implementada pero no es tan notorio
4	Existe, está bien implementada, pero puede mejorar
5	Existe y se encuentra excelentemente implementado

15.3 NIVEL DE USABILIDAD DE LA APP AGRORIEGO.

Los resultados obtenidos tras la retroalimentación presentada por el evaluador de la App AgroRIEGO se identifica un nivel de usabilidad bajo con una promedio de **2.80** de un escala de 0 – 5 (0 es baja y 5 Alta). El resultado indica que la interfaz de la App debe ajustarse a los lineamientos propuestos teniendo en cuenta cada una de las heurísticas diseñadas.

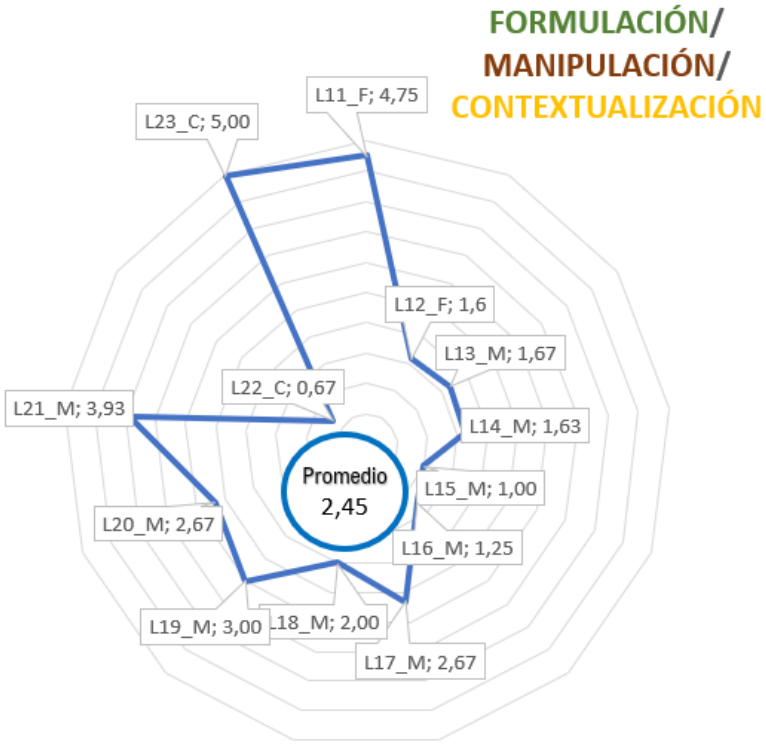
El promedio de 2.55 corresponde los diez primeros lineamientos de formulación, manipulación y contextualización, lo que indica que para aumentar el nivel de usabilidad de la App tiene que mejorar en lo correspondiente al lineamiento L1_FMC, L2_FMC, L3_FMC, L5_FMC, L6_FMC, L7_FMC, L8_FMC, L9_FMC, L10_FMC, los cuales tienen una valoración menor a 4.

Figura 28. Usabilidad de AgroRIEGO referente a los lineamientos terciarios



El segundo grupo corresponde a los lineamientos primarios que van del lineamiento L11_F al L23_C los cuales tienen un promedio de 2.45, lo que indica que para aumentar el nivel de usabilidad de la App tiene que mejorar en lo correspondiente a los lineamientos del L12_F al L22_C.

Figura 29. Usabilidad de AgroRIEGO referente a los lineamientos primarios



El tercer grupo corresponde a los lineamientos secundarios que van del lineamiento L24_FC al L30_MC, este grupo de divide en tres secciones la primera corresponde a formulación y contextualización con un promedio de 3.53, donde se tiene que verificar el lineamiento L24_FC y L25_FC los cuales tiene un promedio menor a 4, el segundo corresponde a formulación y manipulación con un promedio de 2.13 lo que indica que los lineamientos L27_FM Y L28_FM no se presentan en la App y finalmente se analizan los lineamientos correspondientes a manipulación y contextualización con un promedio de 4.10 correspondiente a los lineamientos L29_MC y L30_MC de los cuales el L30_MC tiene que mejorar para aumentar el nivel de usabilidad de AgroRIEGO.

Figura 30. Usabilidad de AgroRIEGO referente a los lineamientos secundarios (FC)

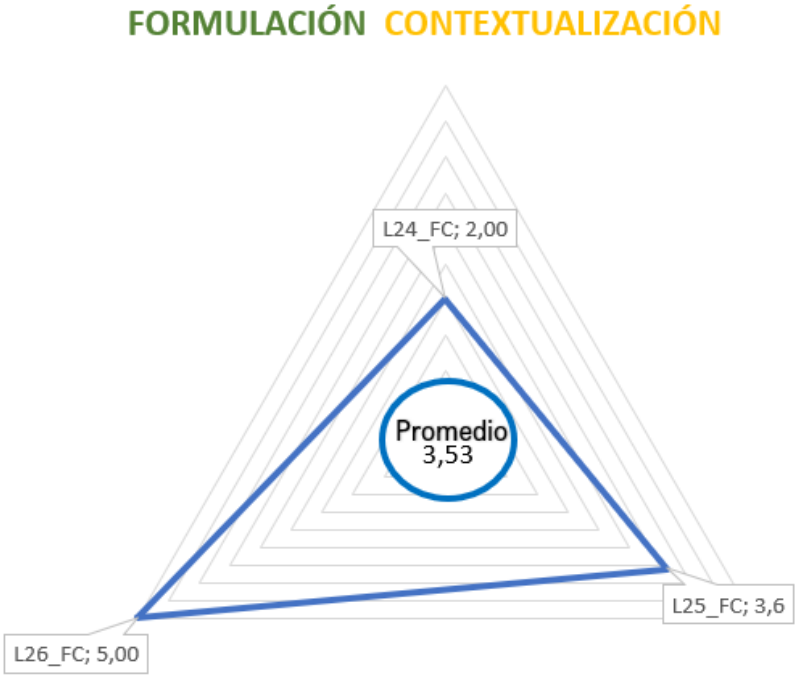
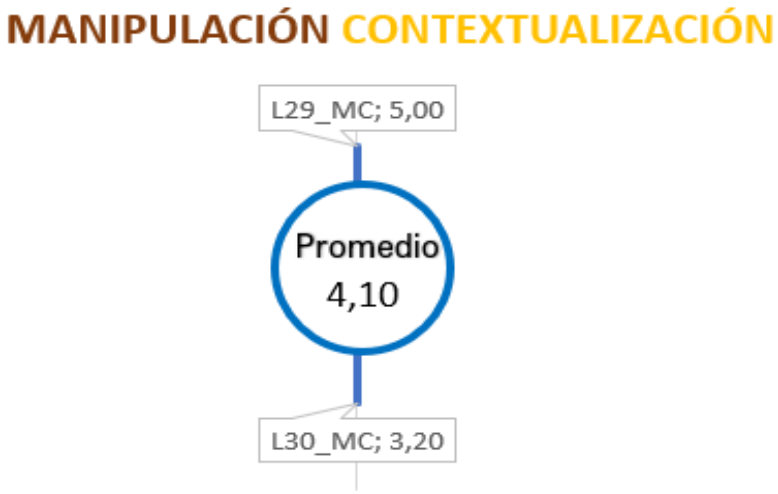


Figura 31. Usabilidad de AgroRIEGO referente a los lineamientos secundarios (FM)

Figura 32. Usabilidad de AgroRIEGO referente a los lineamientos secundarios (MC)



En síntesis, de los 30 lineamientos propuestos solo los lineamentos de la tabla 6, hicieron parte del diseño de la interfaz de la App. Con el fin de mejorar la usabilidad de esta aplicación que es asequible para los pequeños agricultores se propone que se cambie l diseño teniendo en cuenta los lineamientos faltante basados en la valoración presentada.

Tabla 15. Lineamientos con los que cumple la App AgroRIEGO.

L4_FMC: Desarrollar un sistema de navegación que le permita al campesino reconocer la actividad agrícola objetivo de la App en todo momento independientemente del proceso que se esté ejecutando.
L11_F: Identificar el proceso agrícola que se automatizará con la solución IOT.
L23_C: Identificar los nombres y unidades de medida adoptados por los pequeños agricultores en sus actividades agrícolas objetivo.
L26_FC: Identificar el contexto socioeconómico, dado a que los sistemas IOT requieren un uso intensivo de capital para su infraestructura en agricultura de campo abierto.
L29_MC: Emplear imágenes cuyo formato corresponda a los dispositivos móviles disponibles por el agricultor.

16. CONCLUSIONES

El desarrollo de proyecto se ejecutó de forma que se cumplieron con todos los objetivos planteados; para el primer objetivo se identificó como punto de partida las valoraciones del autor Jakob Nielsen, en relación con las características para medir la usabilidad a través de análisis de heurísticas, pruebas de campo con usuarios reales, identificando la importancia que tiene la disciplina de ingeniería HCI junto con las metodologías que apoyan el diseño de interfaces como lo es la metodología Diseño Centrado en el Usuario. Se idéntico que esos factores afectan desde un segundo plano la apropiación tecnológica, relacionados a los planos de alfabetización, la ergonomía, el acceso a una infraestructura al garantizar el funcionamiento de una tecnología, las variables del modelo UTAUT2, los fenómenos ambientales, todos estos resultados se logran gracias al proceso de revisión sistemática de la literatura expuesto.

El segundo objetivo nos permitió contextualizar el diseño de las directrices a un nivel regional identificado a pequeños agricultores y los cultivos que serán tendencia en el departamento de Santander. Un factor para resaltar es la importancia de presentarle al agricultor soluciones móviles que solucionen sus problemas utilizando los dispositivos de acceso fácil, al comprender que, en Colombia, el poder adquisitivo de los pequeños agricultores es bajo y por ende, el dispositivo móvil corresponderá a esta relación.

El tercer objetivo se logran diseñar 30 lineamientos teniendo en cuenta que diseñar interfaces para zonas rurales conlleva un estudio más detallado dadas las brechas digitales existentes entre las grandes urbes y los campos. Cada lineamiento hace alusión a un conjunto de problemáticas detectadas en artículos científicos relacionados con desafíos a la hora de hacer transferencia tecnológica a zonas rurales, problemáticas que se solucionan al presentar los lineamientos, los cuales pueden ser tomados como criterios de evaluación o como una guía para el diseño de interfaces móviles de soluciones IOT para el agro santandereano.

El cuarto objetivo nos deja una retroalimentación de expertos en HCI como lo es Doctor en Ciencias Computacionales (Especialidad en HCI) Toni Granollers quien resalta la importancia de buscar una mejor interacción para agricultores con el fin

de apoyar el desarrollo de un país, al igual deja como aporte la forma de medir las variables que componen el modelo planteado con cada una de las dimensiones.
Los evaluadores valoraron los instrumentos utilizados para el desarrollo de los lineamientos cada uno aporto comentarios que se tomaron como mejoras a los lineamientos propuesto.

El cuarto objetivo indica el nivel de usabilidad de la App AgroRIEGO el cual, según los lineamientos, se pondera en un promedio de 2.80; valor que se obtiene a través del instrumento diseñado, el cual fue diligenciado por un evaluador que tiene todo el conocimiento sobre la App. Esto implica que el nivel de usabilidad es aceptable con lo cual se establece la necesidad de realizar una revisión sobre aspectos de diseño implementados en la aplicación. Se destaca los elementos de navegación, las unidades de medidas adoptadas y el contexto socioeconómico, el cuál se establece adecuadamente al público a la cual la solución fue implementada.

17. TRABAJO FUTURO

Este proyecto permite iniciar nuevas investigaciones de trasformar los lineamientos a un grupo de heurísticas que se implementen para la valoración puntual de aplicaciones orientadas a zonas rúales. Al igual que, hacer una valoración de cada lineamiento con pequeños agricultores.

Por otro lado, reestructurar los lineamientos a modelos de aceptación tecnologica que estén dirigidos específicamente para pequeños agricultores como es el caso de RuralUX un framework que busca apoyar la transferencia de tecnología desde la perspectiva de Experiencia de usuario.

Finalmente, se recibe invitación para publicar los resultados en revistas científicas tipo top para seguir apoyando la transferencia de tecnología desde la perspectiva de usabilidad.

Se propone como investigaciones necesarias para tener un mayor sondeo del contexto rural, con el fin de identificar los conocimientos que tienen los agricultores ubicados en áreas rurales sobre IOT, al igual un estudio sobre como las brechas generacionales afectan la aceptación de tecnología, y la influencia que puede tener cada género en el uso de tecnología.

18. ANEXOS

18.1 ANEXO 1

Tabla 16. Lineamientos terciarios

Lineamiento	Pregunta Número	FORMULACIÓN MANIPULACIÓN CONTEXTUALIZACIÓN
L1_FMC: Representar la conveniencia del diseño a los agricultores (la interfaz le facilita cumplir con los pasos de una tarea).	1	Las actividades están acompañadas de un gráfico o video que complementen la información.
	2	Existe una retroalimentación que le permite saber al agricultor que ha completado las actividades
	3	La retroalimentación suministrada al completar la tarea concientiza al agricultor sobre su importancia al completarla
	4	Existe un indicador de progresión de la actividad
	5	¿Se ha usado un diseño sin redundancia de información?
	6	¿La información es corta, concisa y precisa?
	7	¿Cada elemento de información se diferencia del resto y no se confunde?
	8	¿El texto está bien organizado, con frases cortas y de interpretación rápida?

L2_FMC: Informar al agricultor sobre el proceso que requiere de su atención.	9	La App cuenta con señales distintas de aviso (Sonoras, visuales y vibraciones)
	10	La señales de alerta pueden ser personalizables
L3_FMC: Identificar los patrones de interacción que ya conocen (Redes sociales).	11	¿El proceso de registro a la App se asocia al de Facebook o WhatsApp?
	12	Los elementos de navegación son similares a los de redes sociales
	13	La App permite subir la foto del usuario.
	14	La App emplea elementos simbólicos similares a las redes sociales (Emoji como elemento retroalimentador)
L4_FMC: Desarrollar un sistema de navegación que le permita al campesino reconocer la actividad agrícola objetivo de la App en todo momento independientemente del proceso que se esté ejecutando.	15	Hay elementos en la pantalla actual de trabajo que identifique fácilmente la actividad Agrícola que es objetivo de la aplicación.
	16	La información de actividad Agrícola no compromete la interacción del campesino con la App
L5_FMC: Identificar los iconos culturalmente sensibles con los cuales los agricultores se sienten familiarizados con su trabajo (íconos figurativos disminuye el esfuerzo de lectura y espacio en una pantalla).	17	La App incluye iconos figurativos para el agricultor.
	18	La App incluye iconos de la galería de Facebook o WhatsApp o similares
	19	Los iconos empleados tienen un fundamento y está asociado a una actividad objetivo de la App.
L6_FMC: Asesorar a los agricultores con recomendaciones referentes al uso y beneficio de la solución IOT y su correcta adopción tecnologica.	20	La App incluye un Chatbots que asesore al agricultor de acuerdo a las jergas de la vereda.
	21	La App cuenta con una opción visible que le permita establecer contacto con asesores (Virtuales o humanos) en tiempo real

	22	La App considera diversas estrategias para establecer un espacio propicio de asesoramiento (contactar experto via telefónica, email, WhatsApp).
	23	La App cuenta con al menos una estrategia de comunicación de inquietudes (Manejo de fotos, videos, voz, mp3 y texto).
	24	La App cuenta con tips de uso
	25	Los tips de uso pueden ser ubicados fácilmente en la pantalla principal
	26	Los tips incluyen videos interactivos en lenguaje coloquial explicando cómo usar la App y los beneficios al usarla
L7_FMC: Diseñar un plan de acompañamiento pre-venta y pos-venta que promueva en el agricultor la correcta apropiación tecnologica y lealtad hacia la marca.	27	La App tiene dos versiones una prueba y una paga.
	28	La versión prueba permite identificar de forma limitada las potencialidades de la App
	29	La App fue resultado de un esfuerzo conjunto entre los habitantes, agremiaciones, sindicatos y demás organizaciones asociada a la producción agrícola a tecnificar.
	30	La App cuenta con un Boletín de actualización que invita a sus usuarios a participar en jornadas de trabajo con la solución IOT.
L8_FMC: Crear App móviles que sean compatibles con los dispositivos de gama media-baja que tienen los agricultores con el fin de mantener un apoyo ergonómico de modo que el agricultor mantenga la manipulación física con el dispositivo.	31	La App es compatible con los dispositivos móviles que tienen los agricultores
	32	La App evita la ejecución de procesos en segundo plano
	33	La App requiere una capacidad de almacenamiento menor a 2 GB
	34	La App permite elegir entre almacenamiento interno y SD

	35	La App sugiere el uso de almacenamiento externo SD
	36	La App consume menos de 3mA/h
L9_FMC: Identificar la anatomía vegetal del cultivo con el fin de digitalizarla y tener una mayor estimación.	37	La App permite subir fotos que pueda actualizar la anatomía vegetal presentada por la App.
	38	La App emplea los mejores ajustes de la cámara posibles en el dispositivo móvil para la toma de registros fotográficos.
	39	La App da sugerencias al agricultor empleando su jerga con el fin de evitar fotos en mal estado.
L10_F&M: Mostrar la notificación de error con un lenguaje que de a entender que hay una solución en progreso.	40	El mensaje de error aparece con una instrucción que corrija el problema
	41	Las instrucciones del mensaje de error vienen con gráficos pertenecientes a su contexto rural.
	42	Si el sistema genera error, se le indicará al agricultor en su jerga y gráficos
	43	Los mensajes de error del sistema son cortos, concisos.
	44	Los mensajes de error del sistema solicitan ayuda al agricultor en su jerga y con gráficos, en caso de no poder recuperarse él mismo.
	45	El mensaje de error se da por ingresar mal datos al sistema

Tabla 17. Lineamiento primario: Formulación

		FORMULACIÓN

L11_F: Identificar el proceso agricola que se automatizará con la solución IOT.	46	Es visible el cultivo que se está trabajando
	47	A simple vista se entiende el objetivo de la App
	48	La información suministrada por la App va de acuerdo con el proceso Agrícola.
	49	Los datos requeridos por la App siguen los lineamientos objetivo de la Aplicación.
L12_F: Identificar la necesidad del agricultor (¿La respuesta al Por qué usar esta tecnología?).	50	La App le permite al campesino ingresar el estado actual de su situación (estado de cultivo, nivel de producción, estado de los suelos, etc), en forma de registro fotográfico o por entrada de datos en forma de texto.
	51	La App tiene la opción de bitácora o diario de registro.
	52	La APP le ofrece información al campesino en forma de comparación en la evolución empleando la aplicación.
	53	La App maneja indicadores propios de sus objetivos que señalan los beneficios al haberla implementado (económicos, de producción, etc)
	54	Para cada periodo de tiempo, la App permite la elaboración de un informe gráfico que valide el valor de adquisición del agricultor con la App

Tabla 18. Lineamiento primario: Manipulación

		MANIPULACIÓN
L13_M: Determinar tiempo de respuesta minimo requerido por cada interacción establecida entre el agricultor con la interfaz.	55	El tiempo de respuesta de retroalimentación de cada interacción que el agricultor tiene con la App es menor al tiempo determinado como máximo de espera. (El tiempo es suministrado por el desarrollador)
	56	Por cada interacción que al agricultor tiene con la App se establece una retroalimentación adecuada en forma de aviso sobre el estado del proceso.

	57	La App se carga completa en cinco segundos.
L14_M: Estimular el uso de APP móviles a través de imágenes como datos de entrada, para usuarios con bajos índices de alfabetización y/o nunca haber interactuado con un smartphone con el fin de garantizar que los agricultores no rechacen de entrada la APP.	58	¿Los datos de entrada se hacen a través de imágenes?
	59	La simbología empleada en imágenes e iconos es de fácil reconocimiento en la zona rural a la cual se le va a plantear la solución.
	60	El conjunto de secuencias para lograr una acción determinada es lógica al contexto
	61	Existen indicaciones que le avisan al agricultor cuando una tarea no ha sido completada.
	62	Existen indicaciones que le avisan al agricultor cuando la tarea no se realizó de forma correcta.
	63	En caso de una acción incorrecta, aparecen las indicaciones en forma de gráficos o videos señalando cómo arreglarlo.
	64	En caso de una acción incorrecta, se le ofrece al campesino la posibilidad de reiniciar el proceso.
	65	Las indicaciones para llegar a la completitud de una tarea emplean métodos gráficos o videos
L15_M: Ampliar la información presentada evitando pasos innecesarios.	66	La App incluye el reconocimiento de etiquetas QR para acceder a información.
	67	El conjunto de secuencias para lograr una acción se explica por medio de imágenes y texto
	68	La App sugiere el cambio de uso de memoria SD.
	69	La App alerta al usuario cuando el espacio de memoria está finalizando.

	70	El diseño de la App considera diferentes métodos de funcionamiento de la Aplicación (Datos, WIFI, offline).
	71	La App emite alertar al usuario sobre el estado actual de la red en caso de que se presenten desconexiones o intermitencia.
	72	La App le da la opción al agricultor de elegir el mejor método de conexión a la red según su preferencia.
	73	La App muestra cómo realizar el cambio de memoria SD de forma gráfica de acuerdo con el modelo del dispositivo móvil.
	74	La App genera recomendaciones sobre interconexión a la red de acuerdo con el estado de la misma.
	75	La app permite integración de información con redes sociales, correo electrónico o WhatsApp
L16_M: Diagnosticar errores	76	¿Es fácil volver a un estado anterior de la aplicación?
	77	¿Se muestra un mensaje antes de tomar acciones irreversibles?
	78	Se usa, además, ¿algún código para referenciar el error?
	79	¿Los errores cometidos se muestran en tiempo real?
L17_M: Prevenir errores	80	¿Aparece un mensaje de confirmación antes de realizar las acciones?
	81	¿Queda claro qué hay que introducir en cada campo de un formulario?
	82	¿El motor de búsqueda tolera errores tipográficos y ortográficos?

L18_M: Guardar el estado y proteger el trabajo	83	¿Se implementa la utilidad del “autoguardado”?
	84	¿Tiene buena respuesta a fallos ajenos? (falla de la batería, de internet…)?
	85	¿Los usuarios pueden continuar desde un estado anterior al que quedaron en otro momento o desde otro dispositivo?
	86	¿Se puede seleccionar dónde realizar el proceso de back-up del sistema? (¿se puede almacenar en la nube? SD? ¿En la memoria interna del teléfono?)
	87	¿Se puede decidir cada cuánto realizar el “autoguardado”?
L19_M: Autonomía	88	¿El usuario puede tomar sus propias decisiones? (Personalización)
	89	¿Se mantiene en todo momento informado al usuario del estado del sistema?
	90	¿Además, el estado del sistema es visible y actualizado?
L20_M: Control y manipulación del usuario	91	Existen funcionalidades para "deshacer" y "re-hacer"?
	92	¿Es fácil volver a un estado anterior de la aplicación?
	93	¿Existe un botón para volver al estado inicial o a la página de inicio?
L21_M: Emplear imágenes, texto, tablas, botones y demas elementos graficos tengan un tamaño adecuado de acuerdo con las características técnicas de los dispositivos móviles.	94	El tamaño de las imágenes es fácilmente apreciables idependientemente de la resolución de la pantalla.
	95	La imágenes son responsive en cada una de las pantallas de la App

	96	Las imágenes pueden apreciarse a simple vista
	97	El texto que maneja la App se lee a simple vista.
	98	El texto el responsive
	99	Se puede cambiar el tamaño de la letra empleada en la aplicación
	100	Cambiar el tamaño de la letra no altera de forma significativa el diseño de la pantalla
	101	Las tablas que maneja la App se leen a simple vista.
	102	Cambiar el tamaño de las tablas no altera de forma significativa el diseño de la pantalla
	103	La información suministrada en la tabla se lee a simple vista.
	104	Los botones que maneja la App se aprecian a simple vista.
	105	Los iconos son fácilmente detectables en la pantalla de aplicación
	106	Los iconos disminuyen el esfuerzo de lectura
	107	Todos los elementos gráficos se ajustan correctamente al girar la pantalla

Tabla 19. Lineamiento primario: Contextualización

		CONTEXTUALIZACIÓN
L22_C: La aplicación emplea conocimientos autóctonos de los agricultores ubicados en áreas rurales sobre IOT y su aplicación en los cultivos de la zona.	108	¿Las imágenes empleadas en la app están relacionadas directamente con el contexto de aplicación (etnia, imágenes extraídas de Nacho lee o cualquier libro empleado para la educación de primera infancia)?
	109	¿Los sonidos implementados por la app fueron elaborados a partir de sonidos culturales de la región?
	110	¿Los sonidos empleados en la APP pueden ser personalizados?
L23_C: Identificar los nombres y unidades de medida adoptados por los pequeños agricultores en sus actividades agrícolas objetivo.	111	El nombre del cultivo corresponde a la jerga del agricultor
	112	La App incluye las medidas de las parcelas acorde a los nombre que maneja el agricultor (Surcos, melga, cabecera y pie)
	113	La App tiene la opción de personalizar los nombres asociados a las unidades de cultivo y/o medida.

Tabla 20. Lineamientos secundarios

		FORMULACIÓN - CONTEXTUALIZACIÓN
L24_FC: Identificar el contexto sociocultural con el fin empatizar con los agricultores y así inferir su modelo mental con relación al conocimiento de Tecnologías de la información y la comunicación (TIC).	114	Desarrollo de actividades relacionadas con la investigación de UX en zonas rurales.
	115	Trabajo comunitario que permita comprender nuevas formas de aprendizaje e interacción tecnologica.
	116	Realización de encuestas y demás instrumentos cualitativos que permitan una validación de la APP
L25_FC: Identificar las condiciones meteorológicas, fenómenos ambientales cuando se trata de	117	Para el diseño de la solución IOT, se estudiaron las condiciones meteorológicas, fenómenos ambientales

despliegues de soluciones IOT agrícolas.	118	La App cuenta con una opción de información meteorológica
	119	La información meteorológica suministrada por la App de fácil acceso.
	120	El icono empleado como símbolo representativo de información meteorológica es reconocida en el contexto rural.
	121	El usuario puede decidir si desea contar con información meteorológica.
L26_FC: Identificar el contexto socioeconómico, dado a que los sistemas IOT requieren un uso intensivo de capital para su infraestructura en agricultura de campo abierto.	122	La aplicación descarga de forma automática actualizaciones cuando está conectado a WIFI o a un AP público
	123	La aplicación funciona en smartphones de gama baja
	124	La versión paga de la app es asequible económicamente por el pequeño agricultor
Adopción e interacción		FORMULACIÓN MANIPULACIÓN
L27_FM Color y legibilidad	125	¿Los objetos empleados en los íconos se asemejan a objetos maniobrados en la vida real?
	126	¿La organización de los elementos de la pantalla, tienen estrecha relación con la organización en una finca con respecto al ambiente productivo? (ejemplo, si es una app de siembra, la pantalla está dividida por cercas)
	127	¿El ícono sirve para familiarizar aspectos técnicos de la solución con las actividades diarias en su ambiente productivo? (Ejemplo, se le oculta la recopilación de adquisición de datos por nodo, pero en cambio se le ofrece una imagen que diga relacione los datos adquiridos con el estado de la plantación)
	128	El uso de colores va orientado al objetivo de la APP (¿Si es azul va dirigida a riego, si es siembra color verde, amarillo y marrón si está orientado a suelos, naranja proceso de recolección?

L28_FM Integración comunitaria	129	¿La app posee la opción de conectarse a redes sociales propias del sector?
	130	¿La App cuenta con un boletín de actualización que invita a sus usuarios a participar en jornadas de trabajo con la solución IOT?
	131	La App fue resultado de un esfuerzo conjunto entre los habitantes, ¿agremiaciones, sindicatos y demás organizaciones asociada a la producción agrícola a tecnificar?
	132	¿La app permite al campesino mantener contacto con otros campesinos que hayan adquirido la aplicación?
		MANIPULACIÓN CONTEXTUALIZACIÓN
L29_MC: Emplear imágenes cuyo formato corresponda a los dispositivos móviles disponibles por el agricultor.	133	Las imágenes empleadas en la App no superan el peso de un mega byte.
	134	Las imágenes empleadas en la App no se ven pixeladas
	135	Los colores de las imágenes se pueden apreciar de forma correcta en la App.
L30_MC: Relacionar usabilidad con el contexto	136	Los iconos pueden ser visualizados fácilmente al exponer la pantalla a una fuente luminosa.
	137	La aplicación ajusta de forma automática el brillo al ser expuesto a una fuente luminosa
	138	El tamaño de los iconos varía entre 12 sp a 22 sp (píxeles escalados)
	139	La aplicación puede usarse con manos lodosas

	140	La aplicación puede usarse con manos sudorosas

18.2 ANEXO 2

Carta de invitación a una ponencia en la ciudad de Bogotá por el artículo “Evaluando contribuciones de usabilidad en soluciones TIC-IOT para la agricultura: Una perspectiva desde la bibliometría” publicado en la revista Risti.

Figura 33. Carta de invitación conferencia ICITS’S

ICITS 20

February 5-7,
Bogotá, Colombia

ACCEPTANCE LETTER

Dear **Mery Dayahna Caro M.**
Universidad Autónoma de Bucaramanga
Colombia

On behalf of the ICITS'20 - The 2020 International Conference on Information Technology & Systems, I am pleased to inform you that your submission ***“Evaluando contribuciones de usabilidad en soluciones TIC para la agricultura: Una perspectiva desde la bibliometría”*** has been accepted as a Full Paper for publication and oral presentation in this conference.

So, you are cordially invited to participate and present the paper in the ICITS'20 (http://www.icits.me/) to be held in Bogota, Colombia, between the 5th and the 7th of February of 2020, an international scientific event sponsored and organized by Universidad Distrital Francisco José de Caldas, IEEE SMC and AISTI.

We sincerely hope that you will join us in making ICITS'20 a success. We look forward to seeing you in Bogota, Colombia, next February.

Sincerely,

Álvaro Manuel Reis da Rocha
ICITS'20, Chair

Figura 34.Artículo publicado e indexado en la base de datos Scopus

RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao Open Access
Volume 2020, Issue E28, April 2020, Pages 681-692

Evaluating usability contributions in ICT-IOT solutions for agriculture: A bibliometric perspective (Article)

[Evaluando contribuciones de usabilidad en soluciones TIC-IOT para la agricultura: Una perspectiva desde la bibliometría]

Dayahna Caro M., M.[a], Efrén Romero, R.[b], Alexandra Espinosa C, M.[a], Guerrero, C.D.[a]

[a]Universidad Autónoma de Bucaramanga – UNAB, Av. 42 #48-11, Bucaramanga, Santander CP: 680003, Colombia
[b]Universidad Industrial de Santander UIS, Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, Cra 27 calle 9, Bucaramanga, Santander CP: 680002, Colombia

19. BIBLIOGRAFÍA

[1] M. Springmann *et al.*, “Options for keeping the food system within environmental limits,” *Nature*, vol. 562, no. 7728, pp. 519–525, 2018.

[2] DANE, *3er Censo Nacional Agropecuario: Resultados*, vol. 2. 2016.

[3] eltelegrafo, “La agricultura familiar produce el 80% de los alimentos,” 2016. [Online]. Available: https://viaorganica.org/la-agricultura-familiar-produce-el-80-de-los-alimentos/.

[4] FAO, “Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe: FAO: la agricultura familiar produce más del 70% de los alimentos de Centroamérica.”

[5] El campo es de todos: Minagricultura, “El 83.5% de los alimentos que consumen los colombianos son producidos por nuestros campesinos.” [Online]. Available: https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-83-de-los-alimentos-que-consumen-los-colombianos-son-producidos-por-nuestros-campesinos.aspx.

[6] OCDE-FAO, *OCDE/FAO Perspectivas Agrícolas 2019-2028 - Enfoque Especial: America Latina*. 2019.

[7] P. Gandoca, “Comunicado de prensa Bogotá, 22 de septiembre de 2015 Censo Nacional Agropecuario GP,” no. Ccc, pp. 5–10, 1986.

[8] Minagricultura, “Las tendencias que dominarán la agricultura en el futuro.” [Online]. Available: https://www.agronet.gov.co/agronet/Paginas/default.aspx.

[9] El ESPECTADOR, “Internet de las cosas avanza en el agro colombiano,” 2018. [Online]. Available: https://www.elespectador.com/economia/internet-de-las-cosas-da-sus-primeros-pasos-en-el-agro-colombiano-articulo-741563.

[10] P. A. Laplante, “IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (TIC) PARA DISMINUIR LA BRECHA DIGITAL EN LA SOCIEDAD A,” *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 27, no. 2, pp. 82–95, 2005.

[11] P. O. R. La, C. Se, M. El, S. D. E. Las, and T. Ogías, “Ley N°1978 25 julio 2019,” no. 19782, 2019.

[12] MinTIC, “Plan TIC 2018-2022 El Futuro Digital es de Todos,” pp. 1–105, 2018.

[13] EL SOFTWARE PARA LA GESTIÓN INTEGRAL EN EMPRESAS AGRÍCOLAS, “5 ventajas de implementar la Tecnología en el Campo.” [Online]. Available: http://sistemaagricola.com.mx/blog/5-ventajas-de-implementar-la-tecnologia-en-el-campo/.

[14] H. M. Sitorus, R. Govindaraju, I. I. Wiratmadja, and I. Sudirman, “Interaction perspective in mobile banking adoption: The role of usability and compatibility,” *Proc. 2017 Int. Conf. Data Softw. Eng. ICoDSE 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 1–6, 2018.

[15] S. Thuseethan and S. Kuhanesan, “Effective Use of Human Computer Interaction in Digital Academic Supportive Devices,” pp. 1–5, 2015.

[16] P. S. Agro, “Plan Estratégico de Tecnologías de Información y Comunicación Sectorial,” 2020.
[17] C. N. de P. E. y social CONPES and D. N. de P. DNP, “Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2025,” *Doc. Borrador CONPES*, pp. 1–161, 2015.
[18] ACFC, “Lineamientos estratégicos de política pública,” p. 64, 2018.
[19] I. in rural people. Food and Agriculture Organization of the United Nations, “United Nations Decade Of FAMILY FARMING 2019-2028.” [Online]. Available: http://www.fao.org/family-farming-decade/home/en/.
[20] M. I. Zapata and B. E. Marín, “Ruralidad y dispositivos móviles: apropiación social y uso de la Tableta de Información Cafetera TIC. Estudio de caso Federación Nacional de Cafeteros para Antioquia,” *Rev. Lasallista Investig.*, vol. 12, no. 2, pp. 19–27, 2015.
[21] 1992(184-189) Policy Studies Journal, Vol.20, No.2, “¿ Qué es rural?” p. 1992.
[22] MINTIC- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, “Alfabetización Digital,” 2014. [Online]. Available: https://www.mintic.gov.co/portal/inicio/5447:Alfabetizacion-Digital.
[23] J. I. Farray Cuevas and M. V. Aguiar Perera, “La alfabetizacion digital: Perspectivas creativas y eticas,” *Soc. la Inf. y Cult. Mediat. (Combyte 2003)*, pp. 91–118, 2011.
[24] I. Standard, “Iso 9241-11,” vol. 1998, 1998.
[25] H. Sun and Y. Zhang, “Applying ergonomics to improve usability design of the interface of the ‘San Nong’ (agriculture, rural areas and farmers) e-government website,” *Proc. Int. Conf. E-bus. E-Government, ICEE 2010*, pp. 459–463, 2010.
[26] A. Lodhi, “Usability heuristics as an assessment parameter: For performing usability testing,” *ICSTE 2010 - 2010 2nd Int. Conf. Softw. Technol. Eng. Proc.*, vol. 2, pp. 256–259, 2010.
[27] S. Adhy, B. Noranita, R. Kusumaningrum, P. W. Wirawan, D. D. Prasetya, and F. Zaki, “Usability testing of weather monitoring on a web application,” *2017 1st Int. Conf. Informatics Comput. Sci.*, pp. 131–136, 2017.
[28] AIMS, “Information and Communication Technologies (ICT).” [Online]. Available: http://aims.fao.org/es/information-and-communication-technologies-ict.
[29] “Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC).” [Online]. Available: https://mintic.gov.co/portal/inicio/5755:Tecnologias-de-la-Informacion-y-las-Comunicaciones-TIC.
[30] “El fututo digital es de todos Glosario MinTIC.” [Online]. Available: https://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-propertyvalue-1051.html?_noredirect=1.
[31] ANE, “Definición de los parámetros técnicos para promover el internet de las cosas en Colombia,” p. 15, 2018.
[32] S. Best and I. Zamora, *Tecnologías aplicable en agricultura de precisión*. 2008.

[33] A. De Precisión, “Agricultura de Precisión con CAMPOsmart ®.”
[34] “Diseño visual.” [Online]. Available: https://appdesignbook.com/es/contenidos/diseno-visual-apps-nativas/.
[35] M. O. Thomas, B. A. Onyimbo, and R. Logeswaran, “Usability Evaluation Criteria for Internet of Things,” *Int. J. Inf. Technol. Comput. Sci.*, vol. 8, no. 12, pp. 10–18, 2016.
[36] D. Garazi, *Informe APEI sobre usabilidad por Yusef Hassan Montero y Sergio Ortega Santamaría Informe*. 2019.
[37] F. D. Davis, “User acceptance of information technology: system characteristics, user perceptions and behavioral impacts,” *SpringerReference*. 2012.
[38] N. U. Ain, K. Kaur, and M. Waheed, “The influence of learning value on learning management system use: An extension of UTAUT2,” *Inf. Dev.*, vol. 32, no. 5, pp. 1306–1321, 2016.
[39] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, “Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.” [Online]. Available: http://www.fao.org/americas/prioridades/agricultura-familiar/es/.
[40] W. A. R. W. M. Isa *et al.*, “Engineering rural informatics using agile user centered design,” *2014 2nd Int. Conf. Inf. Commun. Technol. ICoICT 2014*, pp. 367–372, 2014.
[41] T. .Priyamvada and S. Keyur, “Visualising and systematizing a per-poor ICT intervention for Rural and Semi-urban Mothers in India,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, vol. 2014-Augus, no. August, pp. 129–138, 2014.
[42] D. Teka, Y. Dittrich, and M. Kifle, “Usability challenges in an ethiopian software development organization,” *Proc. - 9th Int. Work. Coop. Hum. Asp. Softw. Eng. CHASE 2016*, pp. 114–120, 2016.
[43] M. A. E. C, E. R. R, L. Y. F. G, and D. Cesar, “DANDELION : Propuesta metodológica para recopilación y análisis de información de artículos científicos . Un enfoque desde la bibliometría y la revisión sistemática de la literatura .”
[44] “Informe especial: 242 familias del sector rural se benefician de los ‘Mercadillos Campesinos.’” [Online]. Available: https://www.bucaramanga.gov.co/noticias/informe-especial-242-familias-del-sector-rural-se-benefician-de-los-mercadillos-campesinos/.
[45] “Productos Potenciales Agroalimentos.” [Online]. Available: https://www.globalplansantander.com/.
[46] S. Pongnumkul, P. Chaovalit, and N. Surasvadi, “Applications of smartphone-based sensors in agriculture: A systematic review of research,” *J. Sensors*, vol. 2015, 2015.
[47] A. R. Kiremire, “The application of the pareto principle in software engineering,” *Consult. January*, vol. 13, p. 2016, 2011.
[48] R. Hartson and P. S. Pyla, “The UX Book 2012Chapter 1 - Introduction,” *UX B.*, pp. 1–46, 2012.
[49] T. Granolers, “Usability Evaluation with Heuristics, Beyond Nielsen’s List,” *ACHI 2018 Elev. Int. Conf. Adv. Comput. Interact.*, no. c, pp. 60–65, 2018.

[50] T. Kaneuch, M. F. Wolfner, and T. Aigaki, “DESIGNING CULTURALLY SENSITIVE ICONS FOR USER INTERFACES : AN APPROACH FOR THE INTERACTION DESIGN OF SMARTPHONES IN DEVELOPING COUNTRIES,” *Mol. Reprod. Dev.*, vol. 82, no. 7–8, pp. 501–501, 2015.
[51] “ECONOMÍA DIGITAL 19 sep 2019 Colombia llegará a los 32 millones de usuarios de Internet en 2020.” [Online]. Available: https://www.bbva.com/es/co/colombia-llegara-a-los-32-millones-de-usuarios-de-internet-en-2020/.
[52] J. C. Kandagor, J. M. Githeko, and A. M. Opiyo, “International Journal of Agricultural Extension USABILITY ATTRIBUTES INFLUENCING THE ADOPTION AND USE OF MOBILE,” vol. 06, no. 01, pp. 33–41, 2018.
[53] L. K. Narine, A. Harder, and T. G. Roberts, “Farmers’ intention to use text messaging for extension services in Trinidad,” *J. Agric. Educ. Ext.*, vol. 25, no. 4, pp. 293–306, 2019.
[54] “Programa de chat de IA para agricultores gana el hackathon agrícola de Taiwán.” [Online]. Available: https://taiwantoday.tw/news.php?unit=2,6,10,15,18&post=147291.
[55] FONTIC, “Evaluación De Los Programas Del Plan Vive Digital Para La Gente De La Información Y Las Comunicaciones,” p. 367, 2018.
[56] R. McDonald, K. Heanue, K. Pierce, and B. Horan, “Factors Influencing New Entrant Dairy Farmer’s Decision-making Process around Technology Adoption,” *J. Agric. Educ. Ext.*, vol. 22, no. 2, pp. 163–177, 2016.
[57] FAO, *TRABAJADORES AGRÍCOLAS Y SU CONTRIBUCIÓN A LA AGRICULTURA Y EL DESARROLLO RURAL SOSTENIBLES*. 2007.
[58] A. Baz, I. Ferreira, M. Álvarez, and R. García, “Dispositivos móviles,” pp. 1–12, 2011.
[59] Page Laubheimer, “Preventing User Errors: Avoiding Unconscious Slips,” 2015. [Online]. Available: https://www.nngroup.com/articles/slips/.
[60] D. M. Oliver, P. J. Bartie, A. L. Heathwaite, L. Pschetz, and R. S. Quilliam, “Design of a decision support tool for visualising E. coli risk on agricultural land using a stakeholder-driven approach,” *Land use policy*, vol. 66, no. May, pp. 227–234, 2017.
[61] L. Moosa, “An information technology adoption model for the rural socio-cultural context in developing countries,” p. 247, 2010.
[62] J. Nielsen Norman Group- Nielsen, “Why You Only Need to Test with 5 Users.” [Online]. Available: https://www.nngroup.com/articles/why-you-only-need-to-test-with-5-users/.
[63] T. Daum, H. Buchwald, A. Gerlicher, and R. Birner, “Smartphone apps as a new method to collect data on smallholder farming systems in the digital age: A case study from Zambia,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 153, no. November 2017, pp. 144–150, 2018.
[64] J. F. C. B. Ramalho *et al.*, “Luminescence Thermometry on the Route of the Mobile-Based Internet of Things (IoT): How Smart QR Codes Make It Real,” *Adv. Sci.*, vol. 6, no. 19, 2019.
[65] “Image responsive.” [Online]. Available:

https://developers.google.com/web/fundamentals/design-and-ux/responsive/images?hl=es.
[66] M. Singhal, K. Verma, and A. Shukla, “Krishi Ville - Android based solution for Indian agriculture,” *Int. Symp. Adv. Networks Telecommun. Syst. ANTS*, 2011.
[67] H. Patel and D. Patel, “Survey of Android Apps for Agriculture Sector,” *Int. J. Inf. Sci. Tech.*, vol. 6, no. 1/2, pp. 61–67, 2016.
[68] E. Tiempo, “Las cifras que demuestran por qué Colombia es un país de migraciones.” [Online]. Available: https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/especial-con-datos-sobre-las-migraciones-internas-en-colombia-264990.
[69] A. Tzounis, N. Katsoulas, T. Bartzanas, and C. Kittas, “Internet of Things in agriculture, recent advances and future challenges,” *Biosyst. Eng.*, vol. 164, pp. 31–48, 2017.
[70] E. N. La, A. Y. Las, and Z. Rurales, “TECNOLOGÍAS DIGITALES EN LA AGRICULTURA Y LAS ZONAS RURALES DOCUMENTO,” *Tecnol. Digit.*, 2019.
[71] J. Ruan *et al.*, “A Life Cycle Framework of Green IoT-Based Agriculture and Its Finance, Operation, and Management Issues,” *IEEE Commun. Mag.*, vol. 57, no. 3, pp. 90–96, 2019.
[72] F. A. Esteve-Turrillas, J. V Mercader, C. Agullo, A. Abad-Somovilla, and A. Abad-Fuentes, “Moiety and linker site heterologies for highly sensitive immunoanalysis of cyprodinil in fermented alcoholic drinks,” *FOOD Control*, vol. 50, pp. 393–400, 2015.