

**PROPUESTA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DEL CULTIVO DE PAPA POR
MEDIO DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA BRASILEÑA EN LA
PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE PAPA SÁNCHEZ Y CALDERÓN
LTDA.**

**DANIELA ANDREA CASTILLO ACOSTA
JAIRO ALEXIS CALDERÓN GARCÍA**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERA INDUSTRIAL
VISITA TÉCNICA INTERNACIONAL
BOGOTÁ
2019**

**PROPUESTA PARA OPTIMIZAR EL PROCESO DEL CULTIVO DE PAPA POR
MEDIO DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA BRASILEÑA EN LA
PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE PAPA SÁNCHEZ Y CALDERÓN
LTDA.**

**DANIELA ANDREA CASTILLO ACOSTA
JAIRO ALEXIS CALDERÓN GARCIA**

**Trabajo de Grado para Optar el Título de
Ingeniero Industrial**

**Director
Cornelio Ernesto Bilbao Cortes
Msc. Ingeniero Industrial**

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERA INDUSTRIAL
VISITA TÉCNICA INTERNACIONAL
BOGOTÁ
2019**



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



- Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
- hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

Nota de Aceptación

Firma del presidente

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, 28, Noviembre, 2019

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado les dedicamos este trabajo de titulación como ingenieros industriales.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

A todas las personas que nos han apoyado y han estado siempre presentes acompañándonos a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

Queremos expresar nuestro más grande y sincero agradecimiento al Msc. Cornelio Ernesto Bilbao quien desde el primer momento nos brindó su amistad y con su dirección, conocimiento, enseñanza nos colaboró con desarrollo de este trabajo.

Finalmente agradecemos a la Universidad Católica de Colombia, a toda la facultad de ingeniería, a nuestros profesores quienes con la enseñanza de sus conocimientos nos hicieron crecer día a día como profesional,

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	15
1. GENERALIDADES	16
1.1 ANTECEDENTES	16
1.1.1 Productora y comercializadora Sánchez y Calderón Ltda.	17
1.1.1.1 Breve reseña histórica.	17
1.1.1.2 Maquinaria	17
1.1.1.3 Mano De Obra	19
1.1.1.4 Insumos	19
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.2.1 Descripción del problema	19
1.2.2 Formulación del problema	19
1.3 OBJETIVOS	20
1.3.1 Objetivo general	20
1.3.2 Objetivos específicos	20
1.4 JUSTIFICACIÓN	20
1.5 DELIMITACIONES	22
1.5.1 Espacio	22
1.5.2 Tiempo	22
1.5.3 Contenido	23
1.5.4 Alcance	23
1.6 MARCO DE REFERENCIA	23
1.6.1 Marco Teórico.	23
1.6.1.1 Concepto de Agricultura de Precisión	23
1.6.1.2 Esquema general de agricultura de precisión	25
1.6.1.3 Agricultura de Precisión en Países de Sudamérica	25
1.6.1.4 Cultivo de Papa	26
1.6.1.5 Cultivo de papa en Colombia	28
1.6.1.6 Cultivo de Batata	29
1.6.2 Marco Conceptual.	30
1.6.2.1 Maquinaria	30
1.6.2.2 Insumos	32
1.7 METODOLOGÍA	33
1.7.1 Tipo de estudio	33
1.7.2 Fuentes de información	33
1.7.2.1 Fuente primaria	33
1.7.2.2 Fuente secundaria	33
1.8 DISEÑO METODOLÓGICO	34
2. ANÁLISIS COMPARATIVO	35

2.1 ETAPAS DEL PROCESO DE CULTIVO DE PAPA REALIZADO POR LA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA SÁNCHEZ Y CALDERÓN LTDA.	35
2.1.1 Preparación o adecuación de terreno	35
2.1.2 Siembra	35
2.1.3 Atención del cultivo	35
2.1.4 Cosecha o recolección	35
2.2 ETAPAS DEL PROCESO DE CULTIVO DE BATATA EN BRASIL	35
2.2.1 Preparación del terreno	35
2.2.2 Plantación	36
2.2.3 Abonado.	37
2.2.4 Riego	37
2.2.5 Otras labores	37
2.2.6 Recolección	38
2.2.7 Conservación	38
2.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS UTILIZADAS DURANTE EL CULTIVO DE PAPA	38
2.3.1 Preparación o adecuación del terreno	39
2.3.2 Siembra y atención del cultivo	40
2.3.3 Cosecha o recolección	42
3. ESPECIFICACIÓN DE MECANISMOS	44
3.1 CONTROL Y GUIADO DE LA MAQUINARIA	45
3.1.1 Surface Water Pro Plus™	45
3.1.2 iTEC™ Pro	45
3.1.3 iGrade™	46
3.1.5 JDLink™ Access	49
3.1.5.1 Aumento de la productividad gracias al control de los ajustes y los estados de la máquina	49
3.1.5.2 Mantenerse conectado con la gestión de las máquinas a distancia	50
3.1.5.3 Coordinación de la logística de máquina y trabajo	50
3.1.5.4 Conexión a distancia con todas las máquinas JDLink con la aplicación JDLink para iPhone®, iPad® y dispositivos Android™	51
3.1.6 GreenStar™	52
3.1.6.1 Acceso remoto a la pantalla (RDA)	52
3.1.7 Mapa de productividad Harvest Doc™	53
3.1.7.1 Ventajas	54
3.1.8 Harvest Monitor™	55
3.1.9 Dron XAG SERIES P	55
3.2 HERRAMIENTAS RECOMENDADAS PARA CADA ETAPA DEL PROCESO DE CULTIVO DE PAPA	56
4. BENEFICIOS DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	58
4.1 MAYOR PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD	58
4.2 CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS	58
4.3 MENOR EMISIÓN DE CONTAMINANTES	59

4.4 MEJOR CONTROL DE CATÁSTROFES Y PLAGAS	59
4.5 MAYOR SEGURIDAD EN LOS PROCESOS	60
4.6 MEJOR GESTIÓN COMERCIAL	60
5. CONCLUSIONES	61
6. RECOMENDACIONES	62
BIBLIOGRAFÍA	63

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación Satelital de SyC Ltda.	23
Figura 2. Esquema General del Proceso de Agricultura de Precisión Aplicado a un Cultivo	25
Figura 3. Batata Brasileña	30
Figura 4. Esquema del Proceso Productivo de Papa	36
Figura 5. Tractor de SyC.	39
Figura 6. Tractor automatizado utilizado en cultivos de Brasil.	40
Figura 7. Colaboradores Fumigando con Bomba Fumigadora de Espalda	40
Figura 8. Dron Fumigando	41
Figura 9. Bomba Fumigadora de Tractor	42
Figura 10. Papa Empacada en Costales	42
Figura 11. Sacadora Automatiza de Papa	43
Figura 12. Diagrama de Funcionamiento de iTec Pro en los Terrenos	46
Figura 13. Sistema iGrade.	47
Figura 14. Cabrilla de Autotrac.	48
Figura 15. Sistema telemático JDLink	49
Figura 16. Muestra de la conectividad JDLink.	50
Figura 17. Aplicación JDLink, para Celulares	51
Figura 18. Monitor GreenStar	52
Figura 19. Mapas de Rendimiento del Cultivo	54
Figura 20. Monitor de Cosecha Harvest	55
Figura 21. Fumigación por medio de Dron.	56

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Maquinaria utilizada para el proceso del cultivo de papa	17
Cuadro 2. Cantidad de Obreros Empleados para el Proceso del Cultivo por Finca	19
Cuadro 3. Agricultura de Precisión en Países de Sudamérica	27
Cuadro 4. Estadísticas de Área Sembrada, Área Cosechada, Producción y Rendimiento del Cultivo de Papa en Colombia	29
Cuadro 5. Diseño Metodológico	34
Cuadro 6 Resumen comparativo de las herramientas y tecnologías utilizadas en cultivos de papa..	44
Cuadro 7. Relación de Herramientas por Etapa	57

GLOSARIO

ABONO: sustancia que puede ser inorgánica u orgánica y que se utiliza para incrementar la calidad del suelo y brindar nutrientes a los cultivos y las plantaciones.

AGRÍCOLA: el adjetivo agrícola se utiliza para calificar a aquello vinculado a la agricultura (las actividades relacionadas a labrar y cultivar la tierra para obtener materias primas).

APERO: utensilio o herramienta de determinados oficios o actividades, en especial de las actividades agrícolas.

APORCADO: la labor de aporcado consiste en recoger tierra en el entorno de la planta y amontonarla junto a ella haciendo un pequeño montículo

APORCADORA: herramienta que se encarga de depositar tierra en el tronco o cuello de la planta, para mejorar su sostén y producción de tubérculos.

ARADO: herramienta que se emplea en la agricultura para generar surcos en la tierra y labrar.

ATERRAR: cubrir el entorno de la planta con tierra.

AYMARAS persona que pertenece a una raza amerindia que habita en las regiones chilenas, peruanas y bolivianas próximas al lago Titicaca.:

COSECHA: se denomina cosecha al acto de recolectar los frutos que brinda la tierra, por lo general obtenidos mediante cultivos. El término también hace referencia a la temporada en la cual se realiza dicha recolección, a los productos que se recogen y al conjunto de los frutos.

DIACOL CAPIRO: es una variedad de papa colombiana generada por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).

EMBRAPA: empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria es una institución estatal federal pública brasileña vinculada al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento de Brasil.

FERTILIZANTE: es una sustancia inorgánica u orgánica que presenta nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas o que sirven para incrementar la calidad nutricional del terreno.

FUMIGADORA: es una máquina agrícola encargada de fumigar zonas de terreno.

GPS, GLONASS, GALILEO Y BEIDOU: sistemas globales de navegación por satélite.

INFESTACIÓN: se denomina infestación a la invasión de un organismo vivo por agentes parásitos externos o internos.

INVERNADERO: Recinto cerrado, cubierto y acondicionado para mantener una temperatura regular que proteja las plantas de las inclemencias extremas propias del tiempo invernal, como frío intenso, heladas, viento, etc.

MACHINE LEARNING: el aprendizaje automático o aprendizaje automatizado o aprendizaje de máquinas es el subcampo de las ciencias de la computación y una rama de la inteligencia artificial, cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan que las computadoras aprendan.

MARRAS: se denomina “marra” al fallo de plantación, o lo que es lo mismo, a la planta que ha muerto durante los primeros años posteriores a la plantación.

PLAGA: plaga agrícola es una población de animales fitófagos (se alimentan de plantas) que disminuye la producción del cultivo, reduce el valor de la cosecha o incrementa sus costos de producción.

PULVERIZACIÓN: se refiere a difuminar una sustancia líquida en partículas diminutas o a convertir algo en polvo.

SEMILLA: es la parte del fruto de los vegetales que contiene el germen de una nueva planta.

TRACTOR: vehículo automóvil con motor de mucha potencia y con grandes ruedas que se adhieren fuertemente al terreno, que se utiliza para el trabajo agrícola o para remolcar algo.

TUBÉRCULO: los tubérculos son tallos engrosados de una planta, generalmente subterráneos, que almacenan los nutrientes y contienen los brotes de los que crecerán nuevos tallos.

VERTEDERA: la vertedera es la parte del cuerpo del arado que eleva, rebate, invierte y en parte disgrega la gleba o prisma rectangular de tierra cortado por la reja y la cuchilla.

RESUMEN

El uso de nuevas tecnologías en la agricultura, va direccionada a mejorar la producción y disminuir los costos. La agricultura tradicional es altamente vulnerable a los diferentes fenómenos de tipo climático y a la ocurrencia de enfermedades o plagas que cada vez son más nocivas y resistentes a los agroquímicos tradicionales¹.

Esta propuesta busca aportar mediante el uso de herramientas tecnológicas diferentes, más exactamente alternativas de agricultura de precisión las cuales sirven para el monitoreo y control del desarrollo de los cultivos de papa que realiza la productora y comercializadora de papa Sánchez y Calderón Ltda.,

Estas herramientas tecnológicas pueden ser aplicadas en diferentes etapas del desarrollo del cultivo, una de las grandes ventajas radica en que permite en cortos periodos de tiempo (comparado con otros métodos convencionales) generar diferentes tipos de análisis como, por ejemplo: densidad del cultivo, áreas enfermas o estresadas, micro-relieve, entre otras.

Palabras claves: transferencia de tecnología, optimización del proceso, agricultura de precisión.

ABSTRAC

The use of new technologies in agriculture is aimed at improving production and lowering costs. Traditional agriculture is highly vulnerable to different climatic phenomena and to the occurrence of diseases or pests that are increasingly harmful and resistant to traditional agrochemicals.

This proposal seeks to provide through the use of technological tools diferentes, more exactly precision agriculture alternatives which serve for monitoring and control of the development of potato crops made by the producer and marketer of potato Sánchez y Calderón Ltda,

These technological tools can be applied in different stages of crop development, one of the great advantages is that it allows in short periods of time (compared to other conventional methods) generate different types of analysis such as: crop density, sick or stressed areas, micro-relief, among others

Keywords: technology transfer, process optimization, precision farming.

¹ BERRÍO MENESES , V.; ALZATE VELÁSQUEZ , D.F.; RAMÓN VALENCIA, J.A. y RAMÓN VALENCIA , J.L. Sistema de optimización de las técnicas de planificación en agricultura de precisión por medio de drones. *En: Revista Espacios*. Mayo – julio, 2018. vol. 39, no. 45, p. 18

INTRODUCCIÓN

La necesidad de mejorar las condiciones agrícolas a nivel mundial de la mano con el avance tecnológico presentado por la humanidad en el último siglo, ha permitido que estos dos campos que parecían tan distantes se unieran y generarán nuevas alternativas que permitieran controlar y optimizar las condiciones de un cultivo, logrando así mejores resultados y productos de mejor calidad para el usuario final.

El sector agrícola en Colombia forma parte del gremio con mayor importancia dentro de la economía del país, además de estar en un crecimiento considerable; este sector se encuentra en evolución constante incursionando nuevas posibilidades donde la tecnología entra a jugar un papel importante, algunos de los modelos desarrollados para la siembra, crecimiento, cosecha y pos cosecha, hacen uso de dispositivos electrónicos y de comunicación; dentro de los cuales se encuentra la agricultura de precisión, modelo el cual hace uso de dispositivos sensoriales con el objetivo de mantener un monitoreo constante del estado del cultivo, dispositivos de comunicación autónomos manteniendo información constante de los datos leídos, dispositivos de posicionamiento global, imágenes satelitales, herramientas de software y la red mundial (internet). Los proyectos de innovación generalmente no tienen la acogida esperada en el campo agrícola, ya que los especialistas en esta área prefieren no arriesgarse con métodos que pueden entorpecer los procesos del cultivo generando retrasos y pérdidas.

La forma tradicional de realizar el acompañamiento a los cultivos ha frenado los avances en cuanto a la calidad de la cosecha, el modelo de agricultura de precisión busca optimizar los procesos en las actividades diarias desarrolladas dentro de un cultivo, los dispositivos sensoriales, de comunicación, almacenamiento y control son imprescindibles a la hora de implementar una solución basándose en este modelo.

El propósito de esta propuesta comprende realizar un análisis comparativo de la situación actual del proceso del cultivo de papa que realiza la productora y comercializadora SyC Ltda. con las tecnologías empleadas en los cultivos de Brasil. En vista de lo anterior, se propone realizar una transferencia de tecnología que ayude a optimizar el proceso del cultivo de papa, para así aumentar la productividad y reducir costos.

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

El concepto de agricultura de precisión, en su forma actual, apareció en Estados Unidos a principios de los años 80. En 1985, investigadores de la Universidad de Minnesota, hicieron variar las aportaciones de abonos cálcicos en parcelas agrícolas.

Hacia finales de los años 80 y gracias a las extracciones realizadas mediante muestras, aparecieron los primeros mapas de preconización para las aportaciones moduladas de elementos fertilizados y para las correcciones de pH. La evolución de las tecnologías permitió el desarrollo de sensores de rendimiento y su uso, unido a la aparición del GPS, no ha dejado de crecer hasta alcanzar en la actualidad varios millones de hectáreas cubiertos por estos sistemas. A través del mundo, la agricultura de precisión se desarrolla a ritmos diferentes en función de los países. Entre los países pioneros encontramos por supuesto a los Estados Unidos, a Canadá y Australia. El país de América latina más involucrado con esta metodología de manejo de cultivos, tanto en tasa de adopción, como en desarrollo de agro-componentes de alta complejidad es Argentina, país que cuenta hoy con una gran cantidad de superficie sembrada bajo esta modalidad y con una importante cantidad de profesionales muy bien entrenados para este nuevo paradigma de la agricultura moderna; otro país de América latina que se perfila como un gran demandante de este tipo de tecnologías es Brasil. El escenario actual de la agricultura en Brasil camina hacia una producción eficiente con la protección del medio ambiente por lo tanto, Embrapa (Empresa Brasileña De Pesquisa Agropecuaria) estableció la Red Brasileña de Investigación en Agricultura de Precisión, con el objetivo de generación de conocimientos, herramientas y tecnologías para la agricultura de precisión aplicada a diferente tipo de cultivos².

Colombia en el ámbito de la agricultura es un país con un potencial muy alto, debido a que tiene un ecosistema muy diverso que permite obtener una gran variedad de productos. La agricultura ha permitido que esta labor sea una fuente principal de ingresos para el país; Actualmente Colombia se encuentra en un estado evolutivo, a pesar de los obstáculos como el conflicto armado.

El país lucha por posicionarse en el mercado, lo cual se ha dificultado por los retrasos tecnológicos, con la globalización, los tratados de libre comercio y restricciones del mercado, refleja la falta de apoyo en el sector agrícola a nivel nacional. El desarrollo de la agricultura de precisión no se observa muy a menudo en los cultivos de Colombia, debido a que el apoyo por parte del gobierno ha sido muy limitado y este tipo de agricultura necesita de una inversión de gran capital,

² RG3V.LVN. La agricultura de precisión en el mundo [en línea]. Bogotá: Google Sites [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://sites.google.com/site/rg3vln/la-agricultura-de-precision-en-el-mundo>>

ya que la implementación de estas tecnologías es un conjunto de software, hardware, sensores y servicios como geolocalización por satélite lo cuales en su gran mayoría son importaciones, lo que hace los costos más elevados.

1.1.1 Productora y comercializadora Sánchez y Calderón Ltda.

1.1.1.1 Breve reseña histórica. Sus inicios fueron alrededor del año 2000, la empresa se dio a conocer en la plaza de mercado de Bogotá bajo el nombre de DEPOSITO J.A. con el propietario Luis Alfredo Sánchez Coy por una amistad se unió al grupo de trabajo el señor Jairo Antonio Calderón Cárdenas el cual al pasar de los años se convirtió en socio de la misma. Con arduo trabajo empírico, ya que ninguno tenía estudios si no básicamente las primarias sacaron adelante la empresa y se lograron involucrar con grandes industrias; En el año 2007 el Señor Luis Alfredo Sánchez Coy murió, en el proceso de repartición de bienes el señor Jairo Antonio Calderón Cárdenas junto con su esposa María Omaira García García adquirieron el 100% de la empresa.

Dentro de sus actividades principales se encuentra la producción de variedad de papa que actualmente se maneja R-12 Negra (Diacol Capiro) y el comercio al por mayor de productos alimenticios como (papas fritas) los cuales compra, produce, transforma y vende; también comercializa papa lavada en presentación 2 kilos, 3 kilos, 5 kilos y bulto 50 kilos para diferentes usos. A continuación, se realiza una breve descripción de la maquinaria, proceso realizado durante el cultivo, mano de obra e insumos necesarios para el desarrollo del cultivo

1.1.1.2 Maquinaria. A continuación, se describe la maquinaria para el proceso (véase El Cuadro 1).

Cuadro 1. Maquinaria utilizada para el proceso del cultivo de papa

MAQUINARIA UTILIZADA EN LA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE PAPA SYC LTDA. PARA EL PROCESO DE CULTIVO	
FUMIGADORAS	 <p>FIGURA 1. Bomba fumigadora de espalda. FUENTE [15]</p> <p>FIGURA 2. Bomba fumigadora para tractor. FUENTE [49]</p>
DESBROZADORA	 <p>FIGURA 3. Desbrozadora para tractor. FUENTE [49]</p>

Cuadro 1. (Continuación)

<p>TRACTORES</p>	 <p>FIGURA 4. Tractor agrícola. FUENTE [37]</p>
<p>RETOBO</p>	 <p>FIGURA 5. Retocultivador. FUENTE [37]</p>
<p>ARADO</p>	 <p>FIGURA 6. Arado de discos suspendidos. FUENTE [26]</p>
<p>RASTRA O RASTRILLO</p>	 <p>FIGURA 7. Rastrillo de disco para tractor. FUENTE [43]</p>
<p>SURCADORA</p>	 <p>FIGURA 8. Surcadora agrícola para tractor. FUENTE [40]</p>
<p>SEBRADORA</p>	 <p>FIGURA 9. Sembradora. FUENTE [18]</p>
<p>APORCADORA</p>	 <p>FIGURA 10. Aporcadora. FUENTE [34]</p>

Fuente. Los Autores

1.1.1.3 Mano de obra. La empresa productora en su proceso de cultivo de papa emplea la cantidad de personal de acuerdo al tamaño de la finca que utiliza para realizar el cultivo, en promedio los tamaños de estas son de 50 fanegadas y se emplean obreros para cada actividad de la siguiente manera: (véase El Cuadro 2)

Cuadro 2. Cantidad de Obreros Empleados para el Proceso del Cultivo por Finca

LABOR	CANTIDAD DE OBREROS
Preparación del terreno	3
Siembra	6
Atención del cultivo	33
Recolección	20
TOTAL	62

Fuente. Los Autores

1.1.1.4 Insumos. Para el proceso de cultivo de papa se utilizan diferentes tipos de productos, se pueden necesitar herbicidas, fungicidas, insecticidas, abonos foliares, y otros productos refrescantes, que son utilizados para atención, prevención y en algún caso cuando el cultivo se vea afectado por algún otro factor externo.

Los nombres de los productos y mezclas químicas específicas no son nombrados en detalle debido a la confidencialidad de la empresa.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción del problema. La necesidad de optimizar el proceso del cultivo de papa que realiza la productora y comercializadora Sánchez y Calderón Ltda., los requerimientos que este tipo de empresas presentan actualmente en el mercado basados en capacidades de procesamiento, clima, tipo de suelo, etc., y la necesidad de mejorar el uso de recursos, redistribuyendo y reduciendo estos, particularmente por la incertidumbre que existe para los agricultores desde el momento de sembrar hasta realizar la recolección del tubérculo.

Los actores involucrados en el cultivo de papa requieren herramientas eficientes, confiables y robustas para mejorar el rendimiento de las cosechas, por lo que la propuesta descrita busca satisfacer dichos requerimientos. El sistema descrito involucrará requerimientos generales en el cultivo papa, pero será escalable y adaptable a otro tipo de cultivo. El fin de la propuesta es la implementación de herramientas tecnologías en la empresa y diagnosticar el nivel de adopción de la agricultura de precisión observada en Brasil.

1.2.2 Formulación del problema. ¿Cómo por medio de la propuesta de transferencia de tecnología se puede optimizar el proceso del cultivo de papa que

realiza la productora y comercializadora Sánchez y Calderón Ltda., con el fin de aumentar la productividad del cultivo y minimizar costos?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general. Realizar una propuesta que optimice el proceso del cultivo de papa de la empresa colombiana PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA SÁNCHEZ Y CALDERÓN LTDA, mediante la transferencia de tecnologías observadas en Brasil, para así mejorar la productividad del cultivo y reducir costos.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Realizar un análisis comparativo de la situación actual del proceso de cultivo de papa que realiza la productora y comercializadora SyC Ltda. con las tecnologías empleadas en los cultivos de Brasil.
- Determinar los mecanismos para la implementación de mejoras en el proceso de cultivo de papa, a partir de las herramientas tecnológicas utilizadas en la agricultura de precisión brasileña.
- Analizar los beneficios que se generaría frente al cambio de metodología utilizada en la actualidad, frente a la propuesta de transferencia de tecnología que se aplica en Brasil.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La agricultura en Colombia “es una de las actividades de mayor importancia para el ser humano como especie que habita en comunidad, es aquel mecanismo que sumado a buenas políticas, investigación y desarrollo tiene la capacidad de garantizar una continua seguridad alimentaria al mundo, a nuestros países, regiones, ciudades y hogares”³. Entre los problemas a nivel mundial a los que se enfrenta actualmente la actividad agrícola, se encuentra el acelerado crecimiento poblacional. “La ONU proyecta que en el año 2050 serán 9.3 Billones personas, lo que se traduce en 9.3 Billones de bocas que alimentar. Esto, sumado al cambio climático, plagas, escases de recursos naturales como agua y suelo hacen que las prácticas agrícolas y específicamente la producción de alimentos se convierta en un enorme desafío al que se debe prestar atención”⁴. El reto, según estudios del Global Harvest Initiative, indica que “la productividad agrícola debe incrementarse

³ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA FAO. Colombia en una mirada [en línea]. Bogotá: FAO [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/colombia/fao-en-colombia/colombia-en-una-mirada/es/>>

⁴ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA FAO. 2050: un tercio más de bocas que alimentar [en línea]. Bogotá: FAO [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/news/story/es/item/35675/icode/>>

un 1.75% cada año para alimentar al mundo en el año 2050, dicho aumento sumado al crecimiento poblacional, intensificará la demanda mundial de agua en un 55%”⁵. Para la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) “ese puede ser el momento crítico donde el 40% de la población podría llegar a vivir una escasez de agua y alimento”⁶. Para evitar este fenómeno se hace necesario buscar alternativas que sean cada vez mejores para suplir las necesidades de la producción alimentaria. Según el Global Harvest Initiative ⁷ Por medio de la ciencia, tecnología e investigación se han encontrado varias soluciones, como por ejemplo la elaboración de pesticidas más fuertes, abonos químicos, semillas híbridas y la producción de alimentos transgénicos.

Indiscutiblemente son herramientas que colaboran en la batalla contra la búsqueda de una producción sostenible, pero que no son una solución definitiva y que al contrario de lo que muchos piensan, son bastante criticadas por diversos grupos ecologistas y productores tradicionales de diferentes lugares del mundo.

El problema no solo se centra en el hecho de que los productores adopten o no el uso de semillas transgénicas, o que utilicen pesticidas tan fuertes que agoten sus suelos elevando los niveles de alcalinidad y salinidad, el problema radica en el alto nivel de incertidumbre que supone para el agricultor sembrar un cultivo y la estrecha brecha que existe entre un resultado exitoso, (donde se logran cantidades aceptables de Kilogramos por planta) y un fracaso inminente, cuya situación puede llegar a ser tan complicada y frustrante para el productor, que lo obligue a abandonar las labores del campo al no cubrir ni siquiera los costos por los insumos utilizados. “Mientras más productores de alimento en los próximos años decidan cambiar su actividad laboral, menor será la probabilidad de alimentar 9.3 Billones de personas a un 100% para el año 2050”⁸.

La agricultura de precisión se ve como un salvador inmediato, es un compendio de mejores prácticas agrícolas que utiliza avanzados sistemas de información, analítica en tiempo real y modernas máquinas de siembra y cosecha. Es, en

⁵ INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. Estudio revela que la productividad agrícola debe aumentar 1.75 % cada año para alimentar el mundo en el 2050 [en línea]. San José: El Instituto [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/estudio-revela-que-la-productividad-agr%C3%ADcola-debe-aumentar-175-cada-a%C3%B1o-para>>

⁶ SOSTENIBILIDAD PARA TODOS. Desperdicio De Agua En Las Ciudades [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.sostenibilidad.com/agua/desperdicio-de-agua-en-las-ciudades/>>

⁷ GLOBAL HARVEST INITIATIVE. Global Consumer Trends are Transforming the Food and Agricultural System [en línea]. Virginia: GHI [citado 9 8 Agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.globalharvestinitiative.org/2018/10/global-consumer-trends-are-transforming-the-food-and-agriculture-system-2018-gap-report/>>

⁸ GLOBAL HARVEST INITIATIVE. Global Consumer Trends are Transforming the Food and Agricultural System [en línea]. Virginia: GHI [citado 9 8 Agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.globalharvestinitiative.org/2018/10/global-consumer-trends-are-transforming-the-food-and-agriculture-system-2018-gap-report/>>

definitiva, un paradigma de trabajo desarrollado para los productores del siglo XXI, que se encarga de minimizar los niveles de incertidumbre a partir de una trazabilidad específica por sitio para cada uno de los terrenos donde se ha sembrado. Controla cada una de las tareas realizadas sobre los cultivos, monitorea la variabilidad ambiental y espacial de las áreas de siembra, además, se caracteriza por almacenar información, décadas de información que hoy en día son de vital importancia en la toma de decisiones, que, con ayuda de la creación de modelos estadísticos y predictivos sumamente confiables, probados por compañías y expertos de varias partes del mundo, son capaces de decir al agricultor en que momento aplicar o no un tratamiento y cuál es la fecha indicada para sembrar determinada especie de cultivo, entre otros muchos beneficios.

“Estados Unidos y Europa, en especial España son líderes en la adopción y creación de tecnología para agricultura de precisión. En Latinoamérica, Argentina, Chile y Brasil son los 23 países con mayor crecimiento de exportación alimentaria y son los principales pioneros en la adopción e investigación de temas relacionados con agricultura de precisión”⁹

Sin embargo, a pesar de que muchos países hoy utilicen tecnologías de la información en el agro, no quiere decir que la totalidad de sectores agrícolas trabajen con agricultura de precisión, ni que desarrollen buenas prácticas y logren combinar la investigación y la ciencia para el bien de la tierra y la sustentabilidad de la actividad agrícola como práctica económica rentable. Sobresalen dos factores que impiden alcanzar esta meta, el primero, los elevados costos en la adquisición de soluciones de agricultura de precisión y el segundo, el desconocimiento por parte de los productores sobre la tecnología existente.

1.5 DELIMITACIONES

1.5.1 Espacio. La productora y comercializadora Sánchez y Calderón Ltda. Su planta física se encuentra ubicada en la AUTOPISTA MEDELLÍN KM 14.5, Madrid, Cundinamarca (véase la Figura 1)

1.5.2 Tiempo. Para realizar esta propuesta de transferencia de tecnología se inicia con el viaje a Brasil en el mes de julio de 2019, se toma en cuenta la información estadística de los cultivos que realiza la empresa desde el año 2016 hasta el primer semestre del año 2019 y finalmente se realiza entrega de la propuesta en octubre de 2019

⁹ GLOBAL HARVEST INITIATIVE. Global Consumer Trends are Transforming the Food and Agricultural System [en línea]. Virginia: GHI [citado 9 8 Agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.globalharvestinitiative.org/2018/10/global-consumer-trends-are-transforming-the-food-and-agriculture-system-2018-gap-report/>>

Figura 1. Ubicación Satelital de SyC Ltda.



Fuente. GOOGLE MAPS. Localización SYC [en línea]. Bogotá: Google Maps [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.google.com/maps/search/SyC+Ltda.+/@4.6107041,-74.0957586,15z/data=!3m1!4b1>>

1.5.3 Contenido. Para el desarrollo de esta propuesta se realiza un análisis comparativo de las herramientas tecnológicas utilizadas en el proceso productivo de cultivos en Brasil y las utilizadas por la productora y comercializadora Sánchez y Calderón Ltda. en sus cultivos de papa, se especifican las herramientas tecnológicas que la productora SyC Ltda. podría implementar y el funcionamiento de las mismas y finalmente los beneficios que estas herramientas traería para los cultivos de papa realizados por la empresa.

1.5.4 Alcance. Se entrega la propuesta de transferencia de tecnología a la productora y comercializadora Sánchez y Calderón Ltda. Quienes tomaran la decisión de implementarla o no.

1.6 MARCO DE REFERENCIA

1.6.1 Marco Teórico.

1.6.1.1 Concepto de Agricultura de Precisión. La agricultura de precisión más que una tecnología es un concepto orientado a la gestión de los campos dedicados a actividades de siembra. Por lo tanto, se puede considerar como un proceso de administración que se centra en controlar la variabilidad agrícola primordialmente. “La agricultura de precisión se remonta a los años 70 cuando el departamento de defensa americano inicio el lanzamiento de satélites para posicionamiento global (GPS) para fines bélicos, posteriormente a finales de los ochenta se libera este sistema para uso civil, permitiendo el desarrollo de equipos

que permitieran localizar puntos donde se efectuarán prácticas agrícolas”¹⁰. Los primeros resultados que se obtuvieron con el uso de esta tecnología fueron bastante buenos evidenciándose una reducción en el impacto ambiental y los costos de producción se redujeron igualmente.

Dentro de las características más importantes que la agricultura de precisión, se encuentra brindar una solución adecuada a los problemas actuales de agricultura; competitividad, impacto ambiental, optimización de insumos, racionalización del uso de la tierra y el agua, trabajo en equipo, alta demanda de alimento, entre otros, todo esto gracias a una integración directa de la administración de cultivos y las tecnologías de la información, las cuales “fundamentalmente buscan que los administradores de cultivos tengan un control y monitoreo frecuente sobre estos, para apoyar de esta forma la toma de decisiones, con base en conocimientos y experiencias previas e históricas que hayan tenido con anteriores temporadas de cultivo”¹¹.

Existe un consenso general acerca de las tecnologías y elementos que se utilizan en la agricultura de precisión, los cuales se encuentran abarcados por la geomática o disciplina de reunir, analizar, interpretar, distribuir y utilizar información geográfica. Dichas tecnologías y elementos se describen a continuación:

➤ Sistemas de posicionamiento: “claves para el control de tráfico agrícola, puesto que proveen datos en tiempo real de su ubicación, facilitan así su gestión y control, y permiten la implementación de rutas óptimas. Dentro de estos sistemas se destacan GPS, GLONASS, Galileo y BeiDou”¹²

➤ Sensores remotos: encargados de capturar datos del cultivo, suelo, humedad, precipitaciones, entre otros, con ayuda de tecnologías inalámbricas como Wi-Fi®, Bluetooth® y redes celulares. Dicha captura se realiza con el objetivo de adquirir información acerca de la condición del suelo, crecimiento de las plantas, infestación de plagas, niveles de agua y fertilizantes.

➤ Sistemas de recomendación aplicados a cosechas: realizan predicciones basados en datos de entrada, ayudándose de algoritmos de machine learning (aprendizaje automático). Específicamente para el tópic agrícola, dichos sistemas presentan mapas de rendimiento y mapas de productividad de los cultivos basados en información de cosechas pasadas, lo que facilita y optimiza la gestión de los cultivos.

¹⁰ ARÉVALO PARRA, Andrés Leonardo y RIAPIRA CHICO, Carlos Andrés. Desarrollo de plataforma de internet de las cosas para toma de decisiones en modelos de agricultura de precisión. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José De Caldas. Facultad Tecnológica. Modalidad trabajo de grado, 2017. p. 22

¹¹ ARÉVALO PARRA y RIAPIRA CHICO, Op. cit., p.

¹² UNIVERSIDAD DE SEVILLA. GPS, GLONASS, Galileo y BeiDou: Sistemas globales de navegación por satélite [en línea]. Sevilla: La Universidad [citado 10 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11417/fichero/Cap%C3%ADtulos+%252F2-+Sistema+de+Navegacion+con+ayuda+de+sat%C3%A9lites.pdf+>>

➤Aeronaves pilotadas remotamente (RPA, Remotely Piloted Aircraft): también denominados drones, ofrecen soluciones novedosas y económicas en el ámbito de obtención de imágenes en zonas de difícil acceso, estimación de variables agroclimáticas y monitorización remota de cultivos. Aunque pueden llegar a requerirse permisos y licencias gubernamentales que varían de país a país para su utilización, su uso se ha incrementado en los últimos años por la reducción en su precio y la facilidad para adquirirlos.

➤Sistemas de soporte a decisiones (DSS, Decision Support Systems): hacen referencia a un conjunto de sistemas de información que complementa los anteriores componentes al facilitar la toma de decisiones por parte del personal relacionado con AP. Los DSS reciben información de sistemas de posicionamiento, de sensores remotos, de elementos que utilizan VRT y de drones, para su posterior procesamiento y despliegue al personal relacionado con el cultivo¹³.

1.6.1.2 Esquema general de agricultura de precisión. Los elementos descritos anteriormente conforman el dominio para la aplicación de agricultura de precisión en un cultivo. La transferencia, almacenamiento y procesamiento de datos facilitan la toma de decisiones de tipo económico, ambiental y logístico. La Figura 2 muestra un esquema general del proceso de agricultura de precisión en donde pueden utilizarse, además de GPS, “los demás elementos descritos previamente. De la figura se observa que el esquema es cíclico, por lo que los procesos y las decisiones tomadas en etapas previas se tienen en cuenta para etapas futuras”¹⁴.

Si bien es cierto que el esquema de la Figura 2 es general, para cada caso particular se adecuan los procedimientos y acciones a realizar. Como ejemplo, en Colombia la implementación de tecnologías y procedimientos de agricultura de precisión está aún en fases iniciales; pero se deben tener en cuenta elementos propios de la geografía, el cultivo, el suelo y el clima de la región en estudio; esto para lograr una adecuada identificación del cultivo y sus características intrínsecas, facilitando así la implementación de procesos de agricultura de precisión (véase la Figura 2).

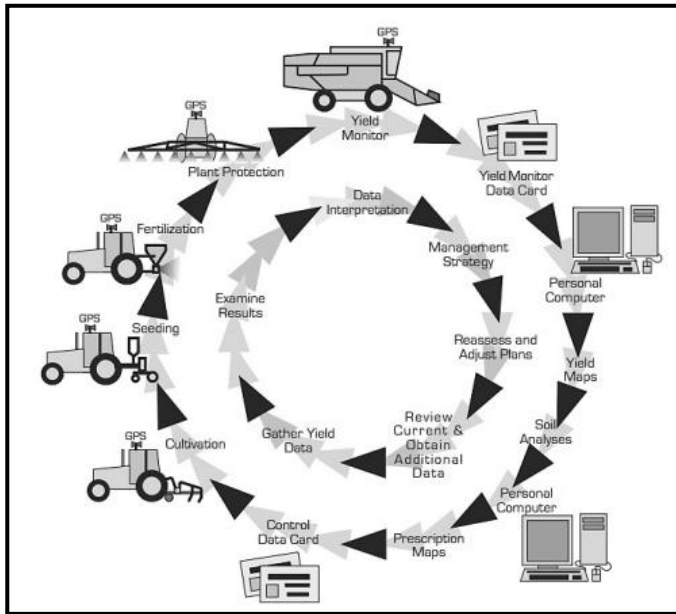
1.6.1.3 Agricultura de Precisión en Países de Sudamérica. Para este caso de estudio se consulta el estado de la agricultura de precisión a nivel de Sudamérica, esta búsqueda del estado del arte se limitará a cuatro países: “Argentina, Chile, Brasil y Colombia. Cabe destacar que en países desarrollados los pioneros en

¹³ OROZCO, Óscar Arley y LLANO RAMÍREZ, Gonzalo. Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión. En: Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Enero – junio, 2016. vol. 15, no. 28, p. 107

¹⁴ *Ibid.*, p. 107

implementar este concepto de producción agrícola son Estados Unidos, Canadá y Australia”¹⁵

Figura 2. Esquema General del Proceso de Agricultura de Precisión Aplicado a un Cultivo



Fuente. OROZCO, Óscar Arley y LLANO RAMÍREZ, Gonzalo. Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión. En: Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Enero – junio, 2016. vol. 15, no. 28, p. 108

En el cuadro se listan los países que son pioneros a nivel de Sudamérica en la implementación de agricultura de precisión (véase el Cuadro 3.)

1.6.1.4 Cultivo de Papa. La papa es “una planta tuberifera originada de América. La palabra PAPA es un vocablo quechua”¹⁶ que significa tubérculo. Tiene más especies silvestres (228) afines que cualquier otro cultivo y están ampliamente distribuidas en América, desde la región Suroeste de Estados Unidos hasta el extremo sur de la cordillera Andina.

¹⁵ CHARTUNI, E., Y MAGDALENA, C. Manual De Agricultura De Precisión [en línea]. Montevideo: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: http://www.procisur.org.uy/adjuntos/fb97915de88a_ura_de_precision.pdf>

¹⁶ QUECHUA: Es un etnónimo empleado para designar a pueblos indígenas originarios o emigrados de los actuales Estados de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y el Perú.

Cuadro 3. Agricultura de Precisión en Países de Sudamérica

AGRICULTURA DE PRECISIÓN EN PAÍSES DE SUDAMÉRICA	
BRASIL	<p>Es un país que cuenta con un extenso territorio dedicado al cultivo, óptimas condiciones climáticas y se caracteriza por el uso de tecnología nacional y extranjera en la producción de alimento, así como la administración de energías renovables.</p> <p>Se destaca el proyecto "agricultura de precisión para la sostenibilidad del sistema de producción agrícola del agronegocio brasileño" un proyecto aprobado para 4 años (2009 - 2013), que tiene la tarea de crear conocimiento, capacitación y herramientas tecnológicas de agricultura de precisión para ayudar el mejoramiento de sistemas de producción. Este proyecto es apoyado por 214 investigadores, 19 centros de investigación y 15 campos experimentales, estudia ecosistemas brasileños y 12 tipo de cultivos.</p> <p>Dentro de las actividades más utilizadas que el concepto de agricultura de precisión expone en Brasil son muy utilizados los mapas de fertilidad de suelo, los cuales son el resultado de un minucioso análisis de muestras y de análisis por medio de un software específico.</p>
ARGENTINA	<p>La organización más comprometida en gestionar las actividades de agricultura de precisión en Argentina es el instituto nacional de tecnología agropecuaria (INTA), según esta organización argentina es el segundo país del mundo con los mayores sistemas de agricultura de precisión y alta tecnología aplicada. De 33 millones de hectáreas sembradas, el 21,6% de esa superficie cuenta con instrumentos de agricultura de precisión.</p> <p>El concepto de agricultura de precisión inició en Argentina en el año de 1995 por medio de la INTA con la ayuda de la empresa D&E y Tecnocampo, en ese año se realizó el primer mapa de rendimiento, en un lote de maíz en la ciudad de Córdoba. Para el año 2006 el mercado argentino contó con 22.300 máquinas cosechadoras, 1.800 con monitor de rendimiento, 1.500 con asistencia GPS. Para la aplicación de insumos argentina cuenta con empresas propias que los fabrican dentro de las cinco más conocidas se encuentran Verion, Abelardo cuffia, Di Rocco, D&E, Yomel.</p>
CHILE	<p>Este país presenta contrastes en cuanto al nivel de adopción que tiene la agricultura de precisión, Chile es un productor de vino por excelencia, lo que hace pensar que tenga a disposición las mejores herramientas tecnológicas con el fin de lograr los más altos estándares de calidad y en definitiva así lo es, según el experto Stanley Best el país tiene a su disposición la tecnología necesaria pero le hace falta personal calificado que analice la información recolectada por los sistemas, lo que hace pensar que es un sistema débil en la toma de decisiones, Best define que con un uso adecuado puede mejorar hasta un 30% la productividad, así como disminuir costos.</p> <p>Chile cuenta con el instituto de investigaciones agropecuarias (INIA), del cual sobresale su programa Progap Inia. El programa se centra en el uso de información y de tecnología para entregar herramientas de decisión a los agricultores. Además, por medio de este programa y en conjunto con CODESSER y la Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad de Concepción, se encuentra el proyecto "Desarrollo de un Programa de Difusión y Capacitación en Agricultura de Precisión, utilizando Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)".</p>

Fuente. Los Autores

“Aunque se desconoce su antigüedad, puede afirmarse, de acuerdo con las evidencias botánicas y culturales, que la papa fue domesticada por los Collas hoy Aymaras de la cultura Tiahuanco que se desarrolló al Oeste de Bolivia en la región comprendida entre los lagos Titicaca y Poopó unidos por el río Desaguadero. Desde su centro de origen, las papas cultivadas fueron difundidas en Suramérica a través de la interconexión de los pueblos andinos”¹⁷.

1.6.1.5 Cultivo de papa en Colombia.

En la actualidad se cultivan unas 60 variedades de papa en 130.000 hectáreas con una producción de 2,7 millones de toneladas, según la Federación Colombiana de Productores de Papa, Fedepapa. Es la principal actividad agrícola de las zonas andinas en Colombia desarrollada por cerca de 90.000 familias. Se caracteriza por el uso intensivo de fertilizantes y plaguicidas, alta demanda de mano de obra rural no calificada (entre 110 y 120 jornales por hectárea), y por ser un cultivo disperso, aislado, de pequeños productores con limitado acceso a la tecnología¹⁸.

En Colombia se evidencia dos tipos de agricultura:

➤ **Agricultura Tradicional.** Este tipo de agricultura se desarrolla en terrenos pequeños en pequeñas unidades y practicada por familias en su gran mayoría y para el sustento de estas mismas; su atención es mínima la cual se ve reflejada en la cosecha, pero en la cual se necesita de mucha mano de obra.

➤ **Agricultura empresarial.** Este tipo de agricultura se enfoca en la producción en masas (grandes cantidades), para la cual es necesario terrenos de grandes dimensiones, inversiones monetarias altas para fertilizantes, sistemas de riego, plaguicidas los cuales evitan menos enfermedades y mayor cantidad de producto en la cosecha para así obtener rentabilidad dentro de sus cultivos.

En comparación con la agricultura tradicional, en la agricultura empresarial se dispone de menos mano de obra debido a que la gran mayoría de procesos son desarrolladas por maquinaria las cuales facilitan y agilizan el trabajo sin importar que tan grandes sean los terrenos a trabajar (véase el Cuadro 4).

Se puede observar en el Cuadro 4, que al pasar de los años aumenta la producción y por ende el rendimiento por hectárea sembrada, lo que significa que los cultivos de papa cada año son más rentables para los agricultores colombianos. El informe del ministerio de agricultura arroja que al transcurrir el tiempo los cultivos son más beneficiosos, ya que el aérea cosechada tiende a

¹⁷ GRANADOS, A. y GUZMÁN, A. Plan estratégico de recolección, empaque y distribución de papa y cebolla en el tramo de Boyacá. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Modalidad trabajo de grado, 2003. P. 32

¹⁸ MEDINA, Yesid. La producción de papa nacional, en desventaja por las importaciones [en línea]. Bogotá: Revista Dinero [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.portafolio.co/economia/produccion-de-papa-colombiana-afectada-por-importaciones-513924>>

tener un mayor porcentaje sobre el área total sembrada.

Cuadro 4. Estadísticas de Área Sembrada, Área Cosechada, Producción y Rendimiento del Cultivo de Papa en Colombia

ÁREA SEMBRADA, ÁREA COSECHADA, PRODUCCIÓN Y RENDIMIENTO DEL CULTIVO DE PAPA 2007-2017				
Año	Área Sembrada (ha)	Área Cosechada (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
2007	167.036	157.115	2.810.777	17,89
2008	157.225	158.076	2.807.665	17,76
2009	172.006	155.856	2.933.920	18,82
2010	183.948	168.839	3.247.731	19,24
2011	180.516	170.994	3.158.122	18,47
2012	159.581	158.176	2.957.863	18,70
2013	170.214	154.162	2.827.430	18,34
2014	169.358	160.030	3.077.008	19,23
2015	178.862	165.828	3.344.107	20,17
2016	191.796	169.209	3.473.301	20,53
2017	183.124	178.754	3.852.830	21,55

Fuente. AGRONET. Rendimiento de la papa [en línea]. Bogotá: Ministerio de Agricultura [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: https://www.agronet.gov.co/Documents/5-PAPA_2017_2017.pdf tabla rendiemitnp papa>

1.6.1.6 Cultivo de Batata. La batata (*Solanum tuberosum* L.) es originaria de América del Sur, de los Andes, y fue consumida por las poblaciones nativas en la antigüedad durante más de 8,000 años, y se adaptó a los cortos días de la región. Su introducción en Europa, alrededor de 1570, hizo que las especies fueran seleccionadas para la tuberización a largo plazo. Alrededor de 1620, fue llevado de Europa a América del Norte, donde se convirtió en comida popular. A partir de entonces, se extendió a muchos otros países.

Existe controversia sobre el origen de la batata. Sin embargo, existe una fuerte evidencia de que es nativa de dos áreas de América del Sur, donde todavía existen biotipos salvajes: uno que involucra las tierras altas de los Andes, que van desde Perú hasta el norte de Argentina, y otro que involucra las tierras bajas de la región. Centro sur de Chile.

La hipótesis de que la batata "europea" se originó a partir de diferentes especies silvestres andinas o de la "compleja" *Solanum brevicaule*, un grupo de genotipos tuberíferos morfológicamente similares distribuidos desde el centro de Perú hasta el norte de Argentina, duró muchos años. Sin embargo, estudios recientes que involucran marcadores moleculares en cientos de especies y cultivares silvestres

han indicado que todos los cultivares viejos se originaron a partir de un solo ancestro del componente "norteño" del complejo¹⁹. (véase la Figura 3)

Figura 3. Batata Brasileña



Fuente. Los Autores

1.6.2 Marco Conceptual.

1.6.2.1 Maquinaria. En contexto, a la maquinaria utilizada para el proceso del cultivo de papa se realiza las siguientes definiciones:

➤ **Fumigadoras.** Una fumigadora agrícola es una herramienta que ayuda a suministrar diferentes elementos, los cuales son necesarios para el desarrollo de las plantas y para proteger el medio de cultivo. Ésta consiste en rociar o esparcir un compuesto específico a través de una boquilla encargada de expulsar el líquido a presión formando una cortina de gotas muy finas capaces de cubrir a la producción entera, ya sea a pequeña, mediana o gran escala.

Si bien las fumigadoras están destinadas principalmente para la aplicación adecuada de productos destinados a la prevención o la eliminación de diferentes tipos de plagas, hongos, enfermedades y malas hierbas, también se pueden emplear para la aplicación de otros productos para fertilizar o corregir carencia de nutrientes, por lo tanto, su uso se puede llevar a cabo en la producción a campo abierto, en invernaderos, en huertos caseros y en cultivos hidropónicos. Entre las fumigadoras más comunes se encuentran la fumigadora estacionaria, la mochila fumigadora y la fumigadora tipo pistola²⁰.

➤ **Desbrozadora.** Su función principal es la del troceado de vegetación superficial y de restos de cosecha. Desmenuzan la parte aérea de la planta, de tal forma que las arrancadoras o cosechadoras pueden trabajar perfectamente a continuación. Las desbrozadoras de eje vertical utilizan varias cadenas que son las que golpean

¹⁹ EMBRAPA HORTALIÇAS. Origem e botânica [en línea]. Brasília: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/origem-e-botanica>>

²⁰ HIDROPONIA. Fumigadoras agrícolas, ¿para qué sirven? [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://hidroponia.mx/fumigadoras-agricolas-para-que-sirven/>>

la vegetación. Una cubierta con sólo una pequeña salida lateral retiene los restos de cosecha hasta completar su triturado²¹. (LTDA, 2015)

➤ **Tractores.** “Son un tipo de vehículos especiales que se utilizan para empujar o arrastrar embarcaciones, remolques, aperos u cualquier otras cargas pesadas o maquinarias. También están los tractores destinados a distintas tareas, como por ejemplo la construcción, la agricultura, el movimiento de tierras, la náutica, o los mantenimientos de espacios verdes profesionales, es decir, los tractores compactos”²². En esta oportunidad, nos centraremos en para qué sirve un tractor en la agricultura.

El uso de los tractores ha posibilitado minimizar sustancialmente la mano de obra utilizada en el trabajo agrícola. Así como también para la mecanización de tracción y tareas de carga que se realizaban tradicionalmente con el esfuerzo de animales como las mulas, los bueyes o los asnos.

➤ **Retovo.** El roto cultivador es “una herramienta que se utiliza para el trabajo de profundidad y des compactación, dejando la tierra lista para la siembra. El roto es perfecto para las labores pesadas de arar, rastrillar y preparar el suelo para la nueva cosecha o para mejorar la condición del suelo para las cosechas existentes. La amplia gama de roto o rotocultivador garantiza una adaptación a cada tipo de tractor y para todo tipo de mecanizado en diversos tipos de terreno”²³.

➤ **Arado.** “Es una herramienta de labranza utilizada en la agricultura, sirve para abrir surcos en la tierra y remover el suelo antes de sembrar. Arar aumenta la porosidad, lo que favorece el crecimiento de las plantas, aunque al remover el suelo se pierde agua por evaporación y algo de suelo por erosión, y las eventuales lluvias lavan los nutrientes y abonos que puedan haberse aplicado al suelo, generando pérdidas”²⁴.

➤ **Rastra o Rastrillo.** Las rastras de discos son equipos de labor secundaria principalmente. Aunque en algunos lugares y ocasiones también se utilizan como equipos de labor primaria.

Su cometido es el de preparar la cama de siembra, no superando los 10 a 15 cm de profundidad de trabajo. Con el paso de la rastra de discos conseguimos picar y desmenuzar rastrojos, nivelar el suelo de siembra y mezclar otros.

²¹ BOLETÍN AGRARIO. Desbrozar [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://boletinagrario.com/ap-6,desbrozar,347.html>>

²² BOLETÍN AGRARIO. Tractor [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://boletinagrario.com/ap-6,tractor,735.html>>

²³ DIKUBOTA. ¿Que es un rotocultivador o roto y para qué sirve? [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.dikubota.com/rotocultivador-rotovo/>>

²⁴ LARA, Juan. El arado como herramienta de labranza [en línea]. Bogotá: Las 4Esquinas [citado 25 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://las4esquinas.com/el-arado-como-herramienta-de-labranza/>>

Por otra parte, las rastras de discos han cobrado fuerza en las labores primarias con algunos cambios en el implemento agrícola, tales como discos con mayor diámetro y peso para poder trabajar a mayor profundidad de laboreo primario y poder soltar tierras pesadas y controlar la maleza²⁵.

➤ **Surcadora.** Máquina agrícola empleada para la elaboración de surcos en los terrenos agrícolas destinados a la siembra o plantación, o para el drenaje. En algunos países se conoce como acaballador debido a que la tierra que desplaza su órgano de trabajo va formando los caballones a cada lado de la zanja del surco. Se emplea igualmente para el aporque (levantar la tierra y arrimarla a la hilera de plantas)

➤ **Sembradora.** “Una sembradora es un elemento de maquinaria agraria, cuya función principal es situar las semillas y granos en la tierra pre acondicionada por el mismo dispositivo. Estas máquinas realizan la apertura de surcos en el terreno, la dispensación de semillas y el tapado de la zanja dentro de un proceso que garantiza una siembra impecable”²⁶.

➤ **Aporcadora.** Herramienta que se encarga de depositar tierra en el tronco o cuello de la planta, para mejorar su sostén y producción de tubérculos.

1.6.2.2 Insumos. En cuanto a los insumos utilizados en la empresa:

➤ **Herbicidas.** Un herbicida es “un producto químico o no que se utiliza para inhibir o interrumpir el desarrollo de plantas indeseadas, también conocidas como malas hierbas, en terrenos que han sido o van a ser cultivados”²⁷.

➤ **Fungicidas.** “Son elementos tóxicos que se utilizan para el mantenimiento de las plantas, es decir, son sustancias que se utilizan para evitar el crecimiento o quitar cualquier presencia de moho o de hongos que son dañinos para los animales, las plantas o los hombres”²⁸.

➤ **Insecticidas.** Los insecticidas son compuestos químicos utilizados para controlar o matar insectos portadores de enfermedades. “El origen etimológico de la palabra insecticida deriva del latín y significa literalmente matar insectos

²⁵ ALMARAZ, Ángel. Rastras de discos. características y sus utilidades [en línea]. Bogotá: repara tu Cultivador [citado 25 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.reparatucultivador.com/rastras-de-discos/>>

²⁶ TRACTORISTA. Sembradoras [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.tractorista.es/aperos/sembradoras/>>

²⁷ AGROTERRA. (01 de 02 de 2018). Herbicidas clasificación y uso [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.agroterra.com/blog/descubrir/herbicidas-clasificacion-y-uso/77614/>>

²⁸ TIPOS DE CONTAMINACIÓN. Que son los fungicidas clases modelos y composición [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://tiposdecontaminacion.net/que-son-los-fungicidas-clases-modelos-y-composicion/>>

(hormigas, cucarachas, mosquitos, moscas, piojos, polillas, escarabajos, pulgas, avispas, termitas, ácaros, caracoles, babosas, pulgones, orugas, trips, moscas blancas, infecciones parasitarias de gusanos, polillas, escarabajos y otras plagas)”²⁹.

➤ **Abono foliar.** El abono foliar es un producto comúnmente utilizado para la fertilización de las plantas a través de las hojas, “su utilidad principal es la de corregir los problemas nutricionales que puedan aparecer en nuestros cultivos, su aplicación es directa sobre la parte aérea de las plantas y complementa e intensifica el resto de nutrientes aplicados a la tierra y los propios producidos por las mismas de forma natural, el método de aplicación es la pulverización del fertilizante foliar sobre las hojas y dejar que sus nutrientes penetren hasta la savia”³⁰.

➤ **Productos refrescantes.** Los productos refrescantes para las plantas funcionan de forma que sus componentes favorecen a la producción de la clorofila, la cual mantiene viva la planta, estos productos deben ser aplicados por precaución o cuando las condiciones húmedas de la zona del cultivo lo ameriten.

1.7 METODOLOGÍA

1.7.1 Tipo de estudio. Se realizó un tipo de estudio descriptivo

1.7.2 Fuentes de información. Se cuenta con dos fuentes de información para el desarrollo del documento escrito:

1.7.2.1 Fuente primaria. Se tiene la Información obtenida en la asistencia a las diferentes conferencias ofrecidas por la universidad de São Paulo (gestión de personas y del conocimiento de la innovación, tecnologías y procesos de producción y robots móviles agrícolas), visita a la planta de São Martinho (planta de azúcar y alcohol más grande en operación en el mundo) y visitas a los laboratorios de agricultura precisión de la universidad de São Paulo sede ubicada en São Carlos municipio de Brasil.

1.7.2.2 Fuente secundaria. Investigaciones, entrevistas y/o información obtenida durante el desarrollo del documento después de realizarse la visita técnica internacional.

²⁹ INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA. Insecticidas [en línea]. México: El Instituto [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.insp.mx/contenido-no-disponible.html>>

³⁰ GRUPO INESTA. Abono Foliar, nutre a tus plantas a través de las hojas [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.grupoinesta.com/abono-fertilizante-foliar/>>

1.8 DISEÑO METODOLÓGICO

Para el cumplimiento de los objetivos se realizará de la siguiente manera (véase el Cuadro 5.)

Cuadro 5. Diseño Metodológico

OBJETIVO ESPECIFICO	RESULTADO ESPERADO
Realizar un análisis comparativo de la situación actual del proceso de cultivo de papa que realiza la productora y comercializadora SyC Ltda. con las tecnologías empleadas en los cultivos de Brasil.	Mediante la investigación del proceso de cultivo de papa que realiza la empresa, y las tecnologías observadas en la visita técnica internacional a Brasil, se determinará qué tipo de herramientas tecnológicas son más beneficiosas para optimizar el proceso realizado por la empresa.
Determinar los mecanismos para la implementación de mejoras en el proceso de cultivo de papa, a partir de las herramientas tecnológicas utilizadas en la agricultura de precisión brasileña.	Con la observación de todas las herramientas tecnológicas utilizadas en la agricultura de precisión brasileña, poder formular un mecanismo óptimo para las tareas realizadas en el proceso de cultivo de papa.
Analizar los beneficios que se generaría frente al cambio de metodología utilizada en la actualidad, frente a la propuesta de transferencia de tecnología que se aplica en Brasil.	Después de la investigación y de determinar los mecanismos que optimicen el proceso del cultivo de papa realizados por la empresa, se pueden dar a conocer los beneficios que se obtendrán por medio de la transferencia de herramientas tecnológicas.

Fuente. Los Autores

2. ANÁLISIS COMPARATIVO

2.1 ETAPAS DEL PROCESO DE CULTIVO DE PAPA REALIZADO POR LA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA SÁNCHEZ Y CALDERÓN LTDA.

2.1.1 Preparación o adecuación de terreno. En caso de haber pasto o maleza se erradica por medio de la desbrozadora la cual muele el pasto para ser incorporado como materia orgánica a el terreno, se procede a rotiar o aflojar la capa vegetal, seguido se ara y encalla el pasto anteriormente desbrozado con el fin de adecuar el terreno para obtener una buena siembra, se procede a pasar la rastra o rastrillo para emparejar o nivelar el terreno, después de este proceso el terreno queda preparado para una excelente siembra.

2.1.2 Siembra. Se instala la sembradora a el tractor abasteciéndola de semilla y fertilizante, de igual manera se instala la fumigadora con mezcla para la desinfección de las semillas y del terreno eliminando o minimizando el riesgo de plagas, hongos o infestaciones que pueda tener el terreno, al mismo tiempo el tractor surca, riega: semilla y fertilizante, desinfecta, finalmente tapa y forma el surco para así finalizar la etapa de siembra.

2.1.3 Atención del cultivo. Esta etapa comienza con la fumigación del cultivo después de nacida la planta, se realizan en promedio aplicaciones cada 8 días, en las cuales se utilizan una serie productos, los cuales se aplicarán dosis de acuerdo a la variación del clima; esta etapa se realizará durante todo el ciclo de vida de la planta, las cuales tienen un ciclo aproximado de 160 días; en paralelo al anterior proceso se hará la segunda y última fertilización, deshierbe, aporque y de esta manera se finaliza la atención necesaria para un buen desarrollo del cultivo y así obtener una producción de calidad.

2.1.4 Cosecha o recolección. Pasado el ciclo de vida de la planta se procederá a hacer la recolección de los tubérculos, los cuales se sacan de forma manual con ayuda de una herramienta llama azadón, clasificando y empacando en sacos de 50 kilogramos por tamaños y calidades, para luego ser cargada en camiones y ser llevados o distribuidos a las industrias, plazas y/o diferentes distribuidores del mismo producto (véase la Figura 4).

2.2 ETAPAS DEL PROCESO DE CULTIVO DE BATATA EN BRASIL

2.2.1 Preparación del terreno. La batata generalmente se cultiva al aire libre. Tras la eliminación del rastrojo del cultivo precedente mediante labor de vertedera y grada, y previa la incorporación de abonos e insecticidas del suelo, el terreno se dispone en lomos o caballones.

En suelos profundos la planta tiene tendencia a producir raíces largas y estrechas, razón por la que no conviene dar labores profundas.

Figura 4. Esquema del Proceso Productivo de Papa



Fuente. Los Autores

Es necesario dejar el terreno perfectamente mullido para facilitar la vegetación de la planta y el engrosamiento de los tubérculos. Los estiércoles frescos suelen producir una vegetación aérea exuberante, con raíces largas y bastas. Si se aplica, que sea en las cosechas anteriores.

Normalmente se trata de caballones triangulares de 90 cm de ancho por 35 cm de altura y una distancia entre líneas de 95 cm. Cuando los caballones están preparados se realiza un pequeño hoyo en su cima³¹.

2.2.2 Plantación.

➤ Época de plantación. Según la zona de cultivo, pueden variar las épocas, pero en general se realiza durante los meses de abril y junio. En los climas más cálidos puede escogerse cualquier época, siempre durante la estación seca, aportando riegos abundantes.

➤ Marco de plantación. La distancia entre líneas es normalmente de 95 cm. La separación de las plantas dentro de la línea oscila entre 30 y 40 cm, lo que supone una densidad que varía entre 35.000 a 26.300 plantas/ha. La distancia entre plantas variará en función del vigor y de la precocidad de la variedad a cultivar. A distancias mayores se obtienen tubérculos de mayor tamaño.

³¹ INFO AGRO. El cultivo de la batata [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.infoagro.com/hortalizas/batata.htm>>

➤ Plantación. Se realiza por medio de la sembradora para la plantación de las puntas o esquejes (trozos de ramas de 30-35 cm y provistas de tres o cuatro yemas por lo menos). Con ayuda de este instrumento se suministra agua al hoyo al mismo tiempo que se planta el esqueje. Así se consigue que la parte enterrada en el hoyo embarrado quede arqueada, lo que facilita el enraizamiento. El esqueje se plantará de forma que entre dos o tres nudos queden enterrados y variará según el vigor de la variedad elegida. Cuanto mayor sea el número de nudos bajo tierra, mayor es el número de frutos (tubérculos), ya que éstos se originan de las raíces que emiten las yemas situadas en cada nudo³².

2.2.3 Abonado. Normalmente se realiza un abonado antes de la plantación o se complementa con el precedente del estercolado y abono mineral que recibe del cultivo precedente. La batata es exigente en potasio, poco en nitrógeno y materias orgánicas nitrogenadas y discreta en cuanto al fósforo.

Se recomiendan equilibrios 1:2:3 en dosis de 270 Kg de elementos fertilizantes por hectárea. Esto corresponde a 500 Kg/ha de complejo 9-18-27 ó a la siguiente formulación con abonos simples:

- Sulfato amónico del 21%: 220 kg.
- Superfosfato de cal del 18%: 500 kg.
- Sulfato potásico del 50%: 280 kg.

2.2.4 Riego. “La batata precisa de suelos húmedos, sobre todo cuando se realiza la plantación de los esquejes o puntas, para favorecer el enraizamiento, en las primeras fases del cultivo, y en general al largo de todo el ciclo. Una humedad excesiva puede provocar pérdidas de producción cuantitativa y cualitativa. El boniato es una planta moderadamente tolerante a la sequía, a pesar de lo cual responde productivamente al riego”³³.

Respecto al número de riegos serán suficientes tres o cuatro en los cuatro o cinco meses que dura el cultivo, pero si el clima o la estación fuesen muy secos se darán hasta ocho o nueve riegos aplicados cada quince días. Los riegos se realizan por superficie, inundando los surcos en los que se ha dividido la parcela.

2.2.5 Otras labores.

- Reposición de marras. Se realiza entre los 7-10 días desde la plantación. Es recomendable cuando los fallos superan el 15%.

³² ECURED. Métodos de plantación y conservación del Boniato [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 15 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: https://www.ecured.cu/M%C3%A9todos_de_plantaci%C3%B3n_y_conservaci%C3%B3n_del_Boniato>

³³ INFO AGRO. El cultivo de la batata [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.infoagro.com/hortalizas/batata.htm>>

- Aporcado. A los 40-50 días de haber efectuado la plantación es aconsejable realizar un aporcado que permita combatir las malas hierbas.
- Escardas. Se realiza durante las primeras fases del cultivo empleando tratamientos con pantallas, dirigidos a las malas hierbas. También pueden emplearse en replantación herbicidas.
- Control del excesivo desarrollo aéreo. Mediante despuntes y supresión del follaje de la parte superior, para evitar efectos negativos en la tuberización³⁴.

2.2.6 Recolección. “Cinco o seis meses después de la plantación se puede empezar a recolectar las batatas, normalmente durante los meses de octubre y noviembre. Unos quince días antes es preciso realizar una labor de corte de las ramas. Cuando la batata está madura, las hojas adquieren un color amarillento. La recolección mecanizada”³⁵.

Una producción media por pie de 2 a 4 tubérculos con un peso que oscila entre los 200-400 gramos cada uno.

2.2.7 Conservación. “Para la conservación de las batatas se disponen los tubérculos en capas dentro de bodegas de almacenaje ventilado a 11-15°C y una humedad del 80-85%. La conservación a temperaturas inferiores a 12°C puede producir arrugamiento de las raíces, ennegrecimiento de la carne, huecos superficiales de pequeño tamaño y ataques criptogámicos secundarios”³⁶.

2.3 ANÁLISIS COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS Y TECNOLOGÍAS UTILIZADAS DURANTE EL CULTIVO DE PAPA

En los últimos años Colombia ha tenido avances importantes en cuanto a la agricultura, por ejemplo: ha venido implementando tractores y máquinas complementarias para el desarrollo de las actividades, pero no se puede llegar a hacer un punto de comparación a la tecnología utilizada en otros países.

En los campos de Brasil las sembradoras, fumigadoras, cosechadoras y los ingenieros agrónomos no conocen las cercas. Los tractores duran hasta seis horas seguidas arando los campos de varias fazendas (Granjas) para reducir tiempos y costos. Este sistema de cooperativismo agrario les ha permitido a los agricultores aprovechar mejor el servicio de asistencia técnica y de transferencia de tecnología,

³⁴ ECURED. Métodos de plantación y conservación del Boniato [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 15 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: https://www.ecured.cu/M%C3%A9todos_de_plantaci%C3%B3n_y_conservaci%C3%B3n_del_Boniato>

³⁵ INFO AGRO. El cultivo de la batata [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.infoagro.com/hortalizas/batata.htm>>

³⁶ HUAMAN ACORI, Adimir Alcides y HUAMAN ESPINOZA, Rosmery. Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de elaboración de fideos instantáneos a partir de fécula de camote (Ipomoea batatas) en la región de Lima. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. FACULTAD de Ingeniería Química y Metalurgia, 2016. p. 32

reducir sus costos de producción y comercializar a un mejor precio sus productos. Es decir, desarrollan una agricultura productiva, competitiva y rentable³⁷.

A continuación, se realiza una descripción comparando cada una de las herramientas tecnológicas utilizadas en cada etapa del proceso de cultivo de papa tanto en Colombia como Brasil.

2.3.1 Preparación o adecuación del terreno. Todo terreno antes de ser sembrado debe tener una preparación, en la actualidad SyC utiliza tractores manejados por un operario, estos son enganchados con máquinas complementarias para el desarrollo de las actividades según corresponda, el tiempo diario de uso recomendado para este tipo de tractores es de 12 horas máximo.

En SyC para la realización de esta tarea necesita de un operario el cual se puede llegar a demorar cuatro días por hectárea, de igual manera dependiendo de cómo sea el estado del terreno (véase la Figura 5).

Figura 5. Tractor de SyC.



Fuente. Los Autores

Por lo contrario, en Brasil este proceso se desarrolla con tractores automatizados (sin operarios) y con localizadores GPS que permiten que el tractor realice su tarea solo por el área previamente seleccionada, sin necesidad de tener ningún tipo de interrupciones, exclusivamente por abastecimiento de combustible (24 horas de trabajo continuo) (véase la Figura 6).

³⁷ DANGOND BAQUERO, Indalecio. La agricultura en Brasil. Bogotá: El Pílon [citado 15 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://elpilon.com.co/la-agricultura-en-brasil>>

Figura 6. Tractor Automatizado Utilizado en Cultivos de Brasil.



Fuente. RED LINE EQUIPMENT. Precision farming [en línea]. Miami: La Empresa [citado 15 septiembre, 2019]. Diponbe en Interet: <URL: <https://www.redlineequipment.com/precision-farming/video-vault>>

2.3.2 Siembra y atención del cultivo. Para el proceso de siembra SyC realiza este con la ayuda de un tractor, el cual es manejado por un operario y dos ayudantes quienes se encargan de poner la semilla en la sembradora, posteriormente la maquina arroja la semilla y el abono en medio de los surcos.

En la atención del cultivo se realizan actividades como fumigar para esto se utilizan fumigadores de espalda que son manejadas por operarios, la cantidad de estos depende del tamaño del cultivo, si el cultivo es muy extenso se utiliza el tractor con bomba fumigadora; otra de las actividades que se realizan en la atención del cultivo es aporcar o aterrar la cual consiste en acumular tierra en la base del tallo de la planta haciendo el montículo más grande, esta tarea es realizada con un tractor manejado por un operario y una aporcadora la cual retira tierra del surco para llevarlo a la cima del tallo, en las cabeceras del terreno es necesario que los colaboradores realicen la labor de manera manual con azadón debido a que el tractor no alcanza a realizarla en las cabeceras de cada surco. Otra actividad que se realiza es el deshierbe que consiste en aplicar insumos a plantas o hierbas ajenas al cultivo, esta actividad se desarrolla con la ayuda de colaboradores y bombas fumigadoras de espalda (véase la Figura 7).

La siembra en Brasil se hace por medio de tractores automatizados y complementado con sistema GPS para así sembrar el terreno anteriormente preparado, los únicos tiempos de espera producidos en este proceso son por el abastecimiento de combustible o de la semilla a plantar.

La atención del cultivo se hace por áreas afectadas previamente estudiadas por drones, los cuales analizan el estado de la planta para así atacar (fumigar) directamente en la raíz del problema o de la enfermedad, si el tamaño del área afectada es mínimo se fumiga por medio de Drones y en caso tal de que el área

afectada sea muy grande se procede a fumigar por medio de tractores para abarcar con mayor rapidez el cultivo (véase las Figuras 8 y 9).

Figura 7. Colaboradores Fumigando con Bomba Fumigadora de Espalda



Fuente. Los Autores

Figura 8. Dron Fumigando



Fuente. DÍAZ, Sherly. La tecnología del dron en pro del agro panameño [en línea]. Bogotá: El Capital Financiero [citado 18 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://elcapitalfinanciero.com/la-tecnologia-del-dron-en-pro-del-agro-panameno/>>

Figura 9. Bomba Fumigadora de Tractor



Fuente. RESARIO NOTICIAS. La modificación de la Ley de Agroquímicos se trata mañana [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 18 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.rosarionoticias.info/notas/la-modificacion-de-la-ley-de-agroquimicos-se-trata-manana.html>>

2.3.3 Cosecha o recolección. El proceso de recolección en la empresa SyC lo realiza de forma manual y con un azadón, este trabajo lo realizan aproximadamente 30 colaboradores siempre teniendo en cuenta el tamaño del cultivo.

Al momento que la papa es sacada de la tierra se va dejando en el surco para posteriormente ser recogida, clasificada y empacada en costales de a 50kg, esta labor la realiza los mismos colaboradores que la sacaron (véase la Figura 10).

El proceso de recolección de la papa se realiza mediante sacadoras automatizadas que extraen la papa del suelo, la recoge y la pone en contenedores para poder ser transportada a su destino final (véase la Figura 11).

Figura 10. Papa Empacada en Costales



Fuente. Los Autores.

Figura 11. Sacadora Automatizada de Papa



Fuente. HENRIQUE MARTINS, Daniel. Análise comparativa de custos, capacidade operacional e perdas entre a colheita mecanizada e semi-mecanizada na cultura da batata. Uberlândia: Niversidade Federal De Uberlândia Instituto De Ciências Agrárias. Curso De Agronomia. Moodalidad trabajo de grado, 2010. p. 33

Cuadro 6. Resumen comparativo de las herramientas y tecnologías utilizadas en cultivos de papa.

RESUMEN DE LAS HERRAMIENTAS Y TECNOLOGIAS UTILIZADAS EN LOS CULTIVOS DE PAPA		
ETAPA DEL PROCESO	COLOMBIA	BRASIL
PREPARACIÓN O ADECUACIÓN DEL TERRENO	SyC utiliza tractores manejados por un operario, estos son enganchados con máquinas complementarias para el desarrollo de esta actividad.	En Brasil este proceso se desarrolla con tractores automatizados (sin operarios) y con localizadores GPS que permiten que el tractor realice su tarea solo por el área previamente seleccionada.
SIEMBRA Y ATENCIÓN DEL CULTIVO.	SyC realiza esta etapa con la ayuda de un tractor, el cual es manejado por un operario y dos ayudantes quienes se encargan de poner la semilla en la sembradora, posteriormente la maquina arroja la semilla y el abono en medio de los surcos. En la atención del cultivo se realizan actividades como fumigar para esto se utilizan fumigadores de espalda que son manejadas por operarios, la cantidad de estos depende del tamaño del cultivo, si el cultivo es muy extenso se utiliza el tractor con bomba fumigadora	La siembra en Brasil se hace por medio de tractores automatizados y complementado con sistema GPS para así sembrar el terreno anteriormente preparado. La atención del cultivo se hace por áreas afectadas previamente estudiadas por drones, los cuales analizan el estado de la planta para así atacar (fumigar) directamente en la raíz del problema o de la enfermedad.
COSECHA O RECOLECCIÓN	En la empresa SyC lo realiza de forma manual y con un azadón, este trabajo lo realizan aproximadamente 30 colaboradores siempre teniendo en cuenta el tamaño del cultivo.	El proceso de recolección de la papa se realiza mediante sacadoras automatizadas que extraen la papa del suelo, la recoge y la pone en contenedores para poder ser transportada a su destino fina

Fuente. Los Autores.

3. ESPECIFICACIÓN DE MECANISMOS

A continuación, se describen herramientas tecnológicas que, combinadas entre sí, consiguen que se realicen tareas en los cultivos con un nivel de precisión mucho mayor que del que se dispone habitualmente.

3.1 CONTROL Y GUIADO DE LA MAQUINARIA

Son tecnologías de precisión que ofrecen múltiples soluciones de guiado automático de acuerdo con las necesidades del productor. Mejora la eficiencia y la rentabilidad de la operación reduciendo los costos de insumos y el consumo de combustible, mejorando la productividad del operador.

3.1.1 Surface Water Pro Plus™. El software Surface Water Pro Plus ayuda a los operadores en las tareas de surcar y canalización por medio de GPS. El software Surface Water Pro Plus puede utilizarse con cualquier máquina (Tractor) que esté preparada para usar el monitor GreenStar™ con un conector ISO^(*) o con un conjunto de cables con un conector ISO para instalación en campo.

Este posee un modo relevamiento para realizar mapa altimétrico^(**) del lote y un modo avanzado de canalización que crea de manera automática drenajes más precisos.

3.1.2 iTEC™ Pro. Este innovador módulo del monitor GreenStar permite realizar automáticamente las maniobras en cabecera, reduciendo superposiciones y omisiones, economizando fertilizantes, semillas y combustible, además de optimizar la operación como un todo.

Cuanto más irregular sea el terreno del campo y más giros en las cabeceras haya, más probabilidad de que iTEC Pro genere ahorros con mayor rapidez. El uso de iTEC Pro permite que los operarios realicen giros en las cabeceras más rápidos, más eficaces y automáticos de una forma homogénea prácticamente inigualable, independientemente de las condiciones del campo o del nivel de experiencia del operario (véase la Figura 12).

“iTEC Pro guía automáticamente el tractor para una pasada óptima y realiza funciones de final de la hilera en momentos indicados durante la secuencia. Esta funcionalidad reduce los costos de insumos y la tensión del operador”³⁸.

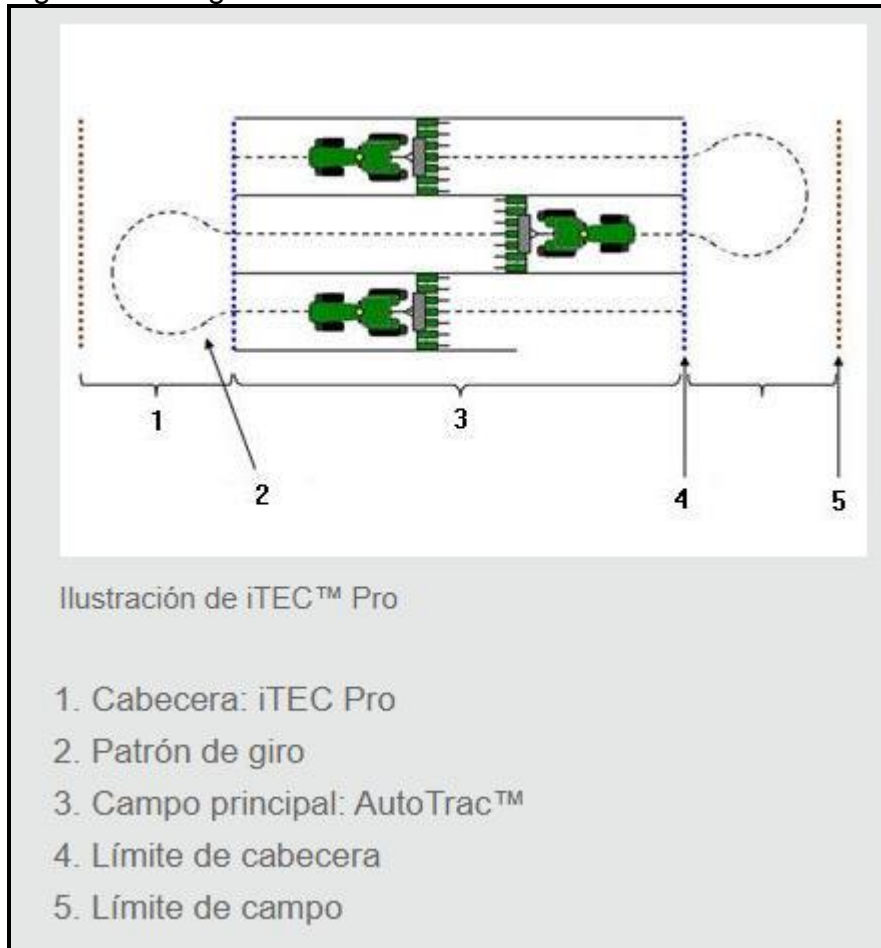
(*) Conector ISO: Es el enchufe que conecta un dispositivo de audio a un automóvil.

(**) Mapa altimétrico: Es aquel que representa el relieve del terreno.

³⁸ VENZARIO. El Itec Pro Para Tractores John Deere [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://venzario.wordpress.com/2008/09/02/el-itec-pro-para-tractores-john-deere/>>

Cuando los operadores basan su trabajo del día en la dirección manual de un tractor en torno a un giro al final de la hilera mientras intentan detectar obstáculos y realizar funciones de final de la hilera, como la elevación de la sembradora y el desplazamiento hacia abajo del tractor, tienden a sentir cansancio o incluso a olvidarse de realizar alguna tarea. Esto hace que las cabeceras no sean homogéneas.

Figura 12. Diagrama de Funcionamiento de iTec Pro en los Terrenos



Fuente. DEERE, John. Control y Guiado de la Maquinaria [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com.mx/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/sistemas-de-guiado/>>

3.1.3 iGrade™. “El sistema iGuide se configura con facilidad en el monitor GreenStar. Un receptor StarFire iTC instalado en el apero³⁹ comunica su posición exacta al sistema AutoTrac del tractor. El tractor varía entonces su trayectoria para

³⁹ Aperos: Un apero agrícola es una herramienta o máquina “sin motor”, diseñada para ser acoplada a una cabeza tractor que lo maneja pudiendo así llevar acabo muy diferentes tareas.

compensar la deriva del apero, guiándolo para obtener unos resultados perfectos”⁴⁰ (véase la Figura 13).

Figura 13. Sistema iGrade.



Fuente. DEERE, John. iGrade™ Soluciones de Siembra y Cosecha [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/soluciones-de-siembra-y-cosecha/igrade/>>

3.1.4 AutoTrac™. El juego de dirección AutoTrac es una solución móvil de guiado que brinda más productividad en las operaciones agrícolas durante las estaciones de crecimiento de los cultivos.

AutoTrac está aprobado en más de 600 plataformas de equipos diferentes y es compatible con muchos de los vehículos agrícolas que tienen sistemas de dirección en buen estado desde el punto de vista mecánico. (DEERE, JOHN DEERE, 2019)

La agricultura exige numerosas pasadas. Esto exige el uso de un sistema de guiado con un alto grado de repetitividad que permita reducir la superposición (costo adicional de semillas, fertilizantes, productos químicos y horas de máquina) y las zonas sin tratar (pérdida de producción) (véase la Figura 14).

Mantener una precisión repetible es importante en todas las operaciones agrícolas, en especial en prácticas de cultivo que requieren múltiples pasadas en el campo. AutoTrac crea pasadas con una distancia uniforme entre ellas, reduciendo el posible daño al cultivo que podrían causar pasadas posteriores en campo: además aumenta en gran medida la productividad del operador al mantener una precisión y eficiencia constantes. Los operadores están más alertas

⁴⁰ DEERE, John. iGrade™ Soluciones de Siembra y Cosecha [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/soluciones-de-siembra-y-cosecha/igrade/>>

mientras trabajan en el campo; pueden centrarse en los ajustes de los aperos y en las variaciones de las condiciones del lugar.

Figura 14. Cabrilla de Autotrac.



Fuente. DEERE, John. Control y Guiado de la Maquinaria [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com.mx/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/sistemas-de-guiado/>>

AutoTrac permite que el operador mantenga la velocidad de trabajo ideal para una aplicación específica. Esto contribuye a mantener el máximo rendimiento de la máquina y de sus aperos, con campos uniformes. La operación a velocidad constante también permite que se cubran más hectáreas por día con aquellas aplicaciones que requieren mayores velocidades, tales como la pulverización.

Conforme crecen el tamaño y peso de la maquinaria agrícola, aumenta la preocupación sobre la compactación del suelo. La maquinaria pesada y los aperos de labranza pueden dañar la estructura del suelo. La estructura del suelo es importante, ya que determina la capacidad del suelo para retener y conducir agua, nutrientes y el aire necesario para la actividad de las raíces de las plantas con AutoTrac los operadores pueden optimizar el número de pasadas y reducir la compactación y además permite que los agricultores utilicen los mismos carriles todos los años y que sacrifiquen una porción pequeña del terreno para que el resto de la superficie carezca de marcas de ruedas. Limitar el tráfico a carriles específicos también permite contar con una superficie firme para que el tractor opera de forma más eficiente.

Los beneficios incluyen:

- Mejorar en el rendimiento de la línea de pasada.
- Diseño resistente a las condiciones climáticas (plataforma de estación abierta aprobada).

- Adquisición de la línea con más rapidez.
- Diagnósticos mejorados.
- Calibración sencilla para una configuración más rápida.

3.1.5 JDLink™ Access. “Es el sistema telemático de John Deere diseñado para productores y administradores que desean aumentar la productividad, eficiencia, el tiempo operativo y reducir los costos desde la oficina. Los usuarios pueden gestionar el funcionamiento en tiempo real sin estar en la cabina de la máquina”⁴¹. Se puede acceder a JDLink desde una computadora portátil o de escritorio, o desde un dispositivo móvil (véase la Figura 15).

Figura 15. Sistema telemático JDLink



Fuente. DEERE, John. JDLink™ Access y Connect Gerenciamiento de Información [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/gerenciamiento-de-informaci%C3%B3n/jd-link-access//>>>

3.1.5.1 Aumento de la productividad gracias al control de los ajustes y los estados de la máquina. La posibilidad de acceder a esta información de la máquina a distancia permite a los administradores, propietarios y concesionarios visualizar de cerca su funcionamiento y hacer recomendaciones. Esto también permite a los usuarios comparar y mejorar la productividad a distancia y optimizar

⁴¹ DEERE, John. JDLink™ Access y Connect Gerenciamiento de Información [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/gerenciamiento-de-informaci%C3%B3n/jd-link-access//>>>

la máquina para las condiciones de cultivo durante la cosecha mediante lo siguiente:

- Reducir las pérdidas con ajustes optimizados de velocidad.
- Reducir el consumo de combustible mediante ajustes de optimización.
- Comparar el rendimiento de la máquina con otras similares compartiendo sus ajustes.

3.1.5.2 Mantenerse conectado con la gestión de las máquinas a distancia. La conectividad inalámbrica de la máquina presenta nuevas posibilidades al iniciar una sesión en el sitio web de JDLink, la conectividad se pone en manos de los usuarios y se pueden visualizar todos los equipos o una sola máquina para estar informado de su ubicación. Con la conectividad JDLink Access, los usuarios también reciben las horas actuales e información acerca del rendimiento de la máquina, entre muchos otros datos. Esta función permite ahorrar tiempo y mantiene el trabajo en marcha con un rendimiento óptimo.

3.1.5.3 Coordinación de la logística de máquina y trabajo. Conocer dónde están las máquinas y dónde deben estar es una parte importante de la mejora global de la productividad ya sea dirigiendo a los vehículos de apoyo de combustible, semilla o fertilizante a la ubicación adecuada o sabiendo cuándo la máquina llega o abandona el lote, JDLink cubre las necesidades logísticas del cultivo (véase la Figura 16).

Figura 16. Muestra de la conectividad JDLink.



Fuente. DEERE, John. Control y Guiado de la Maquinaria [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com.mx/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/sistemas-de-guiado/>>

Con la aplicación de JDLink, los productores pueden gestionar la logística de la máquina sobre la marcha:

- Ver el mapa de localización de la máquina

- Compartir alertas de la máquina
- Obtener instrucciones para llegar a la máquina
- Llamar a la máquina con un "ping" para obtener la ubicación actual
- Compartir la ubicación de la máquina con otros usuarios
- Ver datos de acceso a la máquina

3.1.5.4 Conexión a distancia con todas las máquinas JDLink con la aplicación JDLink para iPhone®, iPad® y dispositivos Android™. Con la aplicación para móviles JDLink, disponible para todos los dispositivos móviles y tabletas, con Android y iOS, las visualizaciones de los datos de Access le proveen al usuario la ventaja adicional de tomar decisiones de gestión basadas en información real, lo que aumenta el rendimiento y tiempo operativo de las máquinas y reduce sus costos de operación (véase la Figura 17)

Figura 17. Aplicación JDLink, para Celulares



Fuente. DEERE, John. Control y Guiado de la Maquinaria [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com.mx/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/sistemas-de-guiado/>>

Los usuarios pueden:

- Acceder a las instrucciones para llegar a las máquinas desde cualquier ubicación.
- Recibir y reconocer alertas de máquinas.
- Llamar (realizar un ping) para solicitar notificaciones a las máquinas.
- Acceder al acceso de los datos.

3.1.6 GreenStar™. “El monitor GreenStar de John Deere es un monitor color de 26 cm que presenta una pantalla táctil que permite controlar una variedad de aplicaciones, máquinas e implementos de precisión”⁴².

También permite configurar múltiples páginas de inicio y navegar a cada una de ellas con facilidad y eficiencia, mientras otras aplicaciones están en uso. Está diseñado específicamente para productores que desean una máxima eficiencia, productividad y las mejores características (véase la Figura 18).

Figura 18. Monitor GreenStar



Fuente. DEERE, John. Monitor GreenStar™ 2630 [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/receptores-y-monitores/monitor-gs2-greestar-2630/>>

3.1.6.1 Acceso remoto a la pantalla (RDA). La posibilidad de ver de forma remota los ajustes, el rendimiento, la productividad, la superficie trabajada y otras informaciones de la máquina resulta muy útil a la hora de gestionar o supervisar una operación. Es necesario que el equipo del operador siga funcionando de manera productiva y que el productor o el concesionario puedan proporcionar

⁴² DEERE, John. Monitor GreenStar™ 2630 [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/receptores-y-monitores/monitor-gs2-greestar-2630/>>

asistencia remota para mejorar la calidad y la eficiencia del trabajo mientras ahorran tiempo y dinero. El RDA permite que el operador reciba ayuda con los ajustes de la máquina o que identifique un problema y reciba asistencia sobre los pasos que debe seguir para resolverlo.

RDA ofrece los siguientes beneficios a los usuarios:

➤ **Rendimiento.** Asistencia o formación remota de los operadores sobre la configuración de la máquina y las aplicaciones de agricultura de precisión para aumentar la productividad y la calidad del trabajo.

➤ **Costo operativo.** Menores costos de mano de obra y desplazamientos con una asistencia a distancia mejorada para resolver los problemas con mayor rapidez y precisión y mayores beneficios al asegurarse la optimización de la configuración de la máquina para una eficiencia máxima.

➤ **Requisitos.** La configuración de socios dentro del Centro de operaciones o en la interfaz de la web de JDLink debe ser completada por ambos usuarios para compartir la información. Se puede iniciar una sesión de RDA desde prácticamente cualquier computadora o dispositivo móvil conectados a Internet, incluidos MyOperations™^(*) y las aplicaciones móviles JDLink para los sistemas iOS® y Android®.

3.1.7 Mapa de productividad Harvest Doc™. Harvest Doc genera mapas de rendimiento (kg/ha) a través del posicionamiento dado por el GPS y las informaciones provistas por los sensores instalados en la cosechadora.

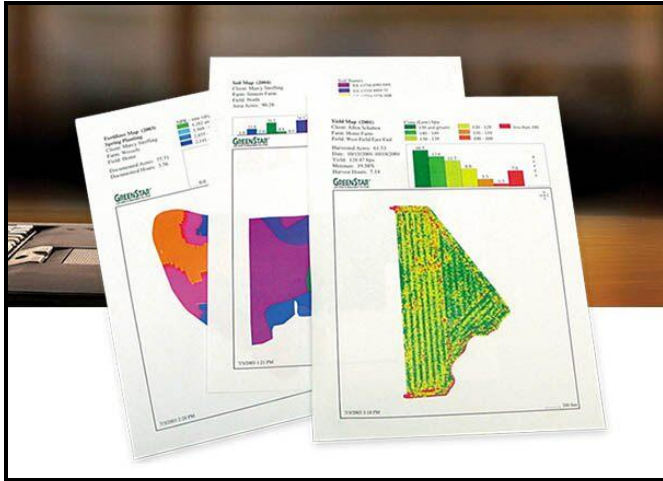
“Harvest Doc™ no es una adaptación, fue desarrollado específicamente para las cosechadoras John Deere, brindando una mayor confiabilidad. Este brinda parámetros para diagnosticar y corregir las causas de bajos rendimientos en el lote.

La información es almacenada en el monitor GreenStar™ para ser analizada posteriormente”⁴³ (véase la Figura 19).

(*) MyOperations™ Aplicación que permite monitorear las actividades de campo.

⁴³ DEERE, John. Harvest Doc™ Soluciones de Siembra y Cosecha [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/soluciones-de-siembra-y-cosecha/harvest-doc/>>

Figura 19. Mapas de Rendimiento del Cultivo



Fuente. DEERE, John. Harvest Doc™ Soluciones de Siembra y Cosecha [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/soluciones-de-siembra-y-cosecha/harvest-doc//>>

3.1.7.1 Ventajas.

➤ Los mapas indican la variabilidad de los campos que pueden ayudar a identificar las causas, posibilitando así una reducción de costos y/o un aumento del rendimiento.

➤ Investigando las causas de esta variabilidad es posible tomar algunas decisiones para corregirlas (radiografía del campo):

- ✓ Corrección de los niveles de fertilidad.
- ✓ Corrección de la compactación del suelo.
- ✓ Corrección de problemas de drenaje.
- ✓ Tratamiento de plagas.

➤ Medición de los efectos que diferentes prácticas agrícolas pueden tener sobre el rendimiento.

✓ El rendimiento es el mejor indicador de las unidades de manejo = zonas con el mismo manejo.

✓ A través de los registros históricos, se puede monitorear la evolución de estas causas.

✓ Construcción de un banco de datos del rendimiento del campo.

3.1.8 Harvest Monitor™. “El monitor de cosecha Harvest Monitor provee lecturas precisas de la productividad y humedad del grano durante la cosecha, a través de sensores instalados en la cosechadora. Las informaciones sobre la cosecha son fácilmente visibles a través del monitor GreenStar™”⁴⁴.

El monitor proporciona informaciones referentes a la cosecha, de manera ininterrumpida e instantánea:

- Variaciones instantáneas de productividad
- Lecturas de humedad
- Superficie cosechada (véase la Figura 20)

Figura 20. Monitor de Cosecha Harvest



Fuente. DEERE, John. Harvest Monitor™ Soluciones de Siembra y Cosecha [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/soluciones-de-siembra-y-cosecha/harvest-monitor/>>

El sistema realiza mediciones instantáneas de todo el caudal de granos, por medio de un sensor de impacto. El sensor de humedad permite convertir la producción cosechada a kg de grano seco por hectárea.

3.1.9 Dron XAG SERIES P. Es un sistema aéreo no tripulado con sistema de pulverización diseñado para la protección de plantas de manera segura y eficiente a través de operaciones simples pero inteligentes. Ya sea en campo llano, huerto, montaña, colina o terraza.

El sistema es capaz de rociar líquido sobre cada cultivo que necesite con uniformidad y precisión, las gotas a nivel de micras son empujadas y lanzadas

⁴⁴ DEERE, John. Harvest Monitor™ Soluciones de Siembra y Cosecha [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/soluciones-de-siembra-y-cosecha/harvest-monitor/>>

desde el disco de pulverización giratorio para adherirse uniformemente a la superficie de los cultivos; Con una mayor velocidad de vuelo y un mayor flujo de pulverización, la eficiencia de operación de la Serie P puede alcanzar hasta 14 ha / h, lo que equivale al trabajo de 100 colaboradores agrícolas. El sistema de protección de plantas de la serie P está equipado con el modo de operación totalmente autónomo de quinta generación, al preestablecer los parámetros básicos de vuelo y fumigación dentro de la aplicación, el sistema puede operar libremente en diferentes terrenos, como campos lisos, colinas y bosques⁴⁵ (véase la Figura 21).

Figura 21. Fumigación por medio de Dron.



Fuente. LIBELUTECH. XAG series p. Sistema aéreo no tripulado para protección de plantas [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: https://libelutech.com/serie_p/>

3.2 HERRAMIENTAS RECOMENDADAS PARA CADA ETAPA DEL PROCESO DE CULTIVO DE PAPA

A continuación, se relacionan las herramientas tecnológicas especificadas en el capítulo anterior con cada una de las etapas que se realizan en el cultivo de papa. (véase el Cuadro 7)

⁴⁵ LIBELUTECH. XAG series p. Sistema aéreo no tripulado para protección de plantas [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: https://libelutech.com/serie_p/>

Cuadro 7. Relación de Herramientas por Etapa

ETAPA	BENEFICIO	HERRAMIENTAS
PREPARACIÓN O ADECUACIÓN DEL TERRENO	Reducción de costos por mejor uso de los insumos, aumento del rendimiento operacional.	-Surface Water Pro Plus™ -iTEC™ Pro -iGrade™ -AutoTrac™ - JDLink™ Access
SIEMBRA	Reducción de costos por mejor uso de los insumos, aumento del rendimiento operacional.	-iTEC™ Pro -GreenStar™ -AutoTrac™ -JDLink™
ATENCIÓN DEL CULTIVO	Aumento de la productividad en las aplicaciones.	-Dron XAG SERIES P -GreenStar™ -AutoTrac™ -JDLink™
COSECHA O RECOLECCIÓN	Aumento de la productividad en distintas condiciones y cultivos.	-Harvest Doc™ -Harvest Monitor™ - Sensor HarvestLab™ - JDLink™

Fuente. Los Autores

En el cuadro 7. se indican cuáles son las herramientas tecnológicas que se proponen emplear en cada una de las etapas del cultivo de papa realizado por la empresa SyC, con la implementación de estas herramientas se obtienen unos beneficios como la reducción de costos por mejor uso de insumos, el aumento del rendimiento operacional y el aumento de la productividad del cultivo.

4. BENEFICIOS DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Los beneficios en un futuro próximo pueden llegar a ser innumerables, pero ya al día de hoy se están viendo grandes aportaciones reflejadas principalmente en

4.1 MAYOR PRODUCTIVIDAD Y RENTABILIDAD

Hoy en día, es más importante que nunca maximizar la rentabilidad y el rendimiento de los recursos.

Este es uno de los factores más importantes para SyC. La implementación de nuevas herramientas tecnológicas, además de la automatización de los procesos cotidianos y de la maquinaria, hacen posible la recogida, seguimiento y análisis de datos en tiempo real que permiten tomar decisiones más inteligentes, día a día y cosecha a cosecha para obtener los mejores resultados.

Sumado a lo anterior, dicha solución ayuda a utilizar de manera más efectiva las labores de los colaboradores, programar oportunamente fumigaciones preventivas, mejorar la calidad del producto cosechado, minimizar la cuota de producción afectada por plagas, reducir los costos de operación del cultivo y tener un control y monitoreo más preciso de los cultivos⁴⁶.

Además, el nivel de precisión de pronóstico y ejecución que ofrecen estas tecnologías es también es un factor que afecta a la productividad de los cultivos. Entre más alto es el nivel de precisión de las previsiones o comportamientos, más altas serán las posibilidades de sacar el máximo rendimiento del cultivo.

En SyC actualmente de una hectárea sembrada se obtienen aproximadamente 1.200 bultos de papa, con la implementación de estas tecnologías se aumenta esta productividad y la rentabilidad de la empresa sería mayor; además los clientes de SyC como Pepsico y Congelagro McCain quienes realizan contratos para comprar los cultivos antes de que se realice la siembra, estarían directamente beneficiados con estas tecnologías, ya que estos contratos los hacen sobre un promedio de productividad del cultivo,

4.2 CONSERVACIÓN DE LOS RECURSOS

La escasez de agua ha sido históricamente un desafío a resolver que exigía amplios conocimientos técnicos y el dominio de datos sobre sistemas de cosecha y de riego complejos.

⁴⁶ FERNÁNDEZ. José Manuel. Agricultura inteligente (Parte 3): IoT aplicado a la agricultura, el poder de la comunicación [en línea]. Bogotá: FERTIBERIA [citado 15 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.fertiberia.com/es/blog/2018/enero/agricultura-inteligente-3-beneficios-iot-en-agricultura/>>

Con la llegada de la tecnología y su combinación con los sistemas de monitoreo de suelo, los agricultores pueden medir la humedad y administrar de manera más eficiente el uso del agua en cada aplicación, y todo en tiempo real.

Los estudios indican que el uso extendido de las nuevas herramientas en la agricultura podría llegar a conservar 200 mil millones de litros de agua dulce en el mundo al año⁴⁷.

SyC cuenta con permiso de sistema riego dado por el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) para dos fincas donde se cultiva la papa, el agua para realizar el riego es sacada de lagunas que tienen las fincas alrededor y el resto de cultivos de otras fincas no se riega con ningún sistema si no, se está bajo las condiciones climáticas de la sabana, es decir con la lluvia, con la implementación de estas tecnologías la empresa puede estar monitoreando todo el tiempo la humedad sus cultivos en tiempo real y hacer uso del recurso cuando sea necesario sin depender del clima.

4.3 MENOR EMISIÓN DE CONTAMINANTES

Mientras que las prácticas de la agricultura moderna están aumentando en los últimos años los rendimientos de los cultivos, el impacto global que tiene la agricultura sobre el medio ambiente sigue siendo tremendamente negativo.

Por otro lado, “las prácticas agrícolas insostenibles están viendo cómo se pierden cada año 12 millones de hectáreas de tierra a la desertificación. En muchos países, la agricultura es la principal fuente de contaminación. Se considera que a nivel mundial las prácticas agrícolas suponen cerca del 24% de todas las emisiones directas de gases de efecto invernadero”⁴⁸

Gracias al desarrollo de estas tecnologías y la implementación por la empresa SyC se puede minimizar el daño al medio ambiente por medio de la adecuada aplicación de insumos atacando directamente el problema o exactamente el área afectada del cultivo, ya que actualmente en la atención del cultivo la empresa durante los 6 meses que dura el cultivo fumiga en promedio 16 veces toda el área cultivada lo que genera mayor contaminación.

4.4 MEJOR CONTROL DE CATÁSTROFES Y PLAGAS

“Las enfermedades, plagas y las propias condiciones meteorológicas convierten la agricultura en un negocio de altísimo riesgo. Todos los años se producen casos de

⁴⁷ FERNÁNDEZ. José Manuel. Agricultura inteligente (Parte 3): IoT aplicado a la agricultura, el poder de la comunicación [en línea]. Bogotá: FERTIBERIA [citado 15 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.fertiberia.com/es/blog/2018/enero/agricultura-inteligente-3-beneficios-iot-en-agricultura/>>

⁴⁸ FERNÁNDEZ. José Manuel. Agricultura inteligente (Parte 3): IoT aplicado a la agricultura, el poder de la comunicación [en línea]. Bogotá: FERTIBERIA [citado 15 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.fertiberia.com/es/blog/2018/enero/agricultura-inteligente-3-beneficios-iot-en-agricultura/>>

cosechas perdidas totalmente por sequías, nevadas o lluvias torrenciales. Mediante la recogida de datos y el uso de analítica predictiva, los agricultores pueden anticiparse al futuro con la toma de decisiones oportunas para, al menos, poder reducir el impacto ante posibles catástrofes”⁴⁹.

Por otro lado, cámaras conectadas a Internet ya hacen posible que SyC pueda tener un mejor seguimiento y control de la población de plagas que pueden atacar los cultivos, además técnicas como estas reducen al mínimo el uso de pesticidas.

4.5 MAYOR SEGURIDAD EN LOS PROCESOS

“La agricultura de precisión también está teniendo beneficios en diferentes niveles del área de la salud y conservación de los alimentos. Actualmente se están utilizando diversas herramientas de seguimiento para la monitorización y control de factores como el estado y tiempo de cosecha que permiten garantizar la seguridad y la calidad alimentaria en todas las fases del proceso de cultivo”⁵⁰.

SyC asegura que los cultivos son de calidad, desde la semilla la cual es certificada por el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario) y durante la etapa de atención del cultivo la empresa realiza controles y verificaciones a las plantas para identificar algún problema del cultivo, con esto se certifica que la papa es apta para el consumo humano; Con la implementación de estas tecnologías se puede tener un mayor control de manera técnica y en tiempo real que garantiza la calidad de la papa.

4.6 MEJOR GESTIÓN COMERCIAL

La agricultura del futuro no es sólo aquella que puede mejorar los niveles de producción con el menor uso posible de terreno, agua, fertilizantes y mano de obra, sino que además permite optimizar los márgenes de venta de las cosechas.

La gran volatilidad de precios en este sector es una de las mayores pesadillas de los agricultores, porque las oscilaciones que se producen son muy bruscas y repentinas las cuales afectan el mercado y la rentabilidad de la empresa.

Con la implementación de estas herramientas tecnológicas SyC obtienen cosechas de alta calidad y más productivas, lo cual hace a la empresa tener una mayor competitividad en el mercado y a la vez permite realizar ventas de forma rápida, segura y cultivos certificados ante la competencia.

⁴⁹ FERNÁNDEZ. José Manuel. Agricultura inteligente (Parte 3): IoT aplicado a la agricultura, el poder de la comunicación [en línea]. Bogotá: FERTIBERIA [citado 15 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.fertiberia.com/es/blog/2018/enero/agricultura-inteligente-3-beneficios-iot-en-agricultura/>>

⁵⁰ FERNÁNDEZ. José Manuel. Agricultura inteligente (Parte 3): IoT aplicado a la agricultura, el poder de la comunicación [en línea]. Bogotá: FERTIBERIA [citado 15 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.fertiberia.com/es/blog/2018/enero/agricultura-inteligente-3-beneficios-iot-en-agricultura/>>

5. CONCLUSIONES

- Se realizó un análisis comparativo entre el proceso de cultivo de papa que realiza la empresa SyC y el que se realiza en los campos agrícolas de Brasil, así mismo se identificaron las diferencias que hay en el proceso en cuanto a la tecnología empleada, la cual ayuda a los productores a tomar decisiones más eficientes sobre las semillas que van a plantar, el campo donde van a sembrar, e incluso predecir el rendimiento de la cosecha, lo que hace mucho más preciso el trabajo.
- Se determinaron las herramientas tecnológicas que debería implementar la productora y comercializadora de papa SyC para optimizar el proceso de cultivo de papa, el conjunto de tecnologías que se proponen aplicar son tales como sensores, drones, software especializados que muestran imágenes y datos geográficos, los cuales reúnen la información necesaria para entender las variaciones del suelo y los cultivos.
- Se evidencio que los beneficios que se generan frente a la metodología propuesta dan grandes aportes a la empresa SyC reflejadas principalmente en ayudar a maximizar la productividad y rentabilidad de los cultivos, además de contribuir a la conservación de los recursos naturales, disminución de la emisión de contaminantes, mejor control de catástrofes y plagas, mayor seguridad en los procesos y finalmente una mejor gestión comercial.

6. RECOMENDACIONES

- Es conveniente empezar a capacitar a los colaboradores de SyC con el fin de brindar el conocimiento, para la utilización correcta de la maquinaria propuesta para el desarrollo de las tareas necesarias a lo largo del proceso del cultivo.
- Los sistemas de optimización y monitoreo propuestos no deben orientarse únicamente a la optimización de cultivos sino utilizarse para planificar y tomar decisiones para el beneficio de la empresa y la de comunidad.
- Se recomienda a la empresa SyC orientar sus próximas adquisiciones a la compra de maquinaria desarrollada para la agricultura de precisión dado que al analizar los beneficios que se obtienen con este tipo de tecnología se hace evidente el alza en los porcentajes de productividad. Con la aplicación del sistema que se utiliza actualmente los sistemas recomendados no solo favorecen la optimización de los recursos sino también la conservación de los recursos naturales lo cual es un beneficio a favor de la implementación de la agricultura de precisión en SyC.

BIBLIOGRAFÍA

- AGRONET. Rendimiento de la papa [en línea]. Bogotá: Ministerio de Agricultura [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: https://www.agronet.gov.co/Documents/5-PAPA_2017_2017.pdf tabla rendiemitnp papa>
- AGROTERRA. (01 de 02 de 2018). Herbicidas clasificación y uso [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.agroterra.com/blog/descubrir/herbicidas-clasificacion-y-uso/77614/>>
- ALMARAZ, Ángel. Rastras de discos. características y sus utilidades [en línea]. Bogotá: repara tu Cultivador [citado 25 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.reparatucultivador.com/rastras-de-discos/>>
- ARÉVALO PARRA, Andrés Leonardo y RIAPIRA CHICO, Carlos Andrés. Desarrollo de plataforma de internet de las cosas para toma de decisiones en modelos de agricultura de precisión. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José De Caldas. Facultad Tecnológica. Modalidad trabajo de grado, 2017. 123 p.
- BERRÍO MENESES , V.; ALZATE VELÁSQUEZ , D.F.; RAMÓN VALENCIA, J.A. y RAMÓN VALENCIA , J.L. Sistema de optimización de las técnicas de planificación en agricultura de precisión por medio de drones. En: *Revista Espacios*. Mayo – julio, 2018. vol. 39, no. 45.
- BOLETÍN AGRARIO. Desbrozar [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://boletinagrario.com/ap-6,desbrozar,347.html>>
- Tractor [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://boletinagrario.com/ap-6,tractor,735.html>>
- CHARTUNI, E., Y MAGDALENA, C. Manual De Agricultura De Precisión [en línea]. Montevideo: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: http://www.procisur.org.uy/adjuntos/fb97915de88a_ura_de_precision.pdf>
- DANGOND BAQUERO, Indalecio. La agricultura en Brasil. Bogotá: El Pílon [citado 15 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://elpilon.com.co/la-agricultura-en-brasil>>
- DEERE, John. Control y Guiado de la Maquinaria [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com.mx/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/sistemas-de-guiado/>>

-----. Harvest Doc™ Soluciones de Siembra y Cosecha [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/soluciones-de-siembra-y-cosecha/harvest-doc//>>

-----. iGrade™ Soluciones de Siembra y Cosecha [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/soluciones-de-siembra-y-cosecha/igrade/>>

-----. JDLink™ Access y Connect Gerenciamiento de Información [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/gerenciamiento-de-informaci%C3%B3n/jd-link-access//>>

-----. Monitor GreenStar™ 2630 [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.deere.com/latin-america/es/agricultura-de-precisi%C3%B3n/receptores-y-monitores/monitor-gs2-greestar-2630/>>

DÍAZ, Sherly. La tecnología del dron en pro del agro panameño [en línea]. Bogotá: El Capital Financiero [citado 18 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://elcapitalfinanciero.com/la-tecnologia-del-dron-en-pro-del-agro-panameno/>>

DIKUBOTA. ¿Que es un rotocultivador o rotovo y para qué sirve? [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.diskubota.com/rotocultivador-rotovo/>>

ECURED. Métodos de plantación y conservación del Boniato [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 15 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: https://www.ecured.cu/M%C3%A9todos_de_plantaci%C3%B3n_y_conservaci%C3%B3n_del_Boniato>

EMBRAPA HORTALIÇAS. Origem e botânica [en línea]. Brasilia: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.embrapa.br/hortalicas/batata/origem-e-botanica>>

FERNÁNDEZ. José Manuel. Agricultura inteligente (Parte 3): IoT aplicado a la agricultura, el poder de la comunicación [en línea]. Bogotá: FERTIBERIA [citado 15 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.fertiberia.com/es/blog/2018/enero/agricultura-inteligente-3-beneficios-iot-en-agricultura/>>

GLOBAL HARVEST INITIATIVE. Global Consumer Trends are Transforming the Food and Agricultural System [en línea]. Virginia: GHI [citado 9 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.globalharvestinitiative.org/2018/10/global-consumer-trends-are-transforming-the-food-and-agriculture-system-2018-gap-report/>>

GOOGLE MAPS. Localización SYC [en línea]. Bogotá: Google Maps [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.google.com/maps/search/SyC+Ltda.+/@4.6107041,-74.0957586,15z/data=!3m1!4b1>>

GRANADOS, A. y GUZMÁN, A. Plan estratégico de recolección, empaque y distribución de papa y cebolla en el tramo de Boyacá. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ingeniería. Modalidad trabajo de grado, 2003. 97 p.

GRUPO INESTA. Abono Foliar, nutre a tus plantas a través de las hojas [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.grupoinesta.com/abono-fertilizante-foliar/>>

HENRIQUE MARTINS, Daniel. Análise comparativa de custos, capacidade operacional e perdas entre a colheita mecanizada e semi-mecanizada na cultura da batata. Uberlândia: Niversidade Federal De Uberlândia Instituto De Ciências Agrárias. Curso De Agronomia. Moodalidad trabajo de grado, 2010. 110 p.

HIDROPONIA. Fumigadoras agrícolas, ¿para qué sirven? [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 25 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://hidroponia.mx/fumigadoras-agricolas-para-que-sirven/>>

HUAMAN ACORI, Adimir Alcides y HUAMAN ESPINOZA, Rosmery. Estudio de factibilidad para la instalación de una planta de elaboración de fideos instantáneos a partir de fécula de camote (Ipomoea batatas) en la región de Lima. Ayacucho: Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, 2016. 87 p.

INFO AGRO. El cultivo de la batata [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.infoagro.com/hortalizas/batata.htm>>

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA. Estudio revela que la productividad agrícola debe aumentar 1.75 % cada año para alimentar el mundo en el 2050 [en línea]. San José: El Instituto [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.iica.int/es/prensa/noticias/estudio-revela-que-la-productividad-agr%C3%ADcola-debe-aumentar-175-cada-a%C3%B1o-para>>

INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PÚBLICA. Insecticidas [en línea]. México: El Instituto [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.insp.mx/contenido-no-disponible.html>>

LARA, Juan. El arado como herramienta de labranza [en línea]. Bogotá: Las 4Esquinas [citado 25 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://las4esquinas.com/el-arado-como-herramienta-de-labranza/>>

LIBELUTECH. XAG series p. Sistema aéreo no tripulado para protección de plantas [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: https://libelutech.com/serie_p/>

MEDINA, Yesid. La producción de papa nacional, en desventaja por las importaciones [en línea]. Bogotá: Revista Dinero [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.portafolio.co/economia/produccion-de-papa-colombiana-afectada-por-importaciones-513924>>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA FAO. Colombia en una mirada [en línea]. Bogotá: FAO [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/colombia/fao-en-colombia/colombia-en-una-mirada/es/>>

------. 2050: un tercio más de bocas que alimentar [en línea]. Bogotá: FAO [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.fao.org/news/story/es/item/35675/icode/>>

OROZCO, Óscar Arley y LLANO RAMÍREZ, Gonzalo. Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión. En: Revista Ingenierías Universidad de Medellín. Enero – junio, 2016. vol. 15, no. 28.

RED LINE EQUIPMENT. Precision farming [en línea]. Miami: La Empresa [citado 15 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.redlineequipment.com/precision-farming/video-vault>>

RESARIO NOTICIAS. La modificación de la Ley de Agroquímicos se trata mañana [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 18 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.rosarionoticias.info/notas/la-modificacion-de-la-ley-de-agroquimicos-se-trata-manana.html>>

RG3V.LVN. La agricultura de precisión en el mundo [en línea]. Bogotá: Google Sites [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://sites.google.com/site/rg3vln/la-agricultura-de-precision-en-el-mundo>>

SOSTENIBILIDAD PARA TODOS. Desperdicio De Agua En Las Ciudades [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 8 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.sostenibilidad.com/agua/desperdicio-de-agua-en-las-ciudades/>>

TIPOS DE CONTAMINACIÓN. Que son los fungicidas clases modelos y composición [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://tiposdecontaminacion.net/que-son-los-fungicidas-clases-modelos-y-composicion/>>

TRACTORISTA. Sembradoras [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.tractorista.es/aperos/sembradoras/>>

UNIVERSIDAD DE SEVILLA. GPS, GLONASS, Galileo y BeiDou: Sistemas globales de navegación por satélite [en línea]. Sevilla: La Universidad [citado 10 agosto, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11417/fichero/Cap%C3%ADtulos+%252F2-+Sistema+de+Navegacion+con+ayuda+de+sat%C3%A9lites.pdf+>>

VENZARIO. El Itec Pro Para Tractores John Deere [en línea]. Bogotá: La Empresa [citado 20 septiembre, 2019]. Disponible en Internet: <URL: <https://venzario.wordpress.com/2008/09/02/el-itec-pro-para-tractores-john-deere/>>