



UNIVERSIDAD DE MATANZAS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TESIS PRESENTADA EN OPCIÓN AL TÍTULO ACADÉMICO DE
MASTER EN CIENCIAS AGRÍCOLAS.

Título: “Desarrollo de un software libre que permita la actualización de los profesionales y un uso eficiente de los suelos agrícolas”.

Autor: Ing. Javier Alejandro Falcón Suárez

Tutor: Dr. C. Ramón Liriano González

2017

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres quienes a base de esfuerzo y sacrificio me garantizaron una formación sin limitaciones, siendo siempre mi punto de apoyo ante las dificultades, al soportar mis problemas y ayudarme a solucionarlos, transmitiéndome sus experiencias, dándome consejos y formándome para la vida. Espero algún día poder pagar de alguna forma todo lo que ellos tuvieron que sacrificar para que yo lograra llegar hasta aquí. “Amor de padres amor incondicional”.

Dedico este trabajo al esfuerzo consagrado de todo el claustro de profesores, a mi tutor y a todo el personal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, quienes se esfuerzan día a día por garantizar una formación integral de la mejor calidad, fruto del sacrificio y del amor que imprimen en su labor, espero convertirme en un máster que realce el valor de la formación que me han conferido.

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a toda mi familia y en especial a mi amada madre fuente constante de preocupación y apoyo incondicional, a mi hermano que, aunque lejos me apoya y me da confianza para continuar en el camino. A mi padre que me aconseja ante las adversidades y me guía por el camino.

Reconocimiento especial a mi amigo Andy que me brindó incondicionalmente sus conocimientos para la elaboración de este proyecto y mantuvo su apoyo durante todo proyecto a pesar de los continuos cambios y variaciones de un cliente indeciso.

Agradecimiento personal a mi tutor Dr. C. Ramón Liriano González, que, a pesar de ser una persona en extremo ocupada, logró hacer tiempo para la revisión de mi tesis, aún con más mérito, tras tener que soportar mi persistencia constante y el continuo cuestionamiento ante los más mínimos cambios.

Al profesor MSc. Héctor Díaz por ser una fuente viva de experiencias para la consulta en temas de suelos y al profesor MSc. Antonio Delgado Perdomo por su incondicional apoyo y valiosa información en temas económicos.

Especial agradecimiento a todos mis profesores y a todo el personal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, un gran claustro que se esforzó por garantizar una formación de la mayor calidad, no solo como máster sino también como mejor ser humano.

Agradecimiento general a todos los compañeros de los institutos de investigación, bibliotecas, ministerios, laboratorios, etc., que aportaron información para poder llevar a feliz término este trabajo.

Agradezco a todos los que de una u otra forma contribuyeron a la conformación y materialización de este proyecto.

A todos, muchas gracias.

RESUMEN

Se proyecta un software libre que permita la actualización de los profesionales y una explotación eficiente de los suelos destinados a la producción agrícola, para lo cual se compilará la información de los factores edafoclimáticos, fisiogeográficos y los requerimientos agrotécnicos de los cultivos, y se desarrollará la arquitectura del software, basado en la simplicidad de su uso. El proyecto está conformado por las fases de diagnóstico, organización del proyecto, búsqueda y procesamiento de la información, diseño y elaboración del software. Como parte de la planificación se elaboró el cronograma trabajo con una duración de dos años y dos meses, se determinó los recursos necesarios y se conformó un presupuesto estimado de 13 606,46 MT para su desarrollo. Una vez implementado el software, constituirá una herramienta confiable para la toma de decisiones de los profesionales agrícolas, que garantiza la idoneidad de los cultivos, una adecuada rotación y el uso apropiado del suelo, además de ser un instrumento que permita la actualización de los conocimientos de los profesionales del sector agrícola y la obtención de una multiplicidad de esquemas de rotación, acorde al cultivo principal, la fecha de siembra seleccionada y las necesidades reales del usuario, según los criterios existentes, y que ofrece un amplio rango de propuestas a nivel de variedades, lo cual facilitará la planificación y proyección de los planes de producción.

ABSTRACT

Free software is projected to allow the updating of professionals and an efficient exploitation of the soils destined to the agricultural production, for which will be compiled the information of the edaphoclimatic, physiogeographic factors and the agrotechnical requirements of the crops, and will be developed the software architecture, based on the simplicity of its use. The project consists of the phases of diagnosis, project organization, search and processing of information, design and development of the software. As part of the planning, it was elaborated a programming for two years and two months, the necessary resources were determined and an estimated budget of 13,606.46 MT was established for its development. Once the software is implemented, it will be a reliable tool for the decision-making of agricultural professionals, guaranteeing the suitability of crops, adequate rotation and appropriate use of the soil, as well being an instrument for updating the knowledge of professionals in the agricultural sector and obtaining a multiplicity of rotation schemes, according to the main crop, the selected planting date and the real needs of the user, according to existing criteria, and offering a wide range of proposals at the level of varieties, which will facilitate the planning and projection of the production plans.

ÍNDICE

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| PROBLEMA..... | 2 |
| HIPÓTESIS..... | 3 |
| 1. Fundamentación | 4 |
| 1.1. La informatización en Cuba | 4 |
| 1.2. Evolución de la informática aplicada a la agricultura | 7 |
| 1.2.1. Primeras aplicaciones al sector agrícola en Cuba..... | 8 |
| 1.2.2. Actualidad de la informática en la agricultura | 9 |
| 1.3. Software, clasificación y empleo en la agricultura..... | 10 |
| 1.3.1. Software para uso y manejo del suelo..... | 11 |
| 1.3.2. Software para rotaciones de cultivo..... | 12 |
| 1.3.3. Creación de software cubanos | 12 |
| 1.4. Clasificación agroproductiva | 13 |
| 1.4.1. En el Mundo | 14 |
| 1.4.2. En Cuba..... | 14 |
| 1.5. Factores edáficos y fisiogeográficos | 16 |
| 1.5.1. Factores climáticos | 22 |
| 1.6. Rotación de cultivos..... | 22 |
| 1.6.1. Rotación de cultivos. Definición | 22 |
| 1.6.2. Objetivos de la rotación de cultivos | 23 |
| 1.6.3. Principios para la planificación de una rotación de cultivos | 23 |
| 1.6.4. Beneficios de la rotación de cultivos..... | 26 |
| 1.7. Capacitación en la agricultura cubana..... | 30 |
| 1.8. Diagnóstico | 33 |
| 2. Objetivos | 42 |
| 2.1. Objetivo General | 42 |
| 2.2. Objetivos Específicos..... | 42 |
| 3. Resultados esperados | 43 |
| 4. Materiales y procedimientos. Cronograma..... | 44 |
| 4.1. Cronograma | 51 |
| 5. Recursos necesarios | 53 |
| 5.1. Gastos incurridos en la elaboración de software | 54 |
| 6. Presupuesto..... | 57 |
| 7. Evaluación socio, económica y productiva..... | 59 |

| | |
|---------------------------------|----|
| 7.1. Dimensión Social | 59 |
| 7.2. Dimensión Productiva | 62 |
| 7.3. Dimensión Económica | 66 |
| 8. Bibliografía | 72 |
| 9. Anexos | 88 |

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las aplicaciones informáticas está en función del progreso científico - técnico, a cada nueva tecnología se le realiza un estudio para evaluar su potencial uso en el sector agropecuario, así, nuevos adelantos como los satélites, los Sistemas de Posición Global (GPS), los sensores edáficos y las maquinarias de riego automáticas, han permitido el surgimiento de un nuevo modelo de agricultura, conocida como Agricultura de Precisión, la cual basa su funcionamiento en una plataforma interactiva de programas informáticos, que permite un control preciso sobre cada uno de los elementos del proceso productivo.

Cuba ha progresado lentamente en el diseño de herramientas informáticas aplicables a la agricultura. Sus primeros esfuerzos datan de la década del 70 con aplicaciones hacia la automatización de tareas contables. El final del siglo XX y los comienzos del XXI, han sido marcados por el desarrollo de software destinados a la evaluación de la capacidad agroproductiva de los suelos, control del riego y la masa ganadera, historial de plantaciones, cosecha y rendimientos, entre otros.

En el contexto actual de implementación de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución, se estimula el desarrollo agropecuario de los productores independientes a través de la entrega de tierras ociosas, y su vinculación en primera instancia a Granjas Estatales con personalidad jurídica, Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) o Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), para realizar su gestión administrativa.

Según datos de la Agencia de Información EFE (2011), a nivel nacional más del 70 % de los usufructuarios beneficiados por el Decreto Ley 259 y 300 no cuentan con una experiencia previa en el sector agrícola, y no poseen los conocimientos requeridos para hacer una adecuada explotación del predio; además, de no contar las unidades de gestión administrativa, con los profesionales competentes ni de una infraestructura capaz de respaldar la instrucción del nuevo campesinado, por consiguiente, existen riesgos evidentes relacionados al manejo de los recursos naturales (suelo, agua, fitogenéticos, etc.), y a la tendencia de los nuevos propietarios hacia la no permanencia o devoluciones, provocado entre otras causas por la falta de asesoramiento de profesionales capacitados y de información disponible.

Acorde al Centro Provincial de Control de Tierra de la Delegación del Ministerio de la Agricultura (MINAG) (2016), en Matanzas, al cierre del 26 de abril del 2016 se contabilizaban 13 896 usufructuarios beneficiados, favorecidos con 125 863,92 ha; además, citan como principales causas de las devoluciones o expropiaciones acorde a la dispuesto por el Consejo de Estado (2012): la expresa renuncia de los usufructuarios (1 563), expiración del término vigente sin solicitud de prórroga (1 038), que el usufructuario no inicie labores productivas en las tierras durante seis meses posteriores a la entrega, o las deje abandonadas por igual período (788), utilizar las tierras de manera irracional e insostenible (191) e incumplimientos continuos de la producción contratada, previo dictamen de los especialistas (155), todo lo cual representa un 26,8 % del total.

Entre los factores que permiten un uso y manejo apropiado de los recursos en la agricultura y que incide en la obtención de elevados rendimientos se haya la correcta rotación de los cultivos. Encuestas realizadas sobre el tema por Padrón *et al.* (2006) reflejan que solo el 24,8 % de los campesinos y las unidades estatales realizan esta práctica y manifiestan dominarla, lo que pone de manifiesto el poco nivel de actualización de los profesionales y el uso ineficiente de los suelos agrícolas.

La adecuación de los cultivos a las condiciones agrícolas específicas de cada unidad productiva del sector, constituye hoy, un importante análisis que no se realiza con la profundidad requerida, y que impacta directamente en la productividad de nuestros suelos; su determinación requiere de una intervención multidisciplinaria de profesionales actualizados, no disponibles actualmente en la base productiva.

Por todo lo anteriormente descrito se plantea el siguiente **problema**:

El limitado nivel de actualización de los profesionales y el uso ineficiente de los suelos agrícolas, impiden la explotación adecuada de las áreas cultivables y la sostenibilidad de su producción.

Para darle respuesta al problema planteado se propone la siguiente **hipótesis** de trabajo:

Si se desarrolla un software libre que disponga y procese información del sector agrícola, se podrá elevar el nivel de actualización de los profesionales y lograr un uso eficiente de los suelos, contribuyendo a la sostenibilidad de su producción.

1. Fundamentación

1.1. La informatización en Cuba

A partir de 1996, en momentos en que apenas el país comienza a recuperarse de la crisis producida por la desintegración de la Unión Soviética y del sistema socialista de Europa del este que provocó la pérdida de casi el 75 % de la capacidad de compra, se dan los primeros pasos para el ordenamiento de un trabajo continuo destinado a impulsar el uso y desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en el país, así en 1997 la Resolución Económica del V Congreso del Partido Comunista de Cuba refleja orientaciones precisas para trabajar en ese sentido y el Gobierno aprueba, por primera vez, los Lineamientos Generales para la Informatización de la Sociedad, con objetivos generales hasta el 2000, que hasta hoy conservan en lo esencial su vigencia y en cuya consecución produjo avances que, aunque discretos, condujo en enero de 2000 a la creación del Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC), con la misión fundamental de fomentar el uso masivo de las TIC en la economía nacional, la sociedad y al servicio del ciudadano (Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREX), 2005).

Conceptualmente, la informatización de la sociedad se define en Cuba, como el proceso de utilización ordenada y masiva de las TIC para satisfacer las necesidades de información y conocimiento de todas las personas y esferas de la sociedad (Lezcano, 2014).

Según Fernández y Felipe (2009) la estrategia cubana de informatización está contenida en el Programa Rector de la Informatización de la Sociedad en Cuba, en el que se contemplan siete áreas de acción:

- Infraestructura, tecnologías y herramientas.
- Formación digital.
- Fomento de la Industria Nacional de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.
- Investigación, desarrollo y asimilación de tecnologías.
- Utilización de las TIC en la dirección.
- Sistemas y servicios integrales para los ciudadanos.

- Utilización de las TIC en el gobierno, la administración y la economía.

El Programa Rector persigue promover el uso masivo de las Tecnologías de la Información a escala nacional, al tener en cuenta los objetivos generales estratégicos que el país se ha propuesto, buscando un desarrollo coherente y una identificación precisa de los actores de la sociedad de la información (Ruiz *et al.*, 2014).

El enfoque cubano de la informatización de la sociedad según Fernández y Felipe (2009) esta dado por:

- Este proceso busca lograr más eficacia y eficiencia, que permitan una mayor generación de riquezas y hagan sustentable el aumento sistemático de la calidad de vida de los cubanos.
- En su actual situación de limitaciones económicas, tecnológicas y de comunicación, Cuba ha decidido adoptar como opción de desarrollo inicial el uso social intensivo de sus escasos recursos de conectividad y medios técnicos.
- La estrategia de informatización, como expresión del proceso revolucionario cubano, tiene al ciudadano en el centro de sus objetivos, al buscar elevar su calidad de vida en su desempeño familiar, laboral, educacional, cultural, social y político.
- La mayor limitación para la utilización de Internet en Cuba es el ancho de banda disponible por tener que utilizar enlace satelital, al no permitir el bloqueo estadounidense acceder a la fibra óptica submarina que rodea a Cuba.
- En enero de 2000 fue creado el MIC, con la misión fundamental de fomentar el uso masivo de las TIC en la economía nacional, la sociedad y al servicio del ciudadano.
- Al término del primer semestre del 2005 se cuantificó en Cuba 335 000 computadoras (2,98 por cada 100 habitantes) y se pronosticaba un incremento de aproximadamente 100 000 por año. La Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI) (2016) informa que en el año 2015 en nuestro país se contabilizó 1 071.56 miles de computadoras (95 por cada 1 000 habitantes).
- En aras de fomentar la industria nacional de las TIC se trabaja en un programa para reorganizar y potenciar la industria de producción y reciclaje de computadoras que permita dar respuesta al proceso de informatización del país.

- Desde marzo del 2002 se introdujo la enseñanza de la computación en todas las escuelas del sistema nacional de educación.
- El 100 % de los centros de la enseñanza primaria, secundaria, tecnológica y universitaria del país usan las TIC como apoyo a los programas de clases. Los objetivos fundamentales son elevar la calidad de la educación y garantizar la necesaria preparación en las TIC de los recursos humanos, instrumentar un proceso de educación continua y ampliar la cultura general de la población sobre estas tecnologías.
- La Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) comenzó a funcionar en el curso 2002–2003 con una matrícula anual de 2 000 estudiantes. Combina el estudio con la producción y la investigación e inició el curso 2005–2006 con una matrícula superior a los 8 000 estudiantes (Fernández y Felipe, 2009).
- En los 26 Institutos Politécnicos de Informática existentes en el país estudian más de 40 000 estudiantes.
- El programa de computación fue antecedido por el Programa Audiovisual que lleva a la totalidad de las escuelas la TV como soporte de la educación.
- Se avanza vertiginosamente en el desarrollo de software educativo para todos los niveles de enseñanza.
- Los Joven Club de Computación y Electrónica, núcleos iniciales de la informatización comunitaria, han permitido el acceso gratuito a las TIC a personas de todas las edades, principalmente jóvenes y niños, preparando a más de 770 000 cubanos. Hoy suman 600 y están presentes en todos los municipios del país, con más de 6 800 computadoras.
- La informatización del sistema de salud es prioritaria. A través de su red INFOMED están informatizados los centros de información de atención primaria en las 444 policlínicos del país, cada uno dotado en la actualidad con cuatro computadoras y una biblioteca. De ellos, 368 habían sido conectados a Internet hasta agosto de 2005. Han sido informatizados y conectados a la red todos los bancos de sangre. Se han informatizado los hospitales de la Misión Milagro, plan de Cuba y Venezuela para devolver la visión a seis millones de personas de los países de Latinoamérica y el Caribe en los próximos 10 años.

- Las limitaciones impuestas por el bloqueo económico, comercial y financiero de los Estados Unidos contra Cuba obstaculizan seriamente la política cubana de uso social e intensivo de las TIC. MINREX (2016) informa que, en el sector de las comunicaciones y la informática, incluidas las telecomunicaciones, se reportan afectaciones que ascienden a 59 208 700 USD.

Cuba sostiene que la tecnología no es neutral, responde siempre a los intereses de quienes la poseen y la aplican. Esta es una de las explicaciones de por qué la extensión de las TIC por el mundo, con un enorme potencial de beneficio, paradójicamente ha contribuido a acentuar la brecha socioeconómica entre ricos y pobres, entre poseedores y desposeídos, entre explotadores y explotados. Cuba ha defendido siempre el concepto de que el uso masivo de las TIC no es un fin sino una herramienta poderosa para lograr el desarrollo.

La Industria Cubana del Software (ICSW) está llamada a convertirse en una significativa fuente de ingresos nacional, como resultado del correcto aprovechamiento de las ventajas del considerable capital humano disponible (Ruiz *et al.*, 2014). La UCI y el sistema de empresas cubanas vinculadas a este trabajo jugarán un papel importante en el desarrollo de la ICSW, y en la materialización de los proyectos asociados al programa cubano de informatización.

1.2. Evolución de la informática aplicada a la agricultura

Desde el surgimiento de la agricultura moderna el hombre ha tratado de reducir sus riesgos, de humanizar las labores del campo y elevar sus indicadores productivos; a cada nueva tecnología surgida a lo largo de la historia se le ha realizado un estudio para evaluar su potencial empleo en la agricultura, tales como: la rueda, las aleaciones, la síntesis química, GPS, etc. El surgimiento de las primeras computadoras no fue la excepción, desde el momento en que se convirtió en una tecnología accesible, se incorporó a la rama agrícola, en función de explorar todas sus potencialidades.

El uso de los ordenadores para resolver problemas en la agricultura, empezó a mediados de la década de los cincuenta del siglo pasado, con la llegada del ordenador digital de propósito general. La contabilidad agraria y los controles de rendimiento lechero fueron de las primeras aplicaciones puestas en marcha. Aunque estas aplicaciones sirven para detectar los puntos

débiles de la explotación agraria, su utilidad como instrumentos de planificación fue limitada (Gómez, 1986).

Este mismo autor señala que con la llegada de los ordenadores de tiempo compartido a mediados de los años 60, se amplió el número de posibles usuarios en el medio agrario y se extendió su campo de aplicaciones, que abarcó el cálculo de raciones alimenticias óptimas para la ganadería, la selección ganadera, la programación de riegos, entre otros.

El desarrollo del microordenador a mitad de los años 70 puso a disposición del agricultor capacidades de cálculo y archivo de datos considerables, a un costo muy bajo; paralelamente se observó un gran desarrollo de programas utilizables en la propia explotación agraria (Gómez, 1986).

1.2.1. Primeras aplicaciones al sector agrícola en Cuba

En la década del 70 del siglo pasado se generalizó como primeras aplicaciones la automatización de tareas contables, como las nóminas de salarios y sueldos, el control de los inventarios, el control de activos fijos y la contabilidad financiera. Consecuentemente, muchas instituciones dependían cada vez más de las soluciones informáticas (Blanco, 2002).

Según este autor la automatización de la industria azucarera fue objeto de la primera línea de trabajos experimentales por la importancia económica que revestía el sector para el país, al lograr automatizar partes del proceso azucarero, en el que se destacó la empresa DATAZÚCAR, responsabilizada con la elaboración de software para el Ministerio del Azúcar y sus centrales azucareros, la cual logró elaborar un sistema de gestión y control para una fábrica de azúcar, soportado sobre minicomputadoras.

En 1995 se aceleró la informatización en todos los sectores del país, al incorporarse el sistema operativo WINDOWS 95 y las redes de computadoras, en sus versiones locales, ampliadas y globales, con el predominio de Internet. El balance de esa década según Blanco (2002) fue evidentemente positivo, al constatarse la afirmación y generalización nacional de un conjunto de tecnologías asociadas a la informática, la existencia de un capital humano con una buena formación y la confección de aplicaciones con un aceptable nivel de calidad.

1.2.2. Actualidad de la informática en la agricultura

En los inicios de este nuevo siglo, todas las ciencias se han visto marcadas por el impacto de las TIC en el desarrollo de los procesos que le son inherentes, éstas han cambiado la manera en que el mundo trabaja (Pérez *et al.*, 2006).

La revolución tecnológica que vive actualmente la humanidad se debe en buena parte a los avances significativos en las TIC. Los grandes cambios que caracterizan esencialmente a esta nueva sociedad son: la generalización del uso de las tecnologías, las redes de comunicación, el rápido desenvolvimiento tecnológico y científico, y la globalización de la información (Machin, 2008; Díaz *et al.*, 2011 a).

Las TIC facilitan estrategias comunicativas y educativas para establecer nuevas formas de trabajar, enseñar y aprender, mediante el empleo de concepciones avanzadas, en un mundo cada vez más exigente y competitivo, mediante un sistema de funciones para documentar y compartir archivos, acceso de escritorio compartido, simultánea edición y otras formas electrónicas de comunicación que permiten que los datos sean compartidos (Florida *et al.*, 2015).

La ciencia agronómica y la agricultura no son la excepción, y se han beneficiado por los enormes avances de la inclusión de los recursos informáticos en los diferentes procesos y las aplicaciones directas de sus principios (Pérez *et al.*, 2006).

En la actualidad, han surgido dos tendencias derivadas de la aplicación de las nuevas tecnologías y la informática al sector agropecuario: la Agromática y la Agrónica.

Según Grenón (2008) y Paul (2014) la Agromática puede definirse como la aplicación de los principios y técnicas de la informática y la computación a las teorías y leyes del funcionamiento y manejo de los sistemas agropecuarios. La misma según D'Angelo (2006) posibilita incorporar los aspectos ecológicos de la empresa y/o región agropecuaria mediante bases de datos de suelos, meteorología, vegetación natural, topografía, cursos y reservorios naturales de agua, etc., e integrarlos y representarlos gráficamente mediante mapas generados por sistemas de información geográfica. La dinámica de las plagas también se cuantifica con modelos de simulación de enfermedades, malezas e insectos, a fin de evaluar los riesgos de posibles ataques y las consecuencias de sus tratamientos.

Esta tendencia integrada con la electrónica y las telecomunicaciones da origen a la Agrónica, una nueva rama tecnológica que incluye las telecomunicaciones, los servicios informáticos y la electrónica, aplicados en conjunto a la agricultura y la ganadería, tanto en el sector primario de producción como en el almacenamiento, transformación de productos, envasado, conservación y distribución (Gregón, 2008).

1.3. Software, clasificación y empleo en la agricultura

El software, de acuerdo a las libertades de su uso, puede ser clasificado como libre o propietario. Según la definición de Free Software Foundation (FSF), el desarrollo de software libre garantiza a todo el mundo iguales derechos a los programas, cualquier usuario puede estudiar el código fuente, modificarlo y compartir el programa (FSF, 2009; Rodríguez *et al.*, 2013).

Son cuatro las libertades que debe cumplir una aplicación para que pueda considerarse como software libre según Torricella *et al.* (2008) y Díaz *et al.* (2011 a):

- Libertad 0, usar el programa para cualquier propósito.
- Libertad 1, permitir el estudio del funcionamiento del programa, y adaptarlo a las necesidades del usuario. El acceso al código fuente es una condición previa para esto.
- Libertad 2, distribuir copias a terceros, con lo que puede ayudar a los demás.
- Libertad 3, permitir mejorar el programa y hacer públicas las mejoras a los demás, de modo que toda la comunidad se pueda beneficiar de ellas. El acceso al código fuente es un requisito previo para esto.

Con el software libre se pueden obtener soluciones acordes a las necesidades de cada entidad y contar con el apoyo de una amplia comunidad que apuesta por el mismo (Achour *et al.*, 2009; Pérez *et al.*, 2010).

Pérez *et al.* (2006) refiere que en la actualidad existen una amplia y diversa oferta de software destinada a satisfacer la extensa gama de demandas en servicios técnicos y de gestión que ha impuesto la evolución del sector agropecuario actual. De acuerdo al interés expresado por los agricultores, entre las tareas propias de la agricultura que pueden ser objetos de aplicaciones de informática están:

- Consejos técnicos de cultivo: empleo de software para la resolución de interrogantes concretas sobre la práctica de la preparación de suelos, sistema de riego, determinación de ataques de plagas y enfermedades.
- Contabilidad, precios de mercado, cálculo de inversiones, inventario y movimiento, cálculo de insumos agrícolas, etc.
- Planificación y manejo de cultivos: selección de áreas de cultivos, proyección de fechas de siembra.
- Cálculo de dosis de plaguicidas: calcular dosis por unidad de área, recomendaciones para su aplicación, entre otras.

1.3.1. Software para uso y manejo del suelo

Los avances científicos y tecnológicos ocurridos en las últimas décadas en los campos del manejo automatizado de datos (incluyen sistemas de información geográfica, geoestadística, clasificación multivariada, técnicas de percepción remota, y evaluación automatizada de tierras), permiten concebir a los sistemas de información de suelos, como una alternativa tecnológica al levantamiento de suelos convencional. La principal ventaja de esta nueva tecnología es su mayor flexibilidad en el uso de los datos. Una vez que los valores de los atributos de suelo han sido almacenados en bases computarizadas de datos, es potencialmente posible realizar una evaluación automática de cualquier sitio del área estudiada, para cualquier tipo definido de uso de la tierra, actual o potencial (Hammer *et al.*, 1995).

Existen una amplia gama de software diseñados para la evaluación de tierras, los cuales en su mayoría se rigen bajo el Esquema de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), entre los reportados se encuentran: el Sistema Automatizado para la Evaluación de Tierras (ALES), el sistema MicroLEIS y Assofu.

El sistema de apoyo a la decisión sobre evaluación de tierras para la protección de suelos agrícolas MicroLEIS DSS, es un modelo interpretativo que surgió en la década de los años 90. En el 2004, el sistema se modernizó y se convirtió en un conjunto amplio de herramientas informáticas de utilidad para la toma de decisiones en los ámbitos agrícola, ambiental y ecológico (De la Rosa, 2008; De la Rosa *et al.*, 2009; Díaz *et al.*, 2011 b; Gallegos *et al.*, 2014).

Assofu es un software para la evaluación de funciones del suelo, donde la mayoría de las técnicas de evaluación utilizadas son una recopilación de la escuela alemana (Lehmann *et al.*, 2009; Lehmann y Stahr, 2010) y emplea otros modelos interpretativos de suelos como los del sistema MicroLEIS DSS (De la Rosa *et al.*, 2004), los modelos del sistema de apoyo a la toma de decisiones para el manejo de nutrimentos (Osmond *et al.*, 2002) y los modelos de evaluación ambientales, que utilizan al suelo como reactor (Aguilar *et al.*, 2011).

1.3.2. Software para rotaciones de cultivo

Existen pocas referencias de herramientas informáticas profesionales dedicadas específicamente al diseño de rotaciones de cultivos, solamente se constató la presencia de un Programa de Diseño de Rotaciones Hortícolas de la Universidad de Barcelona, que a criterio de Ruiz (2007), es un programa informático basado en la necesidad que tiene el agricultor novel de elegir las especies adecuadas, según un criterio agroecológico, que considera como parámetros el cambio de cultivos, bien entre distintos años o bien en un mismo año, lo que permite proteger a la totalidad de la parcela de posibles enfermedades, o las mínimas posibles, en la sucesión de cultivos elegidos, así como darle mayor biodiversidad a todo el sistema.

1.3.3. Creación de software cubanos

Cuba, ante el vertiginoso desarrollo a nivel mundial del sector de los servicios informáticos destinados al desarrollo de aplicaciones y herramientas para la gestión de procesos agropecuarios, diseñó una estrategia para creación de software adaptados a nuestras condiciones. Al establecerse una colaboración entre la Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes (DNSF) y el Instituto Central de Investigaciones Digitales (ICID), se inició el trabajo durante la primera mitad de la década de los 80, como resultado de esta cooperación se crearon dos softwares:

- El Sistema Automatizado para la Evaluación Cuantitativa de las Tierras (AGRO 24) que permite estimar los rendimientos potenciales a partir de características tabuladas de los suelos (Mesa, 2008).
- El sistema ROCA, es una herramienta multifuncional que permite obtener de manera rápida múltiples variantes de esquemas de rotación, y brinda un análisis económico de la solución obtenida.

En el 2008 se crea la Empresa de Informática y Comunicaciones del MINAG (EICMA), encargada de proveer sistemas y servicios de comunicaciones, informática, ofimática y automática al MINAG, lo que permite que se asegure la gestión y operatividad eficaz de la producción agrícola en todo el país, a través de la implantación de una infraestructura tecnológica, sistemas de información y comunicaciones, y la automatización de procesos, como soporte a la gestión y dirección empresarial y al proceso de toma de decisión efectiva y oportuna (EcuRed, 2008). Su contribución al desarrollo de software nacionales destinados al sector agropecuario ha sido numerosa (Anexo 1).

1.4. Clasificación agroproductiva

El suelo como concepto, es un cuerpo natural muy complejo compuesto por sólidos, líquidos y gases, en constante cambio y transformación, dado por la dinámica de los procesos físicos, químicos y biológicos que en él tienen lugar. Así mismo, es frágil, variable y dependiente, en gran medida, de las condiciones bajo las cuales se ha formado, de la misma manera, a lo que el hombre lo ha sometido, durante la actividad socio-económica que en él ha realizado, a un uso y manejo indiscriminado (Reyes y Ferrer, 2004). Otra definición dada por Kaplán *et al.* (2011) refiere que es el producto de alteración de sustancias minerales y orgánicas, por la acción de agentes climáticos durante un período prolongado.

La evaluación de tierra constituye una herramienta esencial para la toma de decisiones en la agricultura. Con su empleo se puede predecir el uso más adecuado para cada parcela, por la posibilidad que brinda de conocer las relaciones que existen entre las variables que intervienen en los sistemas agrícolas; lo que garantiza el máximo beneficio para la sociedad con la menor degradación de los recursos naturales (Vargas y Ponce, 2008).

El componente de evaluación de suelos clasifica las cualidades o características del mismo en un determinado sitio agrícola. Los cuatro tipos más comunes de clasificaciones que se usan en su evaluación según el Department of Agricultural and Resource Economics (1995), son los siguientes:

1. Clases de Capacidad de Uso del Suelo
2. Valor de la Capacidad Agroproductiva del Suelo
3. Valor Potencial del Suelo

4. Clases Agrícolas de Importancia

La clasificación de la aptitud de los suelos es de gran utilidad, ya que se necesita conocer los que no deben dedicarse a un determinado cultivo, y que resultados pueden obtenerse en aquellos con características adecuadas para ese fin, pero disponer de esa herramienta requiere calibrar propiedades del suelo con el rendimiento del cultivo (Arzola *et al.*, 2013; Arzola, 2015).

1.4.1. En el Mundo

Los métodos de clasificación de uso de la tierra a nivel mundial se estiman entre 30 y 50, aunque los más usados están entre 12 y 15. En general, estos sistemas pueden utilizar solo dos variables diferenciadoras de las clases, al considerar la temperatura y la precipitación, o emplear solo la pendiente y profundidad del suelo. Sin embargo, otros sistemas consideran un mayor número de variables tanto edáficas como climáticas y de relieve. El sistema más utilizado internacionalmente es el desarrollado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), en el cual las tierras se agrupan de acuerdo con las limitaciones relativas que determinan el rendimiento o la posibilidad de cultivar una especie en forma intensiva (Chinchilla *et al.* 2011).

1.4.2. En Cuba

Cuba a partir de 1980, desarrolló estudios enfocados en los factores limitantes de los cultivos, los primeros en áreas cañeras, al considerar el tipo de suelo, su color, 12 factores limitantes y su material basal, se compiló toda la información agrotécnica disponible en los registros de campo y de las estaciones meteorológicas los datos de las variables climáticas; toda esta información fue analizada y se correlacionó los factores y el rendimiento (Mesa y Suárez, 1980).

En igual período se realizó la clasificación agroproductiva preliminar de los suelos citrícolas de la Isla de la Juventud, donde se determinó los factores limitantes, y se estableció en base a las afectaciones categorías de capacidad agroproductiva (Mesa y Suárez, 1980).

Investigadores de la DNSF en el año 1984 desarrolló la primera aproximación de la Clasificación Agroproductiva, conocida como la Evaluación Cualitativa de las Tierras para Uso Agropecuario, y a partir de un criterio de expertos clasificó en categorías las series de suelos con respecto a 35 cultivos importantes y se definió cuatro grupos de adaptabilidad

representadas por la productividad relativa expresada en porciento del potencial del cultivo, además de determinar ocho factores modificadores, que pueden variar la categoría de acuerdo al factor limitante específico para cada cultivo.

Mesa *et al.* (1988) desarrollaron el sistema computarizado AGROCELECT, basado en 17 índices, subdivididos en 49 variantes, para un total de cuatro categorías de calidad de suelos, que significan 196 posibilidades de combinaciones de propiedades de los suelos y ocho variantes de rendimientos para cada uno de los 35 cultivos seleccionados. Esto totaliza 392 posibles combinatorias. Los índices tomados en consideración literalmente son los siguientes:

1. Profundidad efectiva (cm).
2. Pendiente (%).
3. Drenaje ($\text{mm}\cdot\text{h}^{-1}$).
4. Pedregosidad (%).
5. Rocosidad (%).
6. Graviliosidad (%).
7. Salinidad (ppm de sales solubles totales).
8. Na^+ en % de T.
9. pH en KCl.
10. Materia orgánica (%).
11. Carbonatos totales (%).
12. Al^{3+} en ppm.
13. Ca^{2+} en % de T.
14. Cloro en $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$.
15. T en $\text{meq}\cdot 100\text{ g}^{-1}$.
16. Arcilla (%).
17. Relación sílice / sesquióxido sobre suelo de rocas ultrabásicas.

Ese mismo año queda establecida la clasificación de la capacidad agroproductiva para cada región edafoclimática del país, basada en los rendimientos mínimos potenciales, mediante la compilación de los registros de campos, estadística histórica y el empleo además del principio del tercer cuartil, que consistió en dividir al conjunto de rendimientos obtenidos y ordenados de forma decreciente de un cultivo en cuatro partes porcentualmente iguales, y seleccionar el tercer valor que representa el 75 %, con un margen de variación de un 25 % de incremento.

En Cuba, según Muñiz (2015 b) el Instituto de Suelos, desarrolló mapas de la capacidad agroproductiva en base al Mapa Genético de los Suelos de Cuba Escala 1:25 000.

Los factores limitantes de la capacidad agroproductiva de los suelos son aquellas propiedades y características del medio o entorno geográfico, que en un momento determinado influyen en el desarrollo de los cultivos e inciden en su productividad y en el rendimiento potencial (Morell *et al.*, 2008; Bernal *et al.*, 2015). Según Muñiz (2015 a, b) y Fernández (2015) del 75 al 76,8 % de las tierras productivas de Cuba están afectadas por al menos un factor limitante de su capacidad agroproductiva, entre los cuales destacan: bajo contenido de materia orgánica (70 %), erosión (40-43 %), drenaje deficiente (40 %), salinidad (10-14 %) y compactación (14 %).

Álvarez (2002) refirió el empleo de 16 factores principales, agrupados en limitantes químicas, físicas, físico-químicas, hidrofísicas, biológicas y limitantes externas o superficiales.

1.5. Factores edáficos y fisiogeográficos

Baja fertilidad. Hernández *et al.* (2006 a) definen el Valor de T como un parámetro que permite evaluar la fertilidad del suelo, también denominado como Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC), y considera baja fertilidad cuando es menor de 20 cmol.kg⁻¹. El mismo autor refiere como efectos desfavorables de la baja fertilidad el déficit de nutrientes disponible para las plantas, el bajo poder amortiguador del suelo, la baja producción de biomasa y el decrecimiento de la actividad biológica.

Elevada acidez. Bernal *et al.* (2015) plantean que el grado de acidez del suelo se determina por el valor del pH, siendo importante, ya que en dependencia del mismo será la asimilación de nutrientes, el desarrollo de la microflora y la generación de iones que pueden resultar tóxicas para las plantas; y consideran valores menores de 5,5 en H₂O como limitante.

Jordán (2005) plantea que el pH del suelo afecta las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, así como la nutrición mineral de las plantas, los fosfatos son insolubles en medios muy ácidos o muy básicos. La elevada solubilidad de compuestos de Al, Fe, Zn, Mn o Ni a pH muy ácido puede llegar a provocar efectos tóxicos en las plantas. La saturación del complejo de cambio por H^+ o Al^{3+} , provoca la expulsión de otros cationes a la solución del suelo, más accesibles para las plantas y pueden perderse por lavado. García (2010) considera que se traduce al final en un limitado suministro de las bases Ca^{2+} , Mg^{2+} y K^+ al vegetal.

La acidez del suelo afecta negativamente a la distribución de la fauna edáfica. Los procesos microbianos como la nitrificación ($NH^4 \rightarrow NO^{3-}$) o la fijación de nitrógeno atmosférico son inapreciables por debajo de pH 4,5. Reyes y Ferrer (2004) agrega que limita la agroproductividad de los suelos.

Elevada alcalinidad. Casanova *et al.* (2004) refieren que la alcalinidad del suelo ($pH > 7$) se presenta en suelos donde el material es calcáreo o donde ha habido una acumulación de sodio intercambiable, naturalmente o bajo riego. Tales suelos tienen altas concentraciones de iones OH^- asociados con altos contenidos de bicarbonatos y carbonatos; los suelos sódicos tienen una baja estructura y estabilidad a causa del alto contenido de sodio intercambiable y en muchos casos tienen la capa superior o el subsuelo densos. Según Bernal *et al.* (2015) en suelos con valores muy altos de pH predomina el catión sodio, que resulta dañino para los cultivos.

Las condiciones alcalinas del suelo causan varios problemas nutricionales a las plantas como la clorosis, también pueden ocurrir deficiencias de cobre y zinc, además de fósforo a causa de su baja solubilidad. Si el suelo tiene un alto contenido de $CaCO_3$ puede ocurrir una deficiencia de potasio porque este puede ser rápidamente lixiviado (FAO, 2000).

Elevada salinidad. Otero *et al.* (2007) define que la salinidad está presente en todos aquellos suelos que en menor o mayor grado conducen a una acumulación de sales.

Casanova *et al.* (2004) afirman que los suelos salinos tienen altos contenidos de diferentes tipos de sales y pueden tener una alta proporción de sodio intercambiable. Entre los efectos desfavorables de la salinización se encuentra el exceso de solutos en la solución del suelo, que perjudica el desarrollo de las plantas al limitar su capacidad de absorción de agua por

descenso del potencial osmótico, lo cual provoca que la planta sufra un estrés hídrico y se seque.

Sus efectos negativos sobre los cultivos y la fertilidad del suelo son ampliamente desarrollados por Casanova *et al.* (2004), Zhu *et al.* (2008), García *et al.* (2009), GEOCUBA (2009), Otero *et al.* (2011) y Otero *et al.* (2013).

Los valores de la conductividad eléctrica (CE) entre 0 y $0,8 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ son aceptables para el crecimiento de los cultivos en general (USDA, 1999).

Elevada sodicidad. Se define que la sodicidad es limitante cuando el porcentaje de Na^+ intercambiable respecto al valor T es mayor del 15 %. Hernández *et al.* (2006 a) apunta como efectos desfavorables la alcalinidad, toxicidad (Na^+), disminución de la disponibilidad de nutrientes (P_2O_5 , Fe, Mn, Zn, B) y de la actividad biológica.

Jordán (2005) señala que la presencia de Na^+ en la solución del suelo actúa como un dispersante, de modo que evita la floculación de las arcillas y contribuye a la degradación de la estructura, afectando directamente al volumen poroso, que se reduce y como resultado, disminuye también la permeabilidad y el drenaje vertical del perfil de suelo, efectos que provocan una disminución del crecimiento de las plantas.

Carbonatos. Los suelos calcáreos presentan un alto contenido de carbonatos (CO_3^{2-}) libres de Ca^{2+} y Mg^{2+} cuyo pH puede llegar hasta 8,5. De manera general, se considera que un suelo es calcáreo si posee más de un 2 % de CaCO_3 . La mayoría de los suelos de pH neutro o básico contiene proporciones más o menos elevadas de carbonatos. En los suelos ácidos, los carbonatos están ausentes. El tipo de carbonato más frecuente es la calcita (CaCO_3), aunque en los suelos puede encontrarse magnesita (MgCO_3) y dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$). En suelos salinos y extremadamente básicos puede existir también Na_2CO_3 . Las características químicas más importantes de la calcita, la magnesita o la dolomita son la insolubilidad en agua y su inestabilidad en medio ácido (Jordán, 2005).

Este autor considera que el principal efecto del CaCO_3 en el suelo es su capacidad reguladora del pH, de modo que un elevado contenido en caliza asegura un elevado pH del suelo. El contenido en carbonatos del suelo afecta directa o indirectamente a otras propiedades del suelo, como son: la estructura, la textura, la actividad biológica, la capacidad de almacenaje de nutrientes y la asimilabilidad, enfatiza como efectos desfavorables la

pérdida y empobrecimiento por lavado del suelo consecuencia de la saturación del complejo de cambio por cationes como Ca^{2+} o Mg^{2+} , además el exceso de estos cationes en la solución del suelo origina fenómenos de antagonismo. Los suelos con pH relativamente elevado muestran casi siempre un nivel apreciable de carbonatos, que dificultan la solubilidad / asimilabilidad de diferentes elementos, como el Fe, Zn, Mn, Cu, B, etc. Asimismo, en los suelos básicos, el P se encuentra en formas químicas no solubles, lo que imposibilita su absorción por la planta ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$).

Rocosidad, pedregosidad y graviliosidad. Entre las limitantes externas para el desarrollo de los cultivos se destaca la presencia de elevados porcentajes de rocosidad (>60 cm), pedregosidad (7,5 - 60 cm) o graviliosidad (0,2-7,5 cm).

Pineda *et al.* (2011) señala que estos factores reducen el volumen de suelo que exploran las raíces y disminuye su penetración. Merlo *et al.* (2010) agrega que disminuyen la fertilidad, la retención de agua del suelo y obstaculiza las labores agrícolas, además afectan la mecanización y disminuyen la actividad biológica del suelo.

Álvarez (2002) se basa en la presencia de estos elementos en superficie, y considera como valores limitantes 2 % y 0,01 % para la rocosidad y pedregosidad respectivamente. Vega *et al.* (2009), refiere como valor mínimo limitante de la graviliosidad 15 %.

Drenaje y aireación deficiente. El drenaje es un atributo del suelo que viene determinado por un conjunto de propiedades: estructura, textura, porosidad, existencia de una capa impermeable, permeabilidad, posición del suelo en el paisaje y color (Porta *et al.*, 2008). El mal drenaje trae aparejado una aireación deficiente que afecta el crecimiento de los cultivos. Diversos autores plantean que en los suelos con exceso de humedad se dificulta la circulación del aire, lo que provoca la asfixia de las plantas (Visser *et al.*, 2006; Vargas y Ponce, 2008; Segura *et al.*, 2011; Falcón *et al.*, 2014). Se considera limitante cuando la velocidad de infiltración (VI) es menor de $10 \text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$ y los macroporos menores de un 10 % en el perfil.

Escasa profundidad efectiva. Constituye el grosor de las capas del suelo y del subsuelo, en las cuales las raíces pueden penetrar sin dificultad en busca de agua, nutrientes y sostén, que puede coincidir o no con la profundidad del suelo (Morell *et al.*, 2008). El límite inferior de profundidad según Campero (2011) y Pineda *et al.* (2011), puede estar ocasionado por capas

de arcillas muy densas, materiales consolidados por acción química, materiales fragmentarios, capa freática permanente, presencia de gley, síntomas de reducción, entre otras.

Relieve. El relieve es un elemento importantísimo en la redistribución de la humedad y del calor; lo que influye en la capacidad agroproductiva de una región determinada (Hernández *et al.*, 2006 a). Casanova *et al.* (2004) y Morell *et al.* (2008) remarcan que el grado de la pendiente del relieve es un factor fundamental en la capacidad agroproductiva y el manejo de los suelos. Álvarez (2002) refiere que el relieve se considera limitante a partir de un 2 - 3 % de pendiente.

Altitud. El Departamento de Estudios Básicos de Suelos (2014), define que la altitud corresponde a la altura de un punto de la superficie relativo al nivel medio del mar (msnm). Estudios reflejan que cada 100 metros de altura la temperatura baja 0,65 °C (Martínez *et al.*, 2012), y refieren los efectos de la altitud sobre los cultivos.

En la tabla 1 se presenta el rango de comportamiento de los indicadores empleados para la clasificación agroproductiva de los suelos.

Tabla 1. Evaluación de indicadores.

| Profundidad Efectiva (cm) | Mín. | Máx. | Valor T (cmol.kg⁻¹) | Mín. | Máx. |
|--|-------------|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------|
| Muy profundo | > 150 | - | Muy alto | > 50 | - |
| Profundo | 91 | 150 | Alto | 31 | 50 |
| Medianamente profundo | 51 | 90 | Mediano | 21 | 30 |
| Poco profundo | 25 | 50 | Bajo | 10 | 20 |
| Muy poco profundo | - | < 25 | Muy bajo | - | < 10 |
| | | | | | |
| Contenido de Gravas (%) | Mín. | Máx. | Salinidad (dS.m⁻¹) | Mín. | Máx. |
| Muy fuerte graviliosidad | > 90 | - | No salino | - | < 0,98 |
| Fuerte graviliosidad | 51 | 90 | Muy ligeramente salino | 0,98 | 1,71 |
| Mediana graviliosidad | 16 | 50 | Ligeramente salino | 1,72 | 3,16 |
| Poca graviliosidad | 2 | 15 | Moderadamente salino | 3,17 | 6,07 |
| Muy poca graviliosidad | - | < 2 | Fuertemente salino | > 6,07 | - |
| | | | | | |
| Contenido de Piedras (%) | Mín. | Máx. | Altitud (msnm) | Mín. | Máx. |
| Excesiva | 16 | 90 | Muy montañoso | > 1 600 | - |
| Muy pedregoso | 4 | 15 | Montañoso | 601 | 1 600 |
| Pedregoso | 0,2 | 3 | Medianamente montañoso | 200 | 600 |
| Moderadamente pedregoso | 0,01 | 0,1 | Poco montañoso | - | < 200 |
| | | | | | |
| Contenido de Rocas (%) | Mín. | Máx. | Pendiente predominante (%) | Mín. | Máx. |
| Extremadamente rocoso | > 50 | 100 | Muy llano | - | < 0,5 |
| Muy rocoso | 26 | 50 | Llano | 0,5 | 1 |
| Rocoso | 11 | 25 | Casi llano | 1,1 | 2 |
| Moderadamente rocoso | 2 | 10 | Ligeramente ondulado | 2,1 | 4 |
| Poco rocoso | - | < 2 | Ondulado | 4,1 | 8 |
| Velocidad de infiltración (mm.h⁻¹) | Mín. | Máx. | Fuertemente ondulado | 8,1 | 16 |
| Muy lenta | - | < 2 | Alomado | 16,1 | 30 |
| Lenta | 2 | 5 | Fuertemente alomado | 30,1 | 45 |
| Medianamente lenta | 6 | 20 | Muy fuertemente alomado | 45,1 | 60 |
| Moderada | 21 | 65 | Extremadamente alomado | > 60 | 100 |
| Moderadamente rápida | 66 | 125 | | | |
| Rápida | 126 | 250 | pH (KCl) | Mín. | Máx. |
| Muy rápida | > 250 | - | Muy ácido | - | < 4,9 |
| Sodicidad (% Na⁺ respecto a T) | Mín. | Máx. | Ácido | 5 | 5,5 |
| Permisible | - | < 15 | Medianamente ácido | 5,6 | 6 |
| Limitante | 15 | - | Ligeramente ácido | 6,1 | 6,5 |
| Carbonatos (% CO₃⁻²) | Mín. | Máx. | Neutro | 6,6 | 7,5 |
| Muy bajo | - | < 5 | Ligeramente alcalino | 7,6 | 8 |
| Bajo | 5 | 9 | Medianamente alcalino | 8,1 | 8,5 |
| Moderado | 10 | 19 | Alcalino | > 8,6 | - |
| Elevado | 20 | 40 | | | |
| Muy elevado | > 40 | - | | | |

1.5.1. Factores climáticos

El sector agropecuario es sensible a las variaciones en la temperatura y precipitación, las cuales inciden en el volumen, calidad y oportunidad de suministro de los productos (Fonseca y Cleves, 2013). Estas variaciones del clima están fuertemente ligadas al desarrollo agrícola, siendo mucho más vulnerables los cultivos de secano (Milovic *et al.*, 2013). Según Hernández *et al.* (2015) la productividad de los cultivos está gobernada por complejas interacciones entre el clima y los procesos ecofisiológicos que estos conllevan. Hernández y Soto (2012) refieren el efecto de las variaciones en la fecha de siembra.

Los factores climáticos más importantes son:

Temperatura. La temperatura controla la tasa de desarrollo de muchos organismos, principalmente de las plantas, que requieren de la acumulación de cierta cantidad de calor para pasar de un estado en su ciclo de vida a otro (Maqueira *et al.*, 2016). Boshell (2013) y Hernández *et al.* (2015) refieren los procesos en los que influye la temperatura y su relación con el cultivo. Xiao *et al.* (2007), Ruiz *et al.* (2008), Hernández y Soto (2012, 2013) y Martín y Mompié (2015) profundizan en los efectos de la temperatura sobre la producción y otros efectos colaterales.

Precipitaciones. Leonard (1981) plantea que la lluvia es el factor ambiental que determina cuales cultivos pueden crecer, cuando se deben sembrar y sus rendimientos. Basnayake *et al.* (2012), Da Silva *et al.* (2013) y Aguilar *et al.* (2015) profundizan en su incidencia en la productividad del cultivo. Figueredo *et al.* (2012) y Valle *et al.* (2014) plantean que las precipitaciones pueden generar una proliferación desmedida de plagas o enfermedades al favorecer su etiología.

1.6. Rotación de cultivos

1.6.1. Rotación de cultivos. Definición

La rotación de cultivos según Díaz *et al.* (2004) puede definirse como una secuencia planificada de especies que lleven en consideración todo efecto negativo o positivo de un cultivo sobre el siguiente. Estos efectos pueden tener su origen en las sustancias tóxicas, el suministro de nutrientes, el incremento de materia orgánica, el sistema radical, la estructura del suelo, el microorganismo y la humedad residual del suelo.

1.6.2. Objetivos de la rotación de cultivos

La rotación de cultivos tiene como objetivo general desarrollar sistemas de producción diversificados que aseguren la sostenibilidad del suelo, al promover cultivos que se alternen año con año para mantener la fertilidad del suelo y reducir los niveles de erosión (Morales y Martínez, 2000). Otros objetivos según Díaz *et al.* (2004) son los siguientes:

1. Asegurar la distribución uniforme de trabajo durante todo el año.
2. Control de la erosión y conservar la humedad del suelo.
3. Disminuir la aplicación de insumos (abono y pesticidas).
4. Lograr la estabilidad y hacer sostenible el agroecosistema.
5. Utilizar al máximo el potencial productivo del suelo y mejorar su fertilidad.
6. Aprovechar plenamente el período vegetativo de los cultivos y garantizar la utilización de las mejores épocas de siembras
7. Evitar la multiplicación en masa de malezas, así como de plagas y enfermedades de difícil (o sin) control y disminuir drásticamente la densidad de los patógenos.
8. Contribuir a la estabilidad de las cosechas, entre otros.

1.6.3. Principios para la planificación de una rotación de cultivos

El principio básico de las rotaciones es que los cultivos se suceden en función de las características entre el cultivo precedente y el siguiente (Camí, 2014). De forma general los cultivos a emplear en cualquier área deben estar adaptados a crecer en iguales condiciones edáficas y climáticas, así como no producir efectos negativos al cultivo precedente (García, 2000).

Familia botánica (precedente cultural)

El principio fundamental para elaborar una rotación es muy simple, se trata de alternar cultivos de diferentes familias que se diferencian en cuanto a: tipo de vegetación, sistema de raíces, necesidades nutricionales y comportamiento ante plagas y enfermedades (Hernández *et al.*, 1998), que coincide con lo recomendado por FAO (2013) y Camí (2014).

Efecto sobre la fertilidad del suelo.

Existen plantas agotadoras o esquilmantes que exigen muchos nutrientes para su crecimiento, las cuales no deben volver con demasiada frecuencia a la misma parcela. Debe

procurarse la entrada de especies como las leguminosas que en las nudosidades de las raíces (donde están las bacterias nitrificantes), fijan el nitrógeno del aire y enriquecen el suelo de este elemento. A estas plantas se les llama mejorantes (Díaz *et al.*, 2004; León y Ravelo, 2005).

Efecto sobre las plantas indeseables

Se ha recomendado por Pérez y Vázquez (2001) que las rotaciones de cultivos en áreas fuertemente infestadas por malezas deben estar basadas en la inclusión de aquellas especies más precoces y de amplia cobertura, siendo importante el orden de los cultivos en la secuencia para aprovechar su competitividad, así como las propiedades alelopáticas de algunas especies referidas por Vázquez *et al.* (2008) y Vázquez (2010).

Las rotaciones de los cultivos para mantener el suelo en buenas condiciones, hacen alternar las plantas que ensucian con otras que ahoguen la vegetación adventicia y otras que contribuyan a limpiar el suelo. Pueden aplicarse rotaciones que lleven principalmente especies limpiadoras; este es el caso de regiones donde predominan cultivos hortícolas (Del Pozo *et al.*, 2007).

Sistema radical

Algunas plantas tienen un sistema radical que profundiza poco en el suelo y se sitúa muy ramificado cerca de la superficie, y por consiguiente explota, la capa superficial del terreno. Otras especies presentan un sistema radical pivotante que alcanza gran profundidad, y extraen nutrientes que se encuentran en las capas más profundas, además de los que se encuentran en la parte superficial (León y Ravelo, 2005).

Camí (2014) recomienda alternar cultivos que tengan un sistema radical diferente, según la profundidad que son capaces de explorar y la forma de las raíces, que puede ser pivotante o fasciculada, para mejorar la nutrición de los cultivos y potenciar la regeneración del suelo.

Requerimientos nutricionales

Las especies cultivadas presentan distintas exigencias en cuanto a los macro y micro elementos que requieren para realizar sus distintos procesos fisiológicos y metabólicos.

Varios autores han indicado que los cultivos incluidos en la rotación deben beneficiarse mutuamente, es decir, que tengan diferentes exigencias nutrimentales, de manera que se

aproveche al máximo la fertilización aplicada y no se produzca el agotamiento del suelo (Arozarena, 2003; Díaz *et al.*, 2004; Bárbara, 2007).

Plagas afines

Díaz *et al.* (2004) precisan que los cultivos seleccionados para el esquema de la rotación no deben ser atacadas por plagas o enfermedades comunes a las del cultivo base.

León y Ravelo (2005) y Sauca y Urabayen (2005) coinciden en señalar que, durante el crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas, éstas resultan afectadas por plagas. Al realizar la recolección permanecen en el suelo restos de las mismas que contienen diferentes fases de esas afectaciones, además de las que se alojan en el campo como características intrínsecas. Esto determina que no sea aconsejable cultivar la misma especie u otra afín, porque de esta forma, los parásitos no encuentran el alimento conveniente e interrumpe así, su ciclo biológico.

Distribución temporal y selección del cultivo cabecera

Sauca y Urabayen (2005) señalan que al programar la rotación hay que elegir los cultivos en función del tiempo disponible entre la siembra y la recolección. Por tanto, los calendarios de cultivo son esenciales para la toma de decisiones. Hay que elegir bien las variedades (adaptación a la época de cultivo, mayor o menor precocidad) para permitir el escalonamiento de las siembras y las recolecciones.

Rodríguez *et al.* (2007) consideran que respetar las fechas de siembra de cada hortaliza, puede evitar el ataque severo de algunas plagas y se obtiene un buen desarrollo de los cultivos, además de sembrar en la época del año más adecuada para cada cultivo. De esta forma, se pueden obtener, unidos a los efectos de rotación, los beneficios del período óptimo de desarrollo.

Varios autores han planteado que una buena rotación de cultivo debe contar entre sus premisas, con un cultivo principal o cabecera que indique el principio y fin de la sucesión escogida, así como una correcta utilización de la fecha de siembra de los cultivos (Mojena, 2000; Rodríguez *et al.*, 2007). El cultivo cabecera deberá ser aquel de mayor impacto económico, sobre el cual se regirá el sistema de rotación.

1.6.4. Beneficios de la rotación de cultivos

Pollock (2003) define tres razones principales para emplear la rotación: combatir las plagas y las enfermedades, conservar la fertilidad del suelo y mantener el mismo bien cultivado. Otros beneficios que aportan las rotaciones de cultivos al suelo son: incremento del suministro de nitrógeno, mejora de la capacidad de retención del agua, incremento de la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana, mejora de la estructura, así como el control de malezas y la disminución de la incidencia de plagas, enfermedades y nemátodos (Paredes, 2011).

A continuación, se exponen criterios de diferentes autores donde se demuestran los beneficios de la rotación de cultivos:

Aumento de la fertilidad y actividad biológica del suelo

Existen numerosos factores a considerar cuando se evalúan las rotaciones. Al añadir los residuos de diferentes especies de plantas a los suelos ayudan a mantener la diversidad biológica. Esto ocurre porque cada tipo de residuo de plantas, mientras esté disponible para muchos organismos, puede también estimular y/o inhibir a los organismos específicos del suelo (Jawson *et al.*, 1993). Kolmans y Vázquez (1999) señalan que las rotaciones aumentan la fertilidad mediante la actividad y equilibrio del edafón, ya que cada especie de planta favorece el desarrollo de tipos específicos de vida.

Fijación biológica de nitrógeno

La FAO (2015) refiere como efecto benéfico de la rotación el incremento de la fijación del nitrógeno mediante simbiosis entre los simbioses de la biota planta-suelo.

Rouanet *et al.* (2005) y Silva *et al.* (2014) señalan que la asociación con bacterias, principalmente de los géneros *Rhizobium* o *Bradyrhizobium*, les confiere a las leguminosas la capacidad para fijar nitrógeno atmosférico. Estas bacterias se establecen en las raíces y forman nódulos característicos en las diferentes especies de leguminosas. La fijación simbiótica consiste en la reducción de N_2 atmosférico a NH_3 , forma absorbible por las raíces, debido a la acción de la enzima nitrogenasa presente en microorganismos aeróbicos.

Empleo de nutrientes residuales del suelo y reciclaje de nutrientes

Rouanet *et al.* (2005) y Silva *et al.* (2014) afirman que la diferencia en nutrientes residuales en el suelo para cada especie depende de la fertilización, la morfología del sistema radical, la

tasa de absorción de nutrientes, la tasa de desarrollo de la planta y el período de máxima demanda, factores que no coinciden entre especies.

La FAO (2007, 2015) plantea que los nutrientes que han sido lixiviados a las capas más profundas y que no están disponibles para el cultivo comercial, pueden ser "reciclados" por los cultivos de la rotación. En la rotación las raíces excretan diferentes sustancias orgánicas que atraen a diferentes tipos de bacterias y hongos los cuales, a su vez, tienen una función importante en la transformación de esas sustancias en nutrientes disponibles para las plantas.

Según Díaz *et al.* (2004) la rotación de cultivos favorece la movilización y transporte de nutrientes de capas más profundas para la superficie, lo cual coincide con la FAO (2015) al reseñar que las raíces de los cultivos en rotación al estar ubicadas a distintas profundidades del suelo, son capaces de explorar las diferentes capas de suelo en busca de nutrientes.

Aumento del contenido de materia orgánica, de la biota, reducción de la erosión y retención de agua

Ryan *et al.* (2008) señalan que la rotación de cultivos entrega beneficios adicionales en la materia orgánica del suelo, que es importante para la formación de agregados, mantención de la humedad y promoción de la actividad biológica.

La influencia de las rotaciones en la materia orgánica genera efectos positivos en la estabilidad de los agregados, como también en la infiltración y la conductividad hidráulica de los suelos (Silva *et al.*, 2014). Las rotaciones proporcionan también una gran cantidad de residuos de cosechas muy variados que favorece el establecimiento de una micro, meso y macro vida variada en el suelo, así como materia orgánica fibrosa, que enriquece el humus del suelo (García, 2000).

Rouanet *et al.* (2005) afirma que los rastrojos de los cultivos sobre el suelo pueden utilizarse dentro de las rotaciones con el fin de: proteger el mismo de la erosión hídrica y eólica, disminuir el escurrimiento superficial del agua, favorecer la infiltración, reducir su evaporación directa desde la superficie del suelo, incorporar materia orgánica (y por lo tanto C, N, P, S y otros), mejorar la actividad biológica del suelo, generar coloides orgánicos por descomposición, mejorar la estructura y estabilidad de los agregados, evitar el

encostramiento superficial, mejorar la aireación, evitar las temperaturas muy altas y muy bajas, aportar elementos nutritivos a las plantas y mejorar la fertilidad del suelo.

Mejora de la estructura del suelo y su estabilidad

León y Ravelo (2005) indica que una de las ventajas de la rotación es que mejoran las condiciones físicas del terreno. Según la FAO (2015) como efecto de la rotación se genera una mayor distribución de la red de canales o bioporos creados por las diversas raíces (varias formas, tamaños y profundidades). Estudios realizados por Arozarena (2003) y Bianchini y Lorenzatti (2015) plantean que el sistema radical de cada cultivo explora distintos estratos del perfil del suelo, produce la colonización del mismo y con ello, la formación posterior de poros que serán ocupados por aire, agua o ambos elementos. Esto tiene un positivo efecto sobre las propiedades físicas del suelo y sobre su estabilidad.

García (2000) refiere que los diferentes cultivos que intervienen en la rotación dejan materia orgánica con diferente resistencia a la mineralización a diferentes profundidades. Esta materia orgánica resistente está muy asociada a la creación de suelos con buena estructura.

Hernández *et al.* (2006 b) y FAO (2007) plantean que alternar el uso de diferentes sistemas radicales y promocionar el laboreo biológico del suelo, en distintas profundidades, mejora la porosidad o el equilibrio entre macro y microporos y por consecuencia la aeración e infiltración del agua.

FAO (2011) afirma que la rotación permite reconstruir las condiciones y dinámicas del suelo dañadas, así como acelerar la recuperación de la porosidad del suelo mediante la biota del suelo.

Control de plagas y malezas

Silva *et al.* (2014) plantean que la rotación de cultivos reduce la incidencia de plagas y enfermedades, especialmente del suelo. Cuando se incluye un cultivo no susceptible a una determinada plaga o enfermedad, o se practica barbecho en la rotación, se reduce el inóculo presente en el suelo por carencia de alimento, depredación o deterioro natural. La mayor parte de los patógenos de las plantas son débiles como saprófitos y no compiten bien con otros organismos del suelo, si la planta que actúa como hospedera no está presente, lo cual coincide con Sauca y Urabayen (2005) quienes reportan que se rompe el ciclo de los

diferentes organismos que perjudican a los cultivos y se favorece la presencia de sus enemigos naturales.

Ernst y Siri (2013) reseñan sobre el efecto de las rotaciones en la sanidad de los cultivos y el enmalezamiento.

Según Arozarena (2003) se conoce que en un período de dos a tres años pueden reducirse las afectaciones causadas por hongos, en tanto las debidas a nemátodos requieren de tres a cinco años para su control y las ocasionadas por insectos, de cinco a seis años. La actividad biológica del suelo y su contenido de materia orgánica, características muy influenciadas por las prácticas de rotación, juegan un papel fundamental en el logro de este resultado.

Otros beneficios reportados

Existen múltiples beneficios reportados en la bibliografía asociados a la rotación de cultivos, entre los cuales se citan:

- Economía del agua (García, 2000).
- Mejor aprovechamiento de la maquinaria y mejor estabilidad económica para el agricultor (Díaz *et al.*, 2004).
- Un mejor equilibrio de N/P/K, tanto de las fuentes orgánicas como minerales (FAO, 2015).
- Mayor presencia de los enemigos naturales (Sauca y Urabayen, 2005).
- Reducción del impacto medioambiental (Téllez *et al.*, 2008 y FAO, 2010).
- Mejor distribución del agua y los nutrientes a través del perfil del suelo (FAO, 2015).
- Aumento de la rentabilidad de los cultivos (Ernst y Siri, 2013).
- Impacto económico (Arozarena, 2003).
- Reducción de insumos externos (Martín y Rivera, 2015)
- Mayor diversidad en la producción vegetal y, por lo tanto, en la nutrición humana y animal (FAO, 2015).
- Conduce a una extracción más equilibrada de los nutrientes del suelo (Hernández *et al.*, 2006 b).
- Servicios de polinización (FAO, 2011).

1.7. Capacitación en la agricultura cubana.

En la comunidad agrícola cubana se observa la falta de capacitación técnica en agricultura, el uso y abuso de agroquímicos y la carencia de una conciencia sobre la necesidad de un adecuado manejo de los recursos naturales y cuidado del medio ambiente. Por consiguiente, no se conocen nuevas tecnologías que pudieran ayudar a resolver algunos de sus principales problemas (Arce, 2012).

Un país no hace nada con dedicar mucha atención a la investigación, a la creación de capacidades de generación de conocimientos, si en sus empresas no existe conciencia de la necesidad del cambio tecnológico constante (García, 2011).

Las actuales acciones de la extensión agraria, llevadas a cabo por las diferentes entidades del MINAG y otros Organismos de la Administración Central del Estado (OACE), no poseen la necesaria articulación, no están organizados, ni funcionan como un verdadero sistema. Entre los principales retos y perspectivas que enfrenta el sistema en el MINAG, se destaca el fortalecimiento de la gestión del conocimiento a través de la formación y capacitación de los recursos humanos del sistema (García, 2011).

El MINAG, con la implementación de un Sistema de Extensión Agraria (SEA), necesita atender un mayor número de productores y contribuir a la sustitución de importaciones, al tomar como vía, el aumento de la producción sobre la base de un modelo agrícola más sostenible (López 2005, 2008).

El país no ha realizado diagnósticos para determinar cuáles son los tópicos de mayor importancia a desarrollar en la capacitación del sector, tal como afirma Elizondo (2013) en el país se desarrolla la capacitación a partir de la oferta, sin contar con una clara y actualizada identificación de las necesidades.

Para poder estudiar los procesos de capacitación en la agricultura es necesario partir del nivel de experiencia de los productores, dado en dos vertientes: los años de permanencia en la actividad agraria y la experiencia de los mismos en la labor que realizan actualmente, esto es fundamental para saber hasta qué punto es necesario el diseño de un curso o programa de capacitación, además de la necesaria actualización en cuanto a los adelantos de la ciencia y la técnica.

En estudios realizados a 20 Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) por Vallejo *et al.* (2016) se obtuvo que el 54,5 % de los asociados tiene pocos años de trabajo en la agricultura (menos de 10), lo cual es consecuencia de que una buena parte de estos fueron beneficiados por los Decretos Ley 259/2008 y 300/2012, a partir de lo anterior, la forma de producción CCS superó en número a las UBPC y a las CPA, y actualmente es la de mayor cantidad de socios y usufructuarios, además de ser las más productiva. Este aumento considerable de usufructuarios, ha permitido la explotación de muchos terrenos ociosos, haciéndolos productivos, pero también ha provocado que un mayor número de personas que no tienen conocimiento agrícola se incorporen a estas labores, lo que sugiere la necesidad de intensificar los programas de capacitación para que los mismos puedan desempeñar correctamente las acciones que requiere esta tarea y satisfacer las demandas de alimento de la población.

Estos autores refieren que el 39,3 % no tienen experiencia en la labor que realizan y un 22,3 % tiene experiencia como productor, pero no precisamente en la labor que desempeña actualmente; debido a la puesta en marcha de los decretos antes mencionados y a que un grupo de productores varían las labores o responsabilidades que desempeñan en dependencia de la incorporación de nuevos cultivos, cultivares, tecnologías, demandas de mercado y objeto social de la finca a la cual pertenece.

Destacan otro aspecto que hasta el momento no se ha podido revertir: la tendencia a realizar capacitaciones por oferta y no por demanda, lo cual provoca que en muchas ocasiones no se aprovechen estos espacios y se pierda lo invertido en ellas; en tal sentido afirman que el 75,9 % de los asociados manifestó que su asistencia a las capacitaciones desarrolladas obedeció a que se le orientó que debían asistir, por lo cual no siempre se corresponden los temas desarrollados con los intereses de los agricultores, lo que provoca que estos sientan que pierden el tiempo y el interés por futuras capacitaciones.

Respecto a esto, la capacitación es una herramienta imprescindible de cambio positivo en las organizaciones, que hoy no puede concebirse solamente como entrenamiento o instrucción, además de constituir espacios de reflexión y diálogo donde las personas se enfrenten a situaciones reales (Alfaro y Piñeiro, 2013) y partir de las propias demandas del productor (Pavón, 2014) ya que se ha demostrado que la participación está directamente vinculada con el desarrollo social de las personas (Wasihun *et al.*, 2014).

La importancia de la capacitación viene dada por los rápidos cambios que se producen en los sistemas y medios de trabajo, tanto técnicos como de gestión, y que obligan a su aplicación y actualización para conseguir un buen desempeño (Elizondo, 2013). Sus obstáculos más significativos son:

- El temor o miedo de que, como consecuencia de la capacitación, la organización exija más al personal, cuando lo que realmente busca es mayor eficacia con el mismo esfuerzo.
- Creencia en los trabajadores de que la adquisición de nuevos conocimientos o habilidades, ha de tener como consecuencia obligatoriamente aumento salarial o promoción a corto plazo, cuando lo que busca la capacitación es el desarrollo personal y profesional, que mejorará el desempeño en el puesto de trabajo, que también se traducirá en una mayor estabilidad laboral y progreso de la organización, que es perfectamente compatible con el progreso de los trabajadores.
- Oposición de los mandos intermedios para prescindir de su personal para la asistencia a las actividades de capacitación, cuando realmente van a ser los más beneficiados, al mejorarse la eficacia y productividad de su equipo.
- No implicación de los mandos intermedios en el apoyo a las acciones de capacitación de sus equipos, por miedo o desconfianza a la pérdida de poder, cuando la capacitación beneficiará la actitud de los trabajadores ante el trabajo en equipo.
- Miedo de los participantes a no cumplir personalmente con las expectativas puestas por la organización en la acción de capacitación, cuando uno de los objetivos de la capacitación es potenciar la autoconfianza de las personas.
- Desconfianza de los jefes y participantes en la utilidad de la acción de capacitación, por lo que la detección de necesidades y contenido de la acción debe ser elaborada con su participación.
- Resistencia de los participantes a la aplicación de técnicas innovadoras y miedo al cambio, por lo que la mentalización de esta necesidad debe ser previa.

1.8. Diagnóstico

Para la elaboración del diagnóstico del proyecto se optó como herramienta de trabajo la construcción de un diagrama de causa-efecto, que resulta de gran ayuda en el estudio de problemas persistentes. Acorde a Alpízar (2013) el mismo toma sus bases en la aplicación de técnicas de trabajo grupal, caracterizadas por la conformación de un equipo temporal de trabajo, en el que cada uno de sus miembros tendrá la responsabilidad individual de desarrollar un proceso de búsqueda de información y aporte de criterios, sobre la cuestión objeto de estudio.

Como técnica grupal base para la elaboración del diagrama se empleó la tormenta de ideas, método que permite producir ideas sobre los problemas de un área o las causas que generan los mismos o soluciones que podrían generarse al respecto (Gómez, 2015).

El diagrama de Ishikawa o "espina de pescado" es una herramienta que permite la identificación y clasificación de los distintos aspectos del problema en categorías útiles y muestra, un conjunto de posibles causas que han provocado el problema o efecto; así como identificar con un simple vistazo todas las posibles interrelaciones existentes entre un efecto y sus posibles causas (Araya y Humire, 2015).

El propósito del diagrama (observar figura 1) es representar sobre la base de una línea principal que determina la existencia de una situación problemática general o problema específico, las causas asociadas al mismo, al identificar en una primera etapa las causas o áreas de problemas principales y posteriormente las denominadas causas secundarias relacionada con las principales e incluso, causas terciarias en consonancia con las anteriores (Alpízar, 2013).

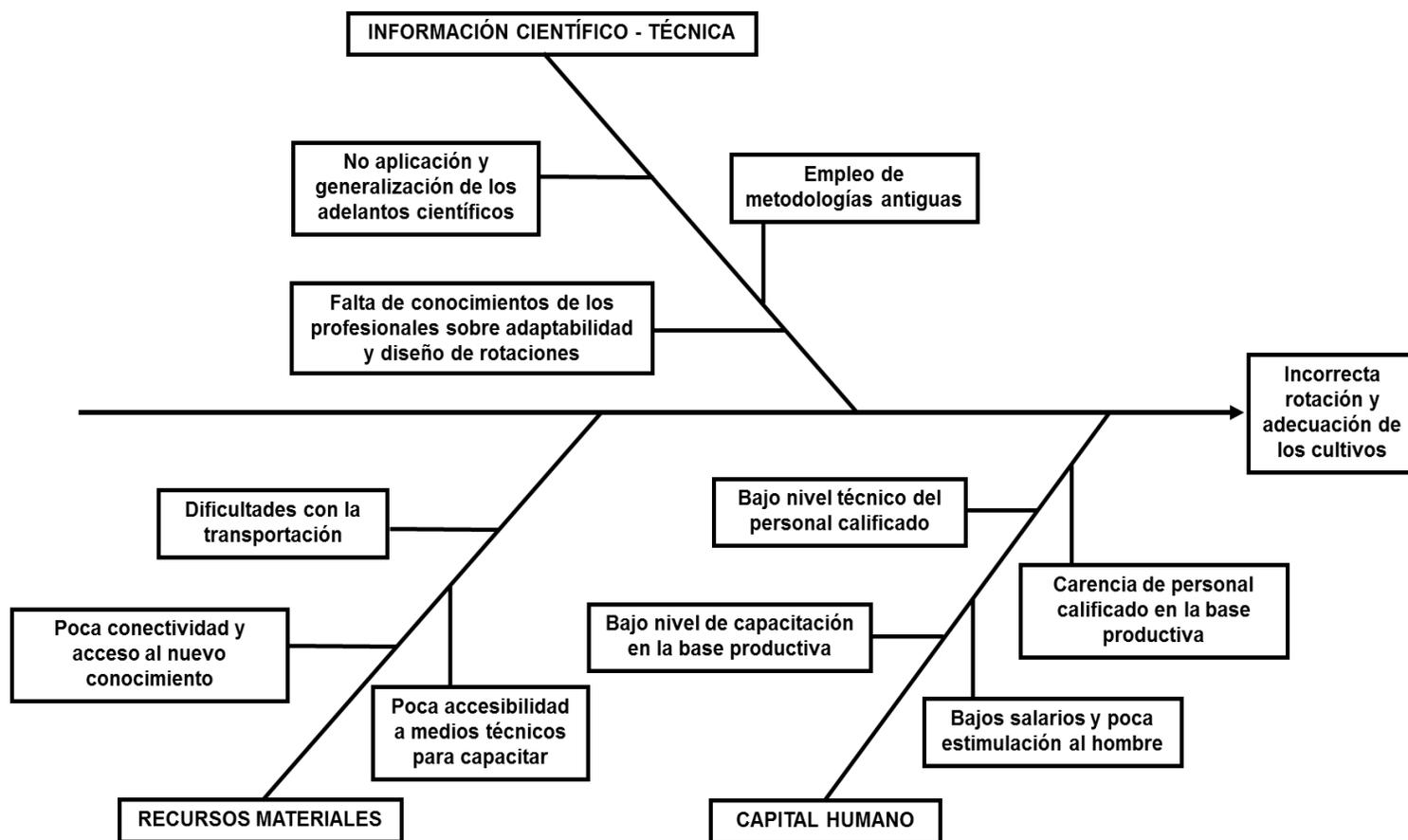


Figura 1. Diagrama causa - efecto de espina pescada.

Un diagnóstico generalmente conduce a la identificación de un gran número de problemas y causas, situación que puede resultar muy compleja e inconveniente si no se tiene un criterio claro de sistematización de dicha información.

Con el objetivo de reducir y centrar los esfuerzos encaminados a la solución del problema, se decidió aplicar la Matriz Relacional de Análisis Estructural, o Matriz de Véster (tabla 2 y 3), que según Gómez (2009), es una herramienta que permite medir la relación causa – efecto y organiza los problemas en línea de motricidad, es decir identifica cuales problemas son el resultado de una serie de procesos o procedimientos incorrectos (efectos) y cuáles son dinámicos porque su estructura e importancia los posiciona como el lugar clave que genera efectos a otros departamentos, áreas o productos y por eso se identifican como problemas causales, de mayor relevancia o poderosos.

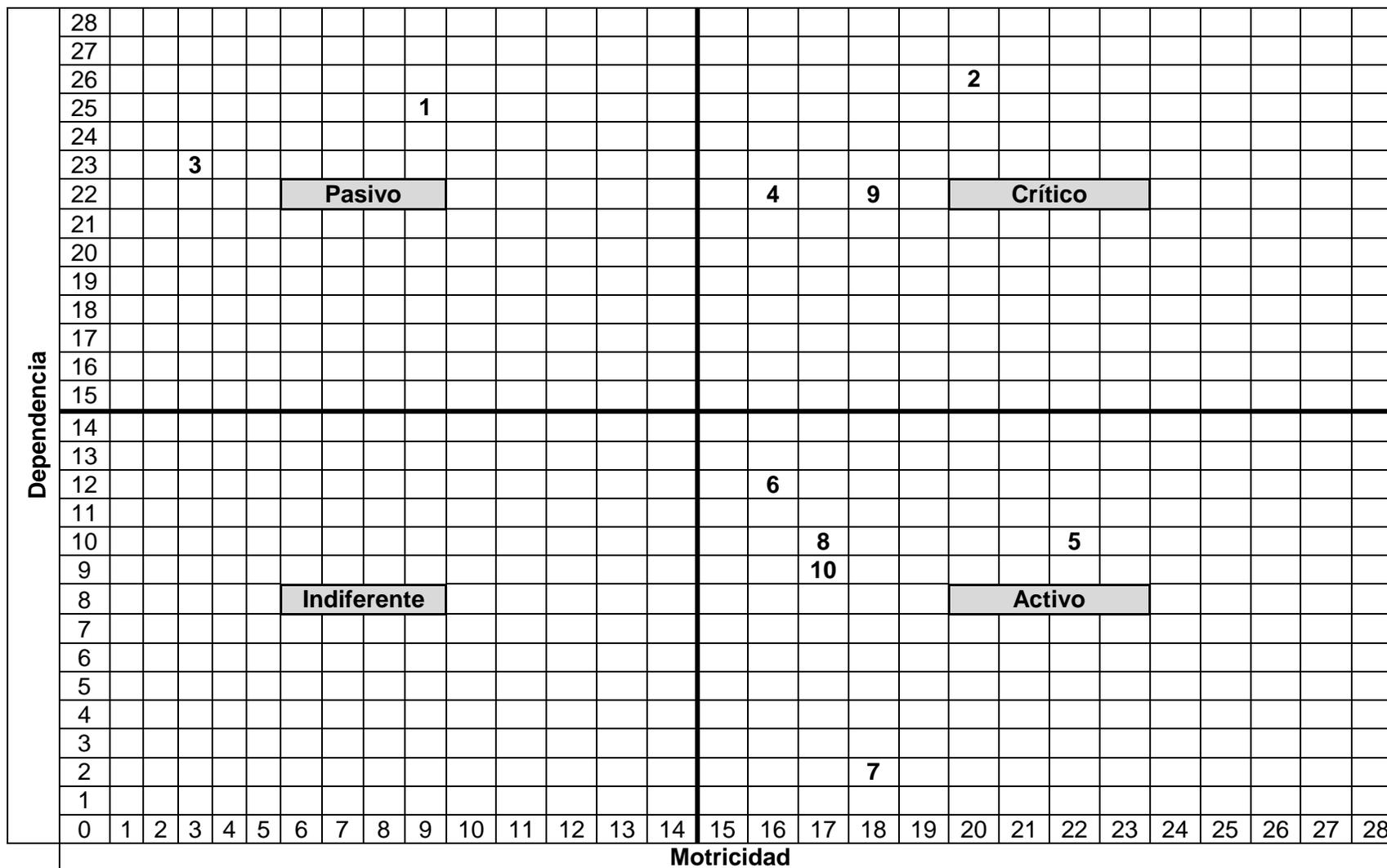
Causas:

1. Empleo de metodologías antiguas.
2. No aplicación y generalización de los adelantos científicos.
3. Falta de conocimientos de los profesionales sobre adaptabilidad y diseño de rotaciones.
4. Bajo nivel técnico del personal calificado.
5. Carencia de personal calificado en la base productiva.
6. Bajos salarios y poca estimulación al hombre.
7. Dificultades con la transportación.
8. Poca accesibilidad a medios técnicos para capacitar.
9. Bajo nivel de capacitación en la base productiva.
10. Poca conectividad y acceso al nuevo conocimiento.

Tabla. 2 Matriz de Véster.

| Causas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | Dependencia |
|-------------------|----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| 1 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 25 |
| 2 | 3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 26 |
| 3 | 2 | 3 | 0 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 3 | 23 |
| 4 | 2 | 3 | 0 | 0 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 22 |
| 5 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 11 |
| 6 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 12 |
| 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 8 | 0 | 2 | 0 | 1 | 2 | 1 | 1 | 0 | 3 | 0 | 10 |
| 9 | 2 | 3 | 0 | 3 | 3 | 2 | 3 | 3 | 0 | 3 | 22 |
| 10 | 0 | 3 | 0 | 1 | 2 | 0 | 2 | 0 | 1 | 0 | 9 |
| Motricidad | 9 | 21 | 8 | 16 | 22 | 16 | 18 | 17 | 18 | 17 | 162 |

Tabla. 3 Cuadrantes.



Los resultados del análisis de la Matriz de Véster en este caso, indican que deben ser considerados en primer término, la solución de los problemas críticos identificados, que resultan ser:

1. No aplicación y generalización de los adelantos científicos.
2. Bajo nivel técnico del personal calificado.
3. Bajo nivel de capacitación en la base productiva.

Tras el análisis realizado con la herramienta de la matriz Véster, se proponen las siguientes alternativas de solución:

- Diseñar un programa de capacitación multidisciplinario, con los especialistas más capacitados en los temas de rotación y adaptabilidad de cultivos, que preparen a un conjunto de extensionistas seleccionados de las bases productivas para la generalización del conocimiento.
- Formar de modo intensivo como programa emergente de carácter nacional, especialistas en estas materias por provincias, mediante diplomados especializados impartidos por las universidades o personal capacitado en los temas.
- Desarrollar un software de fácil actualización, que mediante su implementación permita la determinación de la adaptabilidad de los cultivos y el diseño de rotaciones, a partir de datos reales de las áreas y las condiciones productivas existentes.

Dada la existencia de múltiples alternativas para dar solución a la problemática estudiada, se consideró como criterio de selección la eficiencia, dando como mejor resultado el desarrollo del software, opción que dispone de las siguientes ventajas:

- Masiva y práctica, al poder estar disponible para todos los interesados.
- Económica y asequible, al ser libre de costo para la base productiva por ser un software libre.
- Fiable y segura, al basarse en criterios de expertos e información actualizada, lo cual reduce a un mínimo los errores humanos.
- De fácil actualización, garantiza generalizar el conocimiento en constante creación y transformación.

Como parte del diagnóstico se aplicó una encuesta (Anexo 2) de carácter anónimo dirigida a los decisores y gestores de procesos agrícolas, con el objetivo de estudiar las vías prácticas mediante las cuales se organiza el diseño productivo de las entidades de la provincia.

Según Alpízar (2013), las encuestas son una herramienta para la recogida de información por medio de preguntas, cuyas respuestas se obtienen de forma escrita u oral, con el objetivo de estudiar determinados hechos o fenómenos por medio de la expresión de los sujetos. Su diseño se realizó en base a los criterios de Hernández *et al.* (2010), conformada por preguntas directas, cerradas, de respuesta múltiple y unipolar.

Para la elaboración de las preguntas se empleó el criterio Hernández *et al.* (2010), quien estableció las siguientes reglas para su formulación:

- No deben ser excesivamente largas, porque en cuestionarios largos (más de 100 preguntas) disminuye el % de respuestas.
- Tienen que ser sencillas y redactadas de tal forma que puedan comprenderse con facilidad (no utilizar términos técnicos).
- No deben incorporar términos morales (juicios de valor).
- Nunca sugerir la respuesta, que inciten a contestar más en un sentido que en otro.
- Todas deben referirse a una sola idea.
- Todas las que estén dentro de un mismo tema deben ir juntas en el cuestionario en forma de batería.
- No unir preguntas cuya respuesta a una de ellas influya sobre la otra.

Para estimar el impacto del proyecto se aplicó el método de las diferencias comparativas en el ámbito productivo y económico de las unidades evaluadas, el cual consiste en el establecimiento de parámetros a evaluar, acorde a los potenciales efectos de su implementación a mediano y largo plazo, así como la selección de una serie histórica de los mismos, el tamaño de la muestra de las entidades a analizar y su marco de trabajo.

El estudio se enmarcó en la provincia de Matanzas, donde se evaluó los resultados productivos de las empresas de mayor impacto en la producción de cultivos varios, referidas a continuación:

- Cultivos Varios Máximo Gómez.
- Cultivos Varios Matanzas.
- Cultivos Varios Lenin.
- Agropecuaria Limonar.
- Agropecuaria Jovellanos.
- Agropecuaria Puerto Rico (Unión de Reyes).
- Agropecuaria Cárdenas.
- Agropecuaria Calimete.
- Agropecuaria Sergio González (Colón).

Para el análisis de sus indicadores productivos, fueron procesadas las estadísticas oficiales de la Delegación de la Agricultura de Matanzas de los últimos cuatro años, registradas en el Modelo 3361 (Índices Seleccionados de la Agricultura no Cañera), para el cual se estudió los indicadores área cosechada y total de producción por cultivo, con el objetivo de obtener los rendimientos medios. El resultado se comparó con la media de los rendimientos potenciales de las variedades registradas en el Listado Oficial, para determinar la brecha o margen productivo existente por cultivo.

El análisis económico se realizó con el objetivo de evaluar el impacto financiero de la brecha productiva, mediante la determinación de la producción potencial y su diferencia con la real obtenida. Se calculó los ingresos y costos unitarios, así como el margen de ganancia por hectárea, y su efecto sobre la sustitución de importaciones en frontera.

Para efectuar el cálculo de los indicadores económicos se tomó como información primaria los parámetros que se describen a continuación:

- Área cosechada y producción obtenida (ha y t): Registro estadístico (Delegación de la Agricultura de Matanzas, 2013, 2014, 2015, 2016).
- Precio (CUP.t⁻¹): Obtenido según listado oficial de precios centralizados de compra por acopio establecidos en la Resolución No. 239/2015 (Ministerio de Economía y Planificación (MEP), 2015), y el registro de precios para Matanzas (Empresa de Acopio Matanzas, 2015).

- Precios internacionales de frijol y maíz (USD.t⁻¹): Adquirido a partir del boletín económico (Banco central de Cuba (BCC), 2017).
- Costo de Producción (Moneda total (MT).ha⁻¹): Se determinó mediante la ficha de costo (MINAG, 2016).

Se consideró como cultivos potenciados al frijol y el maíz, y sus fichas de costos en base a tecnología de alto rendimiento, el resto se valoró en función de rendimientos medios. La información de los granos en los registros estadísticos, no está diferenciada por colores en frijol o entre híbridos y variedades para el maíz, por lo que para la determinación de su potencial se asume una media entre sus variantes.

La estadística oficial del cultivo de la malanga no se desglosa por géneros (*Xanthosoma* y *Colacasia*), para su análisis se utilizó la media de sus rendimientos potenciales y de los valores de sus fichas de costo.

Para determinar el precio de venta de las viandas, se tuvo en cuenta su precio máximo en el año y que toda la producción reportada fuese de 1^{era} calidad; para la malanga una media entre sus géneros.

Para el procesamiento, tabulación y graficado se empleó la herramienta informática Microsoft Excel.

A opinión del autor, la agricultura cubana no ha logrado manifestar su potencial productivo, sus inversiones principales se limitan a la renovación de determinados equipamientos del parque de maquinaria y a la incorporación de sistemas de riego, con una deficiente aplicación de las herramientas informáticas. En los países desarrollados, los sistemas agrícolas constituyen empresas de alta rentabilidad, operadas mediante el soporte de sistemas de expertos, sistemas integrados de gestión, simuladores, etc.; la interacción existente entre los gestores de procesos y los sistemas de apoyo, garantizan el uso eficiente de los recursos, su trazabilidad y la confianza en su toma de decisiones, entre otras múltiples ventajas. Nuestro sistema de soporte, organización y gestión para las empresas agrícolas, basa su funcionamiento en el cumplimiento de directivas, sin considerar la necesidad de estudios previos para la toma de decisiones, lo que incide directamente en la baja productividad, poca rentabilidad e ineficiencia en el uso de recursos de sus unidades. El desarrollo de aplicaciones informáticas que permitan facilitar la gestión de las empresas, el

asesoramiento en la toma de decisiones y la disminución de los riesgos, debe modificar nuestra forma de trabajo, lo que garantizará un impacto positivo en los indicadores económicos – productivos y en la preparación del personal, al elevar su nivel de actualización de conocimientos.

2. Objetivos

2.1. Objetivo General

Diseñar un software libre que permita la actualización de los profesionales y una explotación eficiente de los suelos destinados a la producción agrícola.

2.2. Objetivos Específicos

1. Compilar la información de los factores edafoclimáticos, fisiogeográficos y los requerimientos agrotécnicos de los cultivos.
2. Desarrollar la arquitectura del software, basado en la simplicidad de su uso.

3. Resultados esperados

1. Software confiable para la toma de decisiones de los profesionales agrícolas, que garantiza la idoneidad de los cultivos, una adecuada rotación y el uso apropiado del suelo.
2. Instrumento que permita la actualización de los conocimientos de los profesionales del sector agrícola.
3. Aplicación informática que permita la obtención de una multiplicidad de esquemas de rotación, acorde al cultivo principal, la fecha de siembra seleccionada y las necesidades reales del usuario, según los criterios existentes, que ofrece un amplio rango de propuestas a nivel de variedades.

4. Materiales y procedimientos. Cronograma

Etapas 1. Organización del proyecto (3 meses)

- Búsqueda de antecedentes y objetividad de la propuesta.
- Conformación del modelo teórico.
- Gestiones administrativas para la iniciación del proyecto y la contratación de dos programadores nacionales.
- Encuentros de conciliación y levantamiento de requisitos.
- Estudio de factibilidad de la implementación del software.
- Elaboración del plan de trabajo y cronograma.

El desarrollo del trabajo está planificado en base a un conjunto de tareas relacionadas, la primera consistirá en la elaboración de un modelo teórico de la idea en formato tradicional; posteriormente se realizarán reuniones de trabajo entre los programadores y el cliente, con el objetivo de conciliar los ajustes y modificaciones requeridos para poder implementar el modelo teórico; como resultado de los encuentros se elaborará un levantamiento de requisitos (funcionales y no funcionales), con enfoque en las características del usuario. También se realizará la discusión profunda y crítica de la factibilidad del proyecto, al analizar en detalle cada funcionalidad a elaborar, la estimación del tiempo necesario para su desarrollo y las posibles complicaciones, este análisis conformará las bases para el proyecto, a fin de evitar incoherencias y contradicciones futuras durante las fases de desarrollo.

Una vez concluidos los intercambios previos para la evaluación del diseño, se obtendrá como resultado general un plan de trabajo, con las fases o etapas sobre las cuales cursará el proyecto, su contenido de trabajo, duración, información necesaria para la implementación de la herramienta, premisas del diseño y requerimientos, todo lo cual concluye con la conformación de un cronograma de entregas.

A continuación, se hace referencia a las premisas generales y requerimientos mínimos para el diseño a proponer en base a las características del cliente y sujetos a discusión.

Premisas generales:

- Su uso debe de ser fácil y accesible para usuarios que, si bien han de saber previamente su temática, no deban de tener excesivos conocimientos informáticos para usarlo.
- La interface debe de ser atractiva, lógica y de fácil comprensión. Con elementos gráficos y poco alfanumérica para que la sensación sea confortable en su uso.
- No debe de requerir muchos pasos para realizar cualquier acción y éstas deben de estar interrelacionadas entre sí, de tal forma que cualquier modificación realizada se actualiza en todos los sitios para no crear ningún tipo de confusión al usuario.
- Desarrollarla en una plataforma compatible desde Windows XP Service Pack 3 a Windows 10.
- Actualizar fácilmente el programa y sus bases de datos.
- Imprimir y guardar reportes de resultados.

Requerimientos mínimos del ordenador:

- Hardware 512 RAM, 2.0 Ghz micro y 500 Mb

La segunda tarea consistirá en la evaluación de los criterios relacionados con la viabilidad de su implementación, además se iniciará el estudio diferencial de los estratos de cliente hacia los cuales está dirigido el software. Este reflejará el nivel educacional promedio, habilidades en el empleo de herramientas informáticas y predisposición hacia el uso de software. También se determinarán las vías a través de las cuales los usuarios podrán acceder a sus servicios, tales como: MINAG y delegaciones municipales, empresas agropecuarias, laboratorios de suelos, estaciones territoriales de sanidad vegetal, Joven Club de Computación y Electrónica, etc.; además se analizarán las posibilidades de creación de puntos de servicios en esos centros. Durante todo el proceso de análisis se enfatizará en el posible impacto de su implementación y se fundamentará su importancia, en conclusión, se determinará su factibilidad y vías de implementación.

El software será concebido en base a una elevada simplicidad y operatividad, no requiere prácticas de adiestramiento, solo de un manual de usuario. La herramienta será diseñada de manera tal, que el usuario reciba un señalamiento correctivo ante un error en la entrada de

datos o la secuencia incorrecta de los procedimientos. El programa dispondrá de un manual ilustrado vinculado a la opción de ayuda, el cual constituirá una guía del funcionamiento del software; el mismo incluirá los pasos a seguir durante el uso de la aplicación, los posibles reportes de errores, los requerimientos funcionales del software, entre otras informaciones de interés.

Etapa 2. Búsqueda y procesamiento de la información requerida para la base de datos (1 año).

- Levantamiento de la información.
- Procesar y catalogar la información.

La segunda etapa consiste en la obtención de la información requerida para la conformación de la base de datos a partir del cronograma propuesto, como es: definir los parámetros para determinar la capacidad agroproductiva de los suelos, los requerimientos edafoclimáticos - fisiogeográficos y de rotación de los cultivos, las variedades autorizadas y los requerimientos para el diseño de rotaciones; para lo cual se diseñará una planificación de viajes, con el objetivo de visitar los centros de investigación especializados más prestigiosos de las ramas abordadas, los centros creadores de normativas y se incluirá la consulta a expertos, así como la obtención de bibliografía actualizada a través de internet para la justificación de los criterios empleados.

Una vez informado y coordinado el viaje con el personal autorizado a facilitar la información, se procederá a planificar los recorridos con un óptimo uso de combustible mediante el agrupamiento del mayor número de instituciones por cercanía, previa coordinación de los horarios con el personal implicado. El listado de las instituciones a consultar se dispone a continuación:

- Biblioteca Nacional “José Martí” (BNJM).
- Instituto de Investigaciones de Granos (IIG).
- Instituto de Investigaciones del Tabaco (IIT).
- Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT).
- Instituto de Investigaciones de Horticultura “Liliana Dimitrova” (IIHLD).

- Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA).
- Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT).
- Instituto de Investigaciones Agroforestales (INAF).
- Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF).
- Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV).
- Instituto Nacional de Suelos (INS).
- Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (LAPROSAV).
- Laboratorio Provincial de Suelos (LPS).
- Ministerio de la Agricultura.
 - Dirección Nacional de Semilla (DNSE).
 - Dirección Nacional de Suelos (DNS).
 - Biblioteca Agropecuaria y Forestal “Arnaldo Milián Castro” (BAFAMC).
 - Empresa de Proyecto e Ingeniería del MINAG (ENPA).

Instituciones de Suelos (INS, LPS, DNS). Acceso a la metodología nacional para la evaluación de la capacidad agroproductiva de los suelos, así como a los parámetros y sus intervalos para la adecuación de los cultivos al suelo. Se profundizará en el estado del arte respecto al estudio y desarrollo de software para la evaluación de suelos (AgroSelect, Agro1, Agro2 y Agro24) y el diseño de rotaciones de cultivo (ROCA), estos trabajos previos pueden emplearse como bases para la confección y delineación del proyecto. También se realizarán consultas a los especialistas para la conformación del esquema de diseño y el árbol de toma de decisiones; así como acceso a publicaciones y bibliografía para justificar la selección de los parámetros de evaluación.

Instituciones de Cultivos (IIG, IIHLD, INAF, IIT, INICA, IIF, ACTAF). Obtención de los requerimientos de suelo por parámetros de los cultivos, caracterización de las variedades y su información técnica (ciclos, épocas de siembra, requerimientos nutricionales, etc.), delimitación de los indicadores para la rotación por cultivos (familia botánica, sistema radical, etc.), actualización de los instructivos técnicos y de la información de las nuevas variedades,

acceso a publicaciones recientes y a bibliografía para justificar el empleo de los factores de rotación.

Instituciones de Sanidad Vegetal (INISAV, LAPROSAV). Elaboración de conjunto con los especialistas de un listado de plagas clave y secundarias por cultivos o variedades de estar disponible, donde se especifique el grado de susceptibilidad, basado en el criterio de los expertos por ramas y del acceso a la bibliografía disponible. Esta compilación será abalada por la institución y se empleará para la base de datos de los esquemas de rotación. También se accederá a bibliografía actualizada para la justificación de los criterios de rotación.

Instituciones de Almacenamiento de Información (BNJM, BAFAMC). El acceso a una gran base de información tanto en formato tradicional (libros, revistas, artículos, etc.) como digital, nos permitirá estudiar los antecedentes de trabajo, la sustentación del marco teórico y el estado del arte sobre los temas abordados en el proyecto.

Otras instituciones (DNSE, ENPA). Actualización del Listado Oficial de Variedades y acceso a la descripción de los especímenes. Se realizará la selección de las variedades de las cuales se dispongan de toda la información requerida para su incorporación a la base de datos.

La información obtenida será analizada, catalogada por temáticas y almacenada para la posterior conformación de la plantilla para la base de datos.

Etapas 3. Diseño del software (2 meses).

- Diseño de la interfaz de usuario y la operatividad.
- Conformación de la plantilla de la base de datos.

En esta etapa se realizará el diseño del programa, mediante la elaboración de plantillas (vistas preliminares de la interfaz del usuario para cada capa o ventana) con el programa Adobe Photoshop CS5, por ser una herramienta de edición y creación de imágenes potente, capaz de producir corrección y modificación del color y hasta el diseño de páginas Web (Morales, 2013; Salazar, 2013; Florido *et al.*, 2015). En las mismas se ubicarán los accesos a la información complementaria, las entradas de datos y su modo de visualización, además se especificará sobre las respuestas recibidas por los usuarios ante datos o procedimientos erróneos. También se precisarán los reportes que deberá brindar cada funcionalidad de la aplicación, así como las posibilidades de guardado y formatos requeridos. Al finalizar la etapa

se define una versión preliminar de como debe quedar cada ventana o vistas, y como se debe navegar entre ellas, a través de la confección de un diagrama de flujo o navegación (observar figura 2).

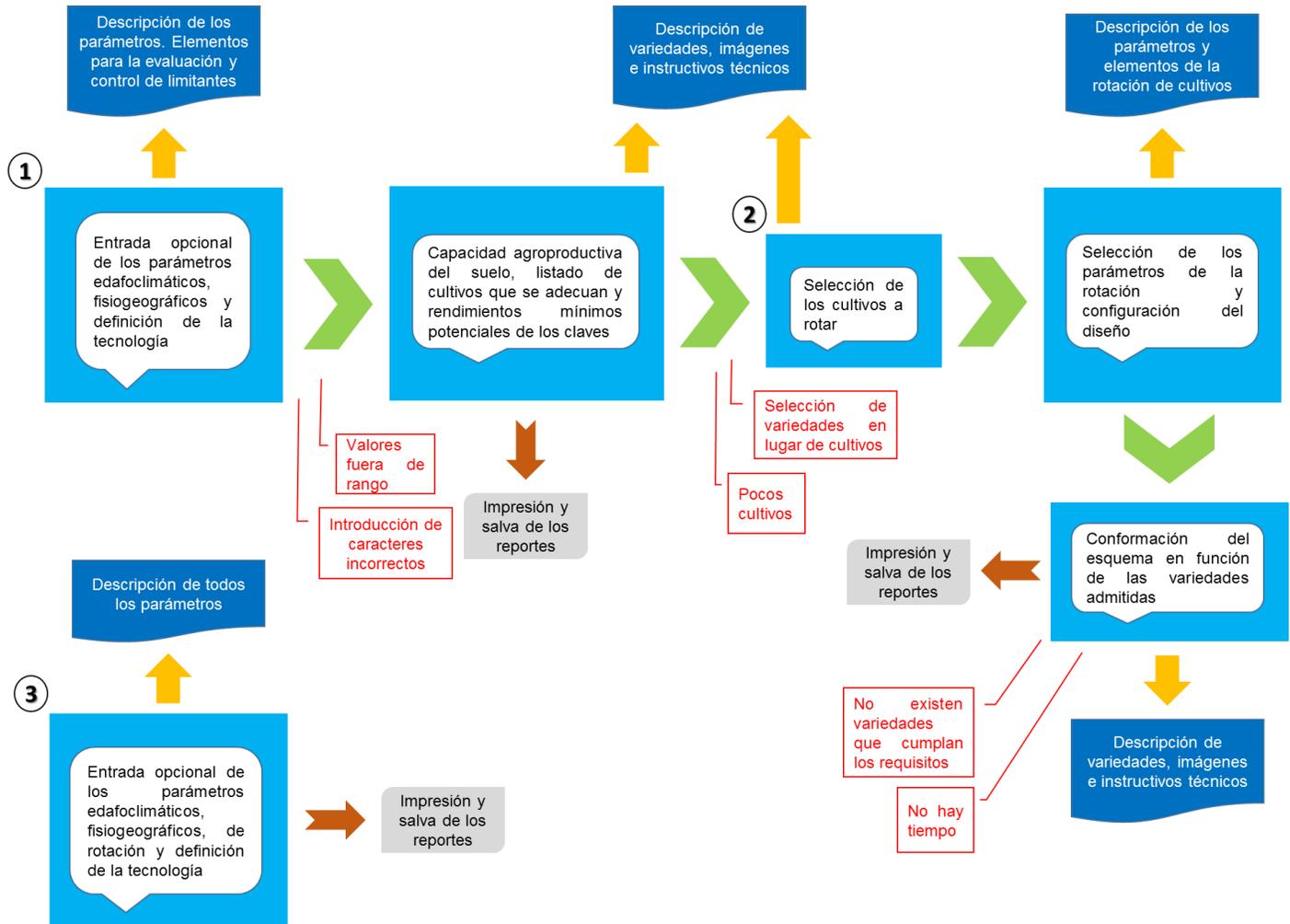


Figura 2. Mapa de navegación de la aplicación.

Una vez confeccionado el mapa de navegación, se discutirá el esquema relacional de las variables, la información requerida de la base de datos por cada funcionalidad y el orden de las operaciones que deberá realizar el software para la obtención de los resultados finales.

Para el diseño de la evaluación de los suelos y la adaptabilidad de los cultivos, se empleará la metodología desarrollada por Vega *et al.* (2009), la cual considera 13 factores limitantes, la misma será sujeta a modificaciones basadas en los criterios de la USDA (1999) y Ruiz *et al.* (2013), referidas a continuación:

- Se retirará el contenido de materia orgánica y el % Ca^{2+} respecto a T, por no disponerse de la información requerida para todos los cultivos incluidos en el proyecto.
- Se agregarán tres nuevos factores, la altitud como fisiogeográfico y dos climáticos, la temperatura y las precipitaciones.
- Los parámetros de salinidad, pH, profundidad efectiva y algunos casos de relieve serán modificados en modo individual por cultivo.

A su vez, empleará para la determinación de la clasificación de la capacidad agroproductiva de los suelos, la metodología de Evaluación Cualitativa de las Tierras para Uso Agropecuario (DNSF, 1984), confeccionada mediante encuestas técnicas realizadas a 35 especialistas de suelos reconocidos de todo el país. Las series de suelos de Bennett y Allison de 1966 abordadas en el procedimiento serán correlacionadas con la nueva clasificación de suelos acorde a los estudios de Hernández *et al.* (2005).

Definido el diseño, las metodologías a emplear y catalogada la información, se procederá a la conformación y llenado de plantillas en Microsoft Excel 2016, en base a los parámetros y criterios previamente definidos, para posteriormente ser agregada a la base de datos. La plantilla (Anexo 3 y 4) estará conformada por la siguiente información:

- Rangos admisibles de los parámetros edafoclimáticos y fisiogeográficos por cultivo.
- Clasificación de los cultivos según los principios de la rotación.
- Plagas por cultivos y su grado de incidencia.
- Evaluación de los parámetros edáficos.
- Datos fitotécnicos de las variedades.
- Descripción de variedades y su agrupamiento.

Etapas 4. Puesta en marcha del Proyecto. Elaboración del software (1 año).

- Creación de la base de datos.
- Desarrollo del software.

Creación de la base de datos (2 meses)

La información contenida en la tabulación realizada en Microsoft Excel 2016, se procesará para la conformación de la base de datos, con el uso del software especializado Visual Studio Community 2015, la tecnología Entity Framework y Code First, procesado mediante el gestor de base de datos SQL server Compact Edition, para asegurar la portabilidad del software y que se pueda emplear sin conexión.

Desarrollo del software (10 meses)

Basado en el diseño consensuado previamente y mediante la supervisión de un ingeniero agrónomo, se iniciará en trabajo conjunto la creación del software. La planificación del trabajo estará segmentado en tres etapas, acorde a las funcionalidades previstas: la determinación de la capacidad agroproductiva del suelo, el diseño de rotaciones y la búsqueda de variedades.

Para su elaboración se utilizará como lenguaje de programación el C#. El estilo de trabajo estará en función del cumplimiento de los plazos y metas definidas para cada etapa, una vez concluida una iteración se realizarán sucesivas evaluaciones comprobatorias, destinadas a la detección y corrección temprana de errores de diseño, mediante un proceso caracterizado por la retroalimentación y el perfeccionamiento. Se empleará el Visual Studio Community 2015 como software para la programación.

4.1. Cronograma

Para su confección se empleó la herramienta de trabajo Microsoft Project 2016, disponible en el paquete de software de Microsoft Office, basado el diseño en el diagrama de Gantt (figura 3).

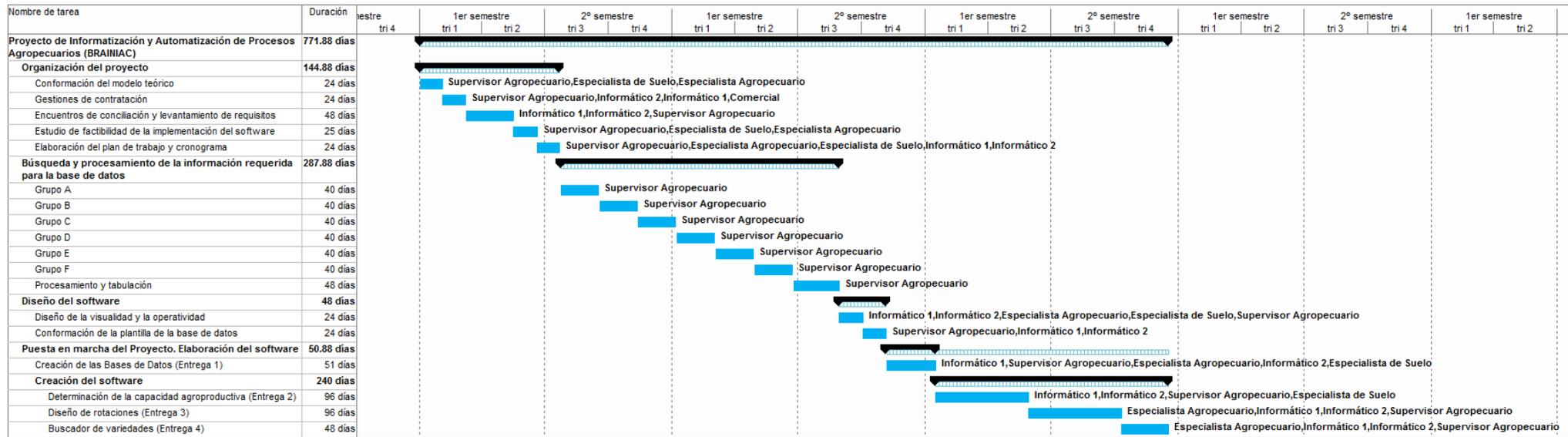


Figura. 3 Cronograma.

5. Recursos necesarios

Acorde a las Resoluciones No. 108/05 (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), 2005 a) y No. 30/05 (MTSS, 2005 b) referentes a la escala salarial y sus clasificadores, los informáticos clasifican en los grupos del X al XII descritos en la tabla 4.

Tabla 4. Escala salarial de informáticos.

| Grupo | Descripción | Requerimiento | Nivel de utilización | Salario (CUP) |
|-----------------|--|-----------------------------|--|----------------------|
| X | Especialistas en Ciencias Informáticas C | Graduados de nivel superior | En todas las entidades | 325,00 |
| XI | Especialistas en Ciencias Informáticas B | Graduados de nivel superior | Uniones, grupos empresariales, empresas con categoría I y II, unidades presupuestadas de similar complejidad | 365,00 |
| XII | Especialistas en Ciencias Informáticas A | Graduados de nivel superior | Organismos | 385,00 |
| Promedio | | | | 358,00 |

A los tres grupos se les considera con la capacidad técnica para realizar el proyecto, al ser graduados de nivel superior, se estimó el presupuesto promedio de sus salarios para el análisis los recursos necesarios.

Los recursos necesarios para la ejecución del proyecto se desglosan en la tabla 5.

Tabla 5. Recursos necesarios.

| Recursos | | Unidad | Cantidad |
|---------------------------------|--|---------------|-----------------|
| Equipamiento informático | Monitor | u | 1 |
| | Unidad central de procesamiento (CPU) | u | 1 |
| | Sistema de alimentación ininterrumpida (UPS) | u | 1 |
| | Teclado | u | 1 |
| | Ratón | u | 1 |
| | Impresora Láser | u | 1 |
| | Tóner | u | 1 |
| | Memoria flash | u | 3 |
| Útiles de oficina | Papel de impresión | Paquete | 1 |
| | Bolígrafo | u | 2 |
| | Material de oficina | u | 30 |
| Mano de obra | Informáticos | Personas | 2 |
| Combustible | Automóvil | L | 307,69 |

5.1. Gastos incurridos en la elaboración de software

Los costos de los equipos y útiles requeridos en el proyecto, son obtenidos a partir de las facturas reales de las compras realizadas por la Unidad Empresarial de Base (UEB) ENPA de Matanzas.

La información de la media del consumo energético y la vida útil promedio de los equipos, fue proporcionada por los técnicos de la compañía COPEXTEL, principal proveedora de equipos y servicios informáticos a las empresas estatales; según su experiencia laboral y después de analizar las fichas técnicas de los modelos más comercializados, se determinó como rango de consumo y media para el cálculo de cada equipo:

- CPU: 0,25 - 0,45 kW y una media 0,35 kW.
- Monitores (17" CRT variante patrón): 0,75 - 0,12 kW y una media de 0,975 kW.
- Impresoras: 0,150 – 0,200 kW y una media de 0,175 kW.

Según los especialistas, como media para todo el equipamiento informático se puede considerar un tiempo de vida útil de 10 años.

El costo de la energía eléctrica fue calculado según la Resolución No.277/2014 (Ministerio de Finanzas y Precios (MFP), 2014), en su sistema para la formación de la tarifa eléctrica, que califica la UEB ENPA como del Grupo B por tarifa para consumidores en baja tensión.

Se consideró una jornada laboral de 8 h y 24 días hábiles al mes. Las fórmulas empleadas para los cálculos de gasto en salario, depreciación del equipo y costo del consumo energético se desglosan a continuación:

Salario

- Salario mensual/ Días hábiles del mes = Costo de mano de obra diario.
- Costo de mano de obra diario/ Jornada laboral = Costo de mano de obra/hora.
- Costo de mano de obra por hora * Tiempo de labor del informático * Cantidad de informáticos = Costo de mano de obra del proyecto.

Depreciación

- Costo total del equipo/ Tiempo de vida útil = Depreciación/año

- Depreciación por año/ Meses del año = Depreciación/mes
- Depreciación por mes/ Días del mes = Depreciación/día
- Depreciación por día/ Horas del día = Depreciación/hora
- Depreciación por hora * Tiempo de uso durante todo el proyecto = Depreciación/proyecto

Energía

- $(0,02931 \text{ \$/kWh} \cdot K + 0,1131 \text{ \$/kWh}) \cdot \text{Consumo de 1 hora en kWh} = \text{Costo/hora}$
- $(0,02931 \text{ \$/kWh} \cdot K + 0,1131 \text{ \$/kWh}) \cdot \text{Consumo de 8 hora en kWh} = \text{Costo/día}$
- $(0,02931 \text{ \$/kWh} \cdot K + 0,1131 \text{ \$/kWh}) \cdot \text{Consumo del mes en kWh} = \text{Costo/mes}$
- $(0,02931 \text{ \$/kWh} \cdot K + 0,1131 \text{ \$/kWh}) \cdot \text{Consumo del proyecto en kWh} = \text{Costo/proyecto}$

Para la determinación aproximada del kilometraje requerido para visitar todas las instituciones planificadas se utilizó el software OsmAnd+ ver 1.8.2, mediante el cual se calculó la distancia a partir del punto de partida en la UEB ENPA de Matanzas por GPS, se aplicó como condicionales: realizar el viaje en automóvil, preferir autopista, evitar transbordadores, evitar carreteras no pavimentadas y toma la ruta más corta. Para lograr la optimización del uso del combustible se agrupó las instituciones por su cercanía, además el número de viajes requeridos por cada grupo fue valorado a partir de la cantidad de información a gestionar y de su consumo de tiempo estimado. Se consideró para el recorrido entre las instituciones del mismo grupo un 10 % del kilometraje de su viaje. La norma de consumo fue valorada en $10 \text{ km} \cdot \text{L}^{-1}$ (observar Tabla 6).

Tabla 6. Demanda de combustible.

| Institución | Distancia (km) | Número de Viajes (u) | Grupo | Distancia total (km) | Consumo de combustible (L) |
|--------------|----------------|----------------------|-------|----------------------|----------------------------|
| IIG | 101 | 3 | A | 667,80 | 66,78 |
| IIT | 106 | | A | | |
| IIFT | 95,6 | 3 | B | 617,40 | 61,74 |
| INAF | 97,6 | | B | | |
| ACTAF | 98 | | B | | |
| INISAV | 98 | | B | | |
| INICA | 86,1 | 3 | C | 580,86 | 58,09 |
| BNJM | 91,6 | | C | | |
| MINAG | 92,2 | | C | | |
| LAPROSAV | 6 | 2 | D | 25,20 | 2,52 |
| LPS | 6 | | D | | |
| INIVIT | 138 | 2 | E | 579,60 | 57,96 |
| IIHLD | 92,9 | 3 | F | 606,06 | 60,61 |
| INS | 96,2 | | F | | |
| Total | | | | | 307,69 |

6. Presupuesto

Los recursos necesarios para la implementación del proyecto, determinan que se deberá contar con un presupuesto de financiamiento de 13 606,46 en moneda total (Tabla 7 y 8). Se consideró para la estimación del monto de inversión una tasa de cambio 1 x 1, al ser una entidad estatal.

Tabla 7. Costos.

| Recursos | Unidad | Cant. | Costo Unitario (MT) | Depreciación | | | | Costo total (MT) | | | | |
|--------------------------|--------------------|---------|---------------------|----------------|----------------|-----------------|---------------------|------------------|-----------|---|---|-------|
| | | | | Costo (MT/mes) | Costo (MT/día) | Costo (MT/hora) | Costo (MT/Proyecto) | | | | | |
| Equipamiento informático | Monitor | u | 1 | 149,24 | 8,56 | 0,29 | 0,01 | 43,36 | 149,24 | | | |
| | CPU | u | 1 | 555,96 | | | | | 555,96 | | | |
| | UPS | u | 1 | 34,29 | | | | | 34,29 | | | |
| | Teclado | u | 1 | 20,00 | | | | | 20,00 | | | |
| | Ratón | u | 1 | 4,93 | | | | | 4,93 | | | |
| | Impresora Láser | u | 1 | 262,50 | | | | | 262,50 | | | |
| | Tóner | u | 1 | 18,27 | | | | | - | - | - | 18,27 |
| | Memoria flash | u | 3 | 23,35 | | | | | - | - | - | 70,05 |
| Mano de obra | Informático | Persona | 2 | 358,00 | 716 | 29,83 | 3,73 | 11 456,00 | 11 456,00 | | | |
| Combustible | Automóvil | L | 307,69 | 1,00 | - | - | - | - | 307,69 | | | |
| Útiles de oficina | Hojas (0,70 x 1 m) | u | 5 | 0,57 | - | - | - | - | 2,85 | | | |
| | Papel de impresión | Paquete | 1 | 3,92 | - | - | - | - | 3,92 | | | |
| | Bolígrafo | u | 3 | 0,15 | - | - | - | - | 0,45 | | | |
| | Corrector | u | 3 | 0,85 | - | - | - | - | 2,55 | | | |
| | Marcadores | u | 3 | 1,08 | - | - | - | - | 3,24 | | | |
| | Portaminas | u | 3 | 0,36 | - | - | - | - | 1,08 | | | |
| | Minas | Paquete | 3 | 0,20 | - | - | - | - | 0,60 | | | |

| | | | | | | | |
|------------------------------------|------|---|------|---|---|---|------------------|
| Goma | u | 3 | 0,30 | - | - | - | 0,90 |
| Presilladora | u | 1 | 7,85 | - | - | - | 7,85 |
| Presillas de presilladora | Caja | 1 | 1,00 | - | - | - | 1,00 |
| Saca presilla | u | 1 | 0,50 | - | - | - | 0,50 |
| File | u | 1 | 0,19 | - | - | - | 0,19 |
| Pizarra mediana de aluminio | u | 1 | 4,75 | - | - | - | 4,75 |
| Borrador de pizarra | u | 1 | 4,75 | - | - | - | 4,75 |
| Costo General | | | | | | | 12 913,56 |

Nota: Se calculó un tiempo estimado de trabajo por los informáticos para la ejecución del proyecto de 384 días, un aproximado de 3 072 h.

Tabla 8. Consumo y costos eléctricos.

| Recurso | | Tiempo de uso diario (h) | Consumo mensual (kW.mes ⁻¹) | Consumo diario (kW.día ⁻¹) | Consumo hora (kW.h ⁻¹) | Consumo total del proyecto (kW) |
|--|-----------------|--------------------------|---|--|------------------------------------|---------------------------------|
| Energía eléctrica | CPU | 8 | 67,20 | 2,80 | 0,35 | 1 276,80 |
| | Monitor | 8 | 187,20 | 7,80 | 0,98 | 3 556,80 |
| | Impresora Láser | 1 | 4,20 | 0,18 | 0,18 | 31,92 |
| Consumo general del ordenador | | - | 258,60 | 10,78 | 1,50 | 4 865,52 |
| Costo de energía eléctrica (MT) | | - | 36,83 | 1,53 | 0,21 | 692,90 |

Nota: Se consideró un tiempo estimado en máquina para la ejecución del proyecto de 456 días, un aproximado de 3 648 h. Para la impresora se valoró un uso de 5 % del tiempo.

7. Evaluación socio, económica y productiva

7.1. Dimensión Social

Para la realización del diagnóstico del componente social, se seleccionó una muestra del personal vinculado al sector agrícola, que por sus funciones pudiera constituir un potencial usuario, al cual se le aplicó la encuesta, con el objetivo de estudiar las vías prácticas de organización del diseño productivo en sus entidades.

La muestra de estudio incluye a todas las empresas especializadas en cultivos varios de la provincia, está conformada por 25 gestores del proceso agrícola, con una edad promedio de 51 años y una vasta experiencia en el sector, con un 80 % por encima de 10 años y un 20 % entre cinco y 10, la distribución por géneros muestra 25 % de féminas y 75 % de hombres, con la siguiente división de cargos, 48 % directivos, 20 % jefes de producción y 28 % de técnicos agrícolas; con un perfil profesional donde predomina el sector agropecuario, representado por un 61 % de agrónomos y un 17 % de pecuarios, su nivel educacional está representado por un 52 % de graduados de nivel superior y un 48 % de nivel medio. La media en el salario básico es de 483 CUP, valor que solo permite cubrir las necesidades básicas de la canasta familiar; el pago por resultado autorizado en el nuevo sistema implementado a partir de la Resolución No.6/2016 (MTSS, 2016) y la Resolución No. 1/2017 (MTSS, 2017), está supeditado a la generación de un excedente, una vez cumplidos los planes productivos, el cual por las múltiples dificultades que aquejan a la mayoría de las empresas del sector, no ha tenido el impacto deseado.

El análisis de las encuestas (Anexo 5) se presenta en las figuras 4, 5 y 6 por dimensiones del conocimiento.

En la figura 4 se puede observar que los cuatro elementos tenidos en cuenta en la dimensión organizacional son atendidos correctamente, con un 80 % de respuestas positivas por parte de los encuestados.

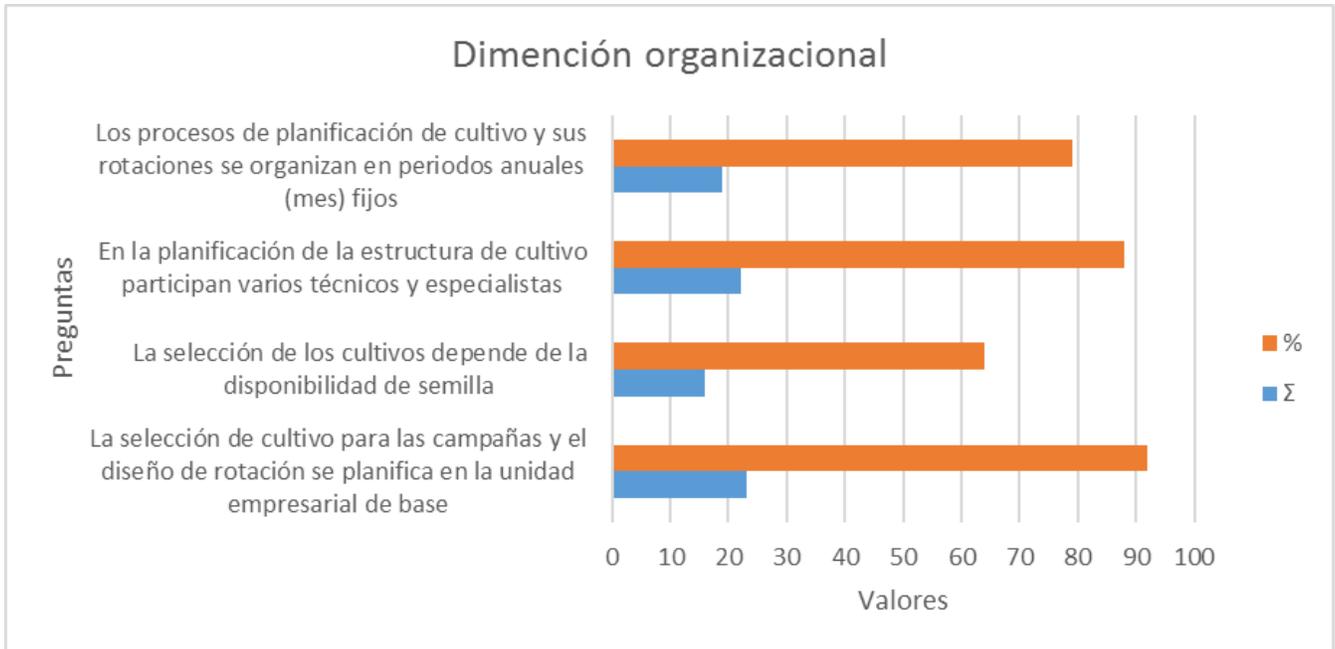


Figura 4. Análisis de la dimensión organizacional.

El estudio representado en la figura 5 muestra que los gestores de procesos disponen de la información requerida para realizar un adecuado manejo de los cultivos y variedades, lo cual se manifiesta en la diversidad varietal de sus áreas productivas, con un porcentaje promedio de un 76 % de respuestas positivas.

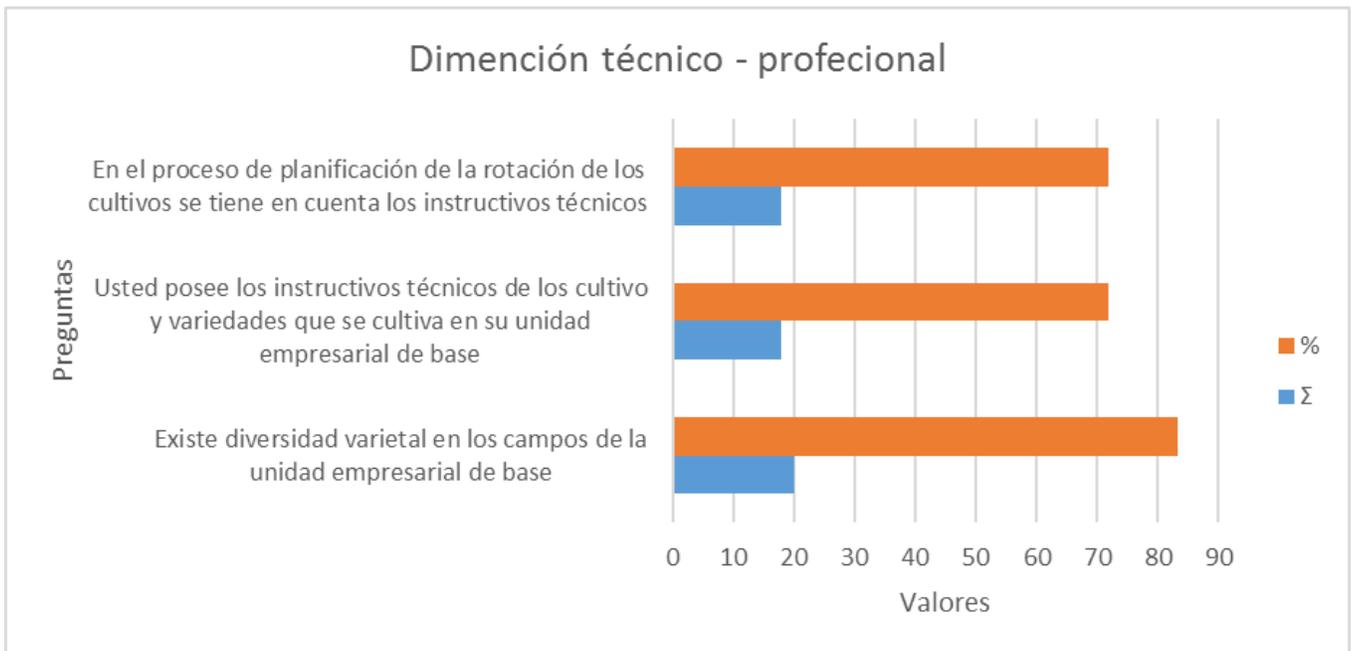


Figura 5. Análisis de la dimensión técnico - profesional.

La figura 6 revela que se dispone del conocimiento sobre los elementos fitotécnicos y de manejo para las buenas prácticas, con una evaluación positiva de un 89 %; además se analiza el uso de las tecnologías de informática y su empleo en la planificación, aspecto que refleja el poco impulso de la informatización en la agricultura cubana.

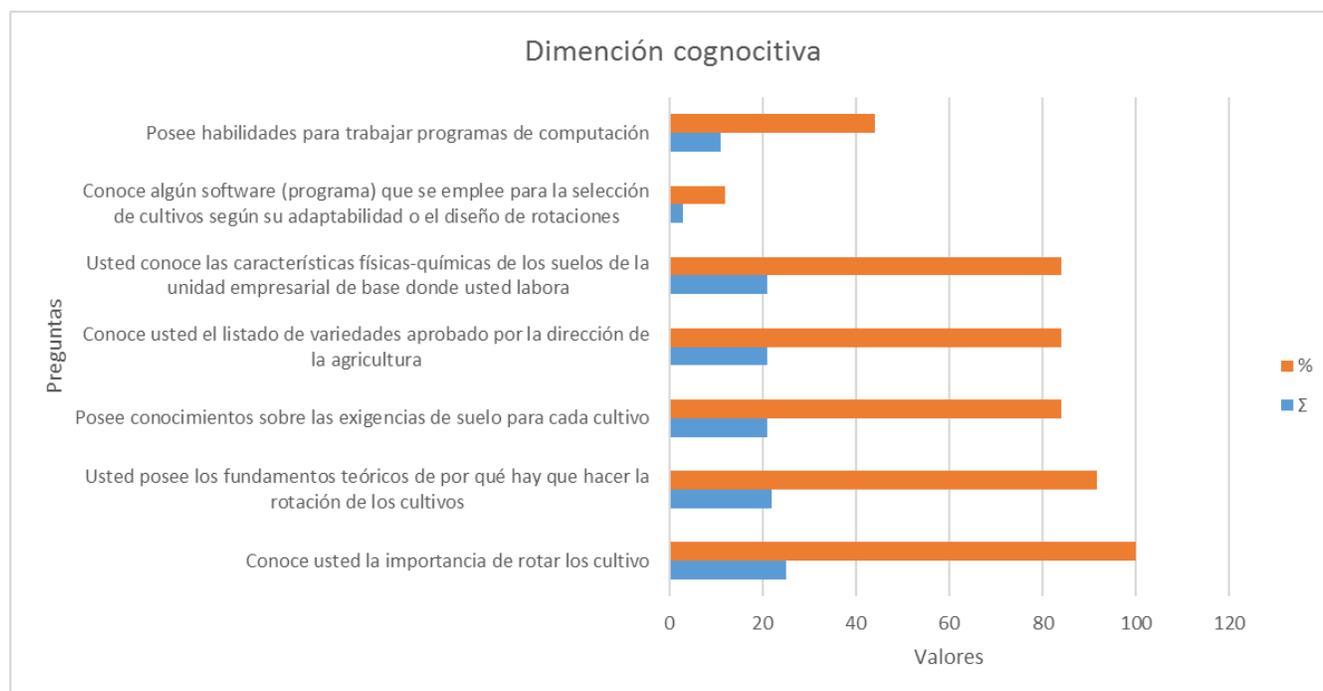


Figura 6. Análisis de la dimensión cognoscitiva.

El análisis de las encuestas evidencia contradicciones en sus respuestas:

1. Si el 100 % de los encuestados plantean que en la planificación de la estructura de cultivo participan varios técnicos y especialistas, y como media participan cuatro, ¿cómo es posible la existencia de una brecha promedio del 59 % entre el rendimiento real y el potencial de los cultivos principales?
2. ¿Cómo se justifica que el 92 % señale que la selección de cultivo para las campañas y el diseño de rotación se planifica en la unidad empresarial de base, y un 91,3 % plantee que es por indicación de la delegación de la agricultura, si se cuenta con un 80 % del personal vinculado a la toma de decisiones con una experiencia superior a 10 años en las unidades de base?.
3. ¿Si de acuerdo a los encuestados, existe diversidad varietal en los campos (83,3 %), así como se dispone y se hace un uso adecuado de la información de los instructivos

técnicos (72 %), como se explica la existencia de rendimientos tan bajos en la base productiva?.

4. Si el 100 % plantea que conoce la importancia de la rotación de cultivos, el 92 % conoce sus fundamentos teóricos y el 84 % conoce el listado oficial de variedades, ¿Cómo se concibe que en la diversidad de cultivos el 14 % señale que dispone de tres cultivos y un 29 % de cuatro?.
5. El 84 % plantea que conoce las exigencias de suelo para cada cultivo y domina las características físico-químicas de los suelos de su unidad, este conocimiento debiera repercutir favorablemente en la obtención de buenos rendimientos, contradictoriamente el 40 % plantea que en sus unidades se obtienen rendimientos iguales o menores que 1/2 del potencial productivo de los cultivos.
6. Aun cuando se conoce la importancia de las rotaciones de cultivo y su implicación en los resultados productivos de la empresa, el 52 % plantea que la realiza solo en base a su experiencia personal y un 28 % que copia la diseñada el año precedente.

El análisis social demuestra que existen contradicciones entre los resultados de las encuestas y la realidad productiva registrada en la estadística, en general los planteamientos de los gestores de procesos, tienden a encubrir las deficiencias reales del ámbito productivo.

El conocimiento del estado actual de los componentes sociales, nos permite justificar el empleo del software como herramienta de apoyo para la planificación, al demostrarse que el 88 % de los encuestados no conoce ningún programa que se emplee para la selección de cultivos según su adaptabilidad o el diseño de rotaciones, un 44 % posee habilidades para trabajar programas de computación y el 60 % las emplea para el proceso de planificación, por lo que se dispone de un entorno moderadamente favorable para su implementación.

7.2. Dimensión Productiva

En la información ofrecida por el departamento estadístico, fueron detectados varios casos donde no existe correspondencia entre los datos registrados, al observar reportes de áreas cosechadas sin producciones inscritas o viceversa, razón por la cual se restringió el análisis a los cultivos más completos y de mayor importancia.

Evaluación socio - económica y productiva

En la tabla 9 se presenta la variación existente entre el rendimiento medio real de la serie histórica (R), el potencial estimado en las fichas de costo (FC) y la media del 75 % del potencial productivo de los cultivos evaluados (P), con un margen medio de un 33,43 % (R - FC) y 58,36 % (R-P) respectivamente, y un volumen no producido de 379 271,77 t.

Tabla. 9 Análisis productivo.

| CULTIVOS | Área Cosec. (ha) | Rend. Med. Potenc. 75 % (t.ha⁻¹) | Rend. Ficha C. (t.ha⁻¹) | Rend. Med. Real (t.ha⁻¹) | Prod. Potencial 75 % (t) | Prod. Ficha C. Rend (t) | Prod. Real (t) |
|-----------------|-------------------------|--|---|--|---------------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| BONIATO | 5 214,73 | 28,62 | 13,70 | 9,00 | 149 224,87 | 71 441,80 | 46 914,47 |
| MALANGA | 4 112,31 | 19,79 | 14,15 | 9,60 | 81 398,04 | 58 189,19 | 39 476,84 |
| YUCA | 6 732,33 | 33,06 | 12,00 | 10,14 | 222 596,08 | 80 787,96 | 68 232,95 |
| MAIZ | 27 154,20 | 4,22 | 3,00 | 1,74 | 114 454,95 | 81 462,60 | 47 289,71 |
| FRIJOL | 15 313,57 | 2,02 | 2,00 | 1,14 | 30 904,89 | 30 627,14 | 17 393,08 |
| Total | 58 527,14 | | | | 598 578,82 | 322 508,69 | 219 307,05 |

En la tabla 10 se muestra la brecha de incremento de los rendimientos actuales respecto al 75 % del potencial alcanzable. Estas variaciones se pueden lograr a partir del conocimiento y aplicación de buenas prácticas agrícolas, como una correcta adecuación de los cultivos y un diseño propicio de las rotaciones.

Tabla. 10 Análisis de incremento de los rendimientos (t.ha⁻¹).

| CULTIVOS | Incremento Rend. 25 % | Incremento Rend. 50 % | Incremento Rend. 75 % | Incremento Rend.100 % |
|-----------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| BONIATO | 13,90 | 18,81 | 23,71 | 28,62 |
| MALANGA | 12,15 | 14,70 | 17,25 | 19,79 |
| YUCA | 15,87 | 21,60 | 27,33 | 33,06 |
| MAIZ | 2,36 | 2,98 | 3,60 | 4,22 |
| FRIJOL | 1,36 | 1,58 | 1,80 | 2,02 |

Nota: Los % de incrementos son en base a alcanzar el valor de la media del 75 % del potencial productivo de los cultivos evaluados, partiendo del rendimiento real, mediante un incremento por evaluación de un 25 % del valor de la brecha productiva (R-P).

El análisis de los datos que se muestra en las figuras 7 y 8, demostró la existencia de una brecha promedio de un 55,76 % entre los rendimientos reales y los potenciales, diferencia notable, al tener en cuenta que se admite hasta un 25 % de variación entre los mismos. La

evaluación de la diferencia en base a un 75 % del óptimo alcanzable, se situó en un 41,01 % de margen de rendimiento, que representa un valor elevado para unidades productivas. A su vez las principales empresas de la provincia dedicadas a la producción de cultivos varios, presentan dificultades asociadas a un manejo inadecuado de los recursos naturales y a la no aplicación de buenas prácticas agrícolas, debido a la marcada brecha existente tanto en cultivos potenciados con un paquete tecnológico (frijol, la papa y el maíz), como en poco priorizados (boniato y la malanga).

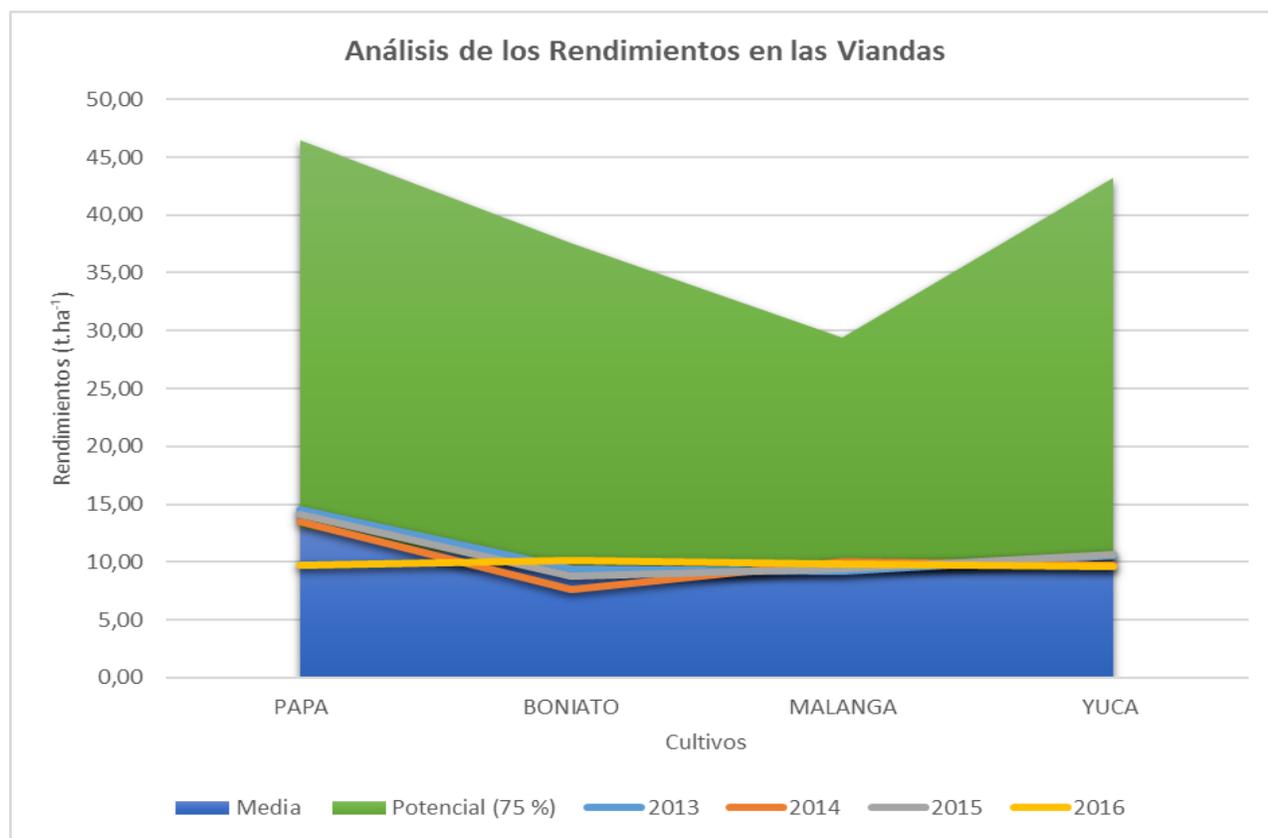


Figura 7. Análisis de los rendimientos en las viandas.

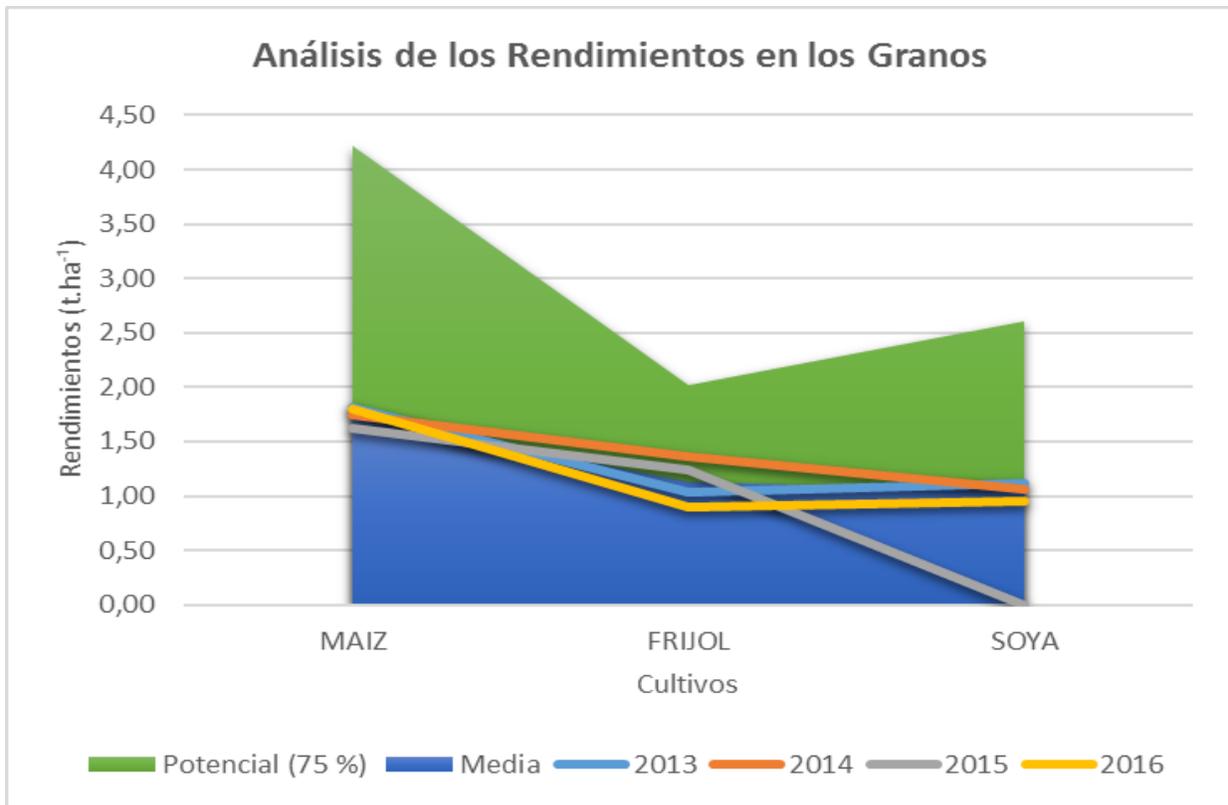


Figura 8. Análisis de los rendimientos en los granos.

Esta dimensión refleja el deterioro generalizado de los indicadores productivos de las empresas. Las mismas no logran alcanzar los rendimientos estimados en las fichas de costo, aun en los cultivos potenciados con paquetes tecnológicos; esta situación demuestra la existencia de irregularidades en el proceso productivo, al no cumplirse con las buenas prácticas agrícolas, entre otras causas, por lo cual existe una brecha notable entre la producción real y potencial, que impacta de forma negativa en el balance técnico – productivo.

La utilización de la herramienta informática tendrá un impacto indirecto sobre el proceso productivo, por concepto de aplicar una adecuada rotación, que pudiera traducirse en un incremento del rendimiento superior al 20 % (FAO, 2016), según López-Bellido (2006) el conjunto de los efectos de la rotación puede llegar hasta un 50 % de incremento del rendimiento, que se debe no solo al N₂ fijado biológicamente, sino también a otros factores, como la mejora de las propiedades físicas del suelo, reducción de plagas y enfermedades, eliminación de fitotoxicidad, aumento de sustancias promotoras del crecimiento, etc.

La selección de una adecuada rotación de cultivos propicia sistemas agrícolas económicos y productivos más sostenibles, al reducir el rendimiento inadecuado de algunos cultivos y expresar el potencial de otros cultivos incluidos en la rotación (Nemecek *et al.*, 2008; González *et al.*, 2013).

7.3. Dimensión Económica

El análisis de la dimensión económica reafirma el impacto negativo del margen productivo no explotado por nuestras empresas agrícolas. Como se observa en la figura 9 el ingreso unitario medio.ha⁻¹ real de la serie histórica es menor que el estimado, lo que afecta las finanzas de las entidades; si se logra un aumento de los rendimientos esperados en un 50 % respecto al 75 % del potencial, por concepto de un mejor manejo, permite alcanzar los resultados de la ficha de costo en todos los cultivos a excepción del frijol. En la tabla 11 se muestra que por concepto de inadecuada explotación de los potenciales productivos las entidades dejan de ingresar a sus cuentas un monto aproximado de 1 252 261,16 MCUP, y el rublo productivo que más impacta es el maíz con 365 028,48 MCUP.

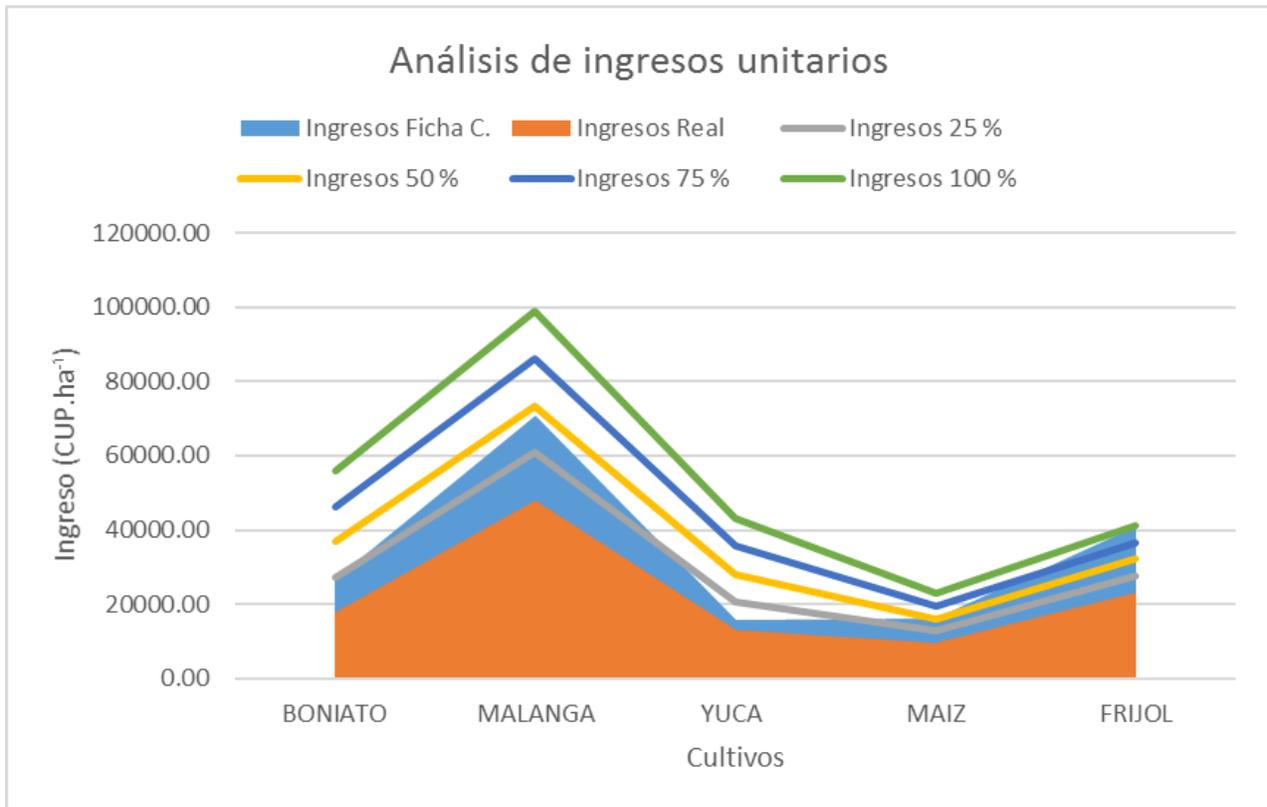


Figura 9. Análisis de los ingresos unitarios por hectárea.

Tabla. 11 Análisis de los ingresos.

| CULTIVOS | Precio (CUP.t ⁻¹) | Ingresos Potencial (MCUP) | Ingresos Ficha C. (MCUP) | Ingresos Real (MCUP) | Diferencia (MCUP) | | |
|--------------|-------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|-------------------|----------------------|--------------------|
| | | | | | Real – Ficha C. | Ficha C. – Potencial | Real – Potencial |
| BONIATO | 1956,52 | 291961,70 | 139777,44 | 91789,19 | -47988,25 | -152184,26 | -200172,51 |
| MALANGA | 5000,00 | 406990,18 | 290945,93 | 197384,20 | -93561,73 | -116044,25 | -209605,98 |
| YUCA | 1304,35 | 290342,71 | 105375,60 | 88999,50 | -16376,10 | -184967,11 | -201343,21 |
| MAIZ | 5434,78 | 622037,79 | 442731,52 | 257009,30 | -185722,22 | -179306,27 | -365028,48 |
| FRIJOL | 20434,78 | 631534,71 | 625858,95 | 355423,72 | -270435,22 | -5675,76 | -276110,98 |
| Total | | 2242867,08 | 1604689,44 | 990605,91 | -614083,52 | -638177,64 | -1252261,16 |

Las limitaciones existentes para alcanzar mayores producciones, afectan directamente los ingresos que perciben las entidades en un 59 %, esto incide directamente en la liquidez de las entidades y su capacidad financiera. La sustitución real de importaciones a la cual el país destina cuantiosos recursos al sector, no es efectiva, si por este concepto se importan 16 916,79 MUSD en frijol y 16 724,14 MUSD en maíz, acorde al precio internacional de la tonelada de 249,00 USD y 1 252,00 USD respectivamente, según el BCC (2017), que se dejan de producir en nuestro país.

En la figura 10 se observa que el costo unitario.ha⁻¹ real de la serie histórica es mayor que el estimado en la ficha de costo, con solo una variación de los rendimientos esperados de un 50 % por concepto de un mejor manejo respecto al 75 % del potencial, se logran reducir los costos.ha⁻¹ en un 41.88 %. Cultivos como la yuca, que por su prolongado ciclo productivo presentan un elevado costo de producción, se reducirá en un 53.08 %.

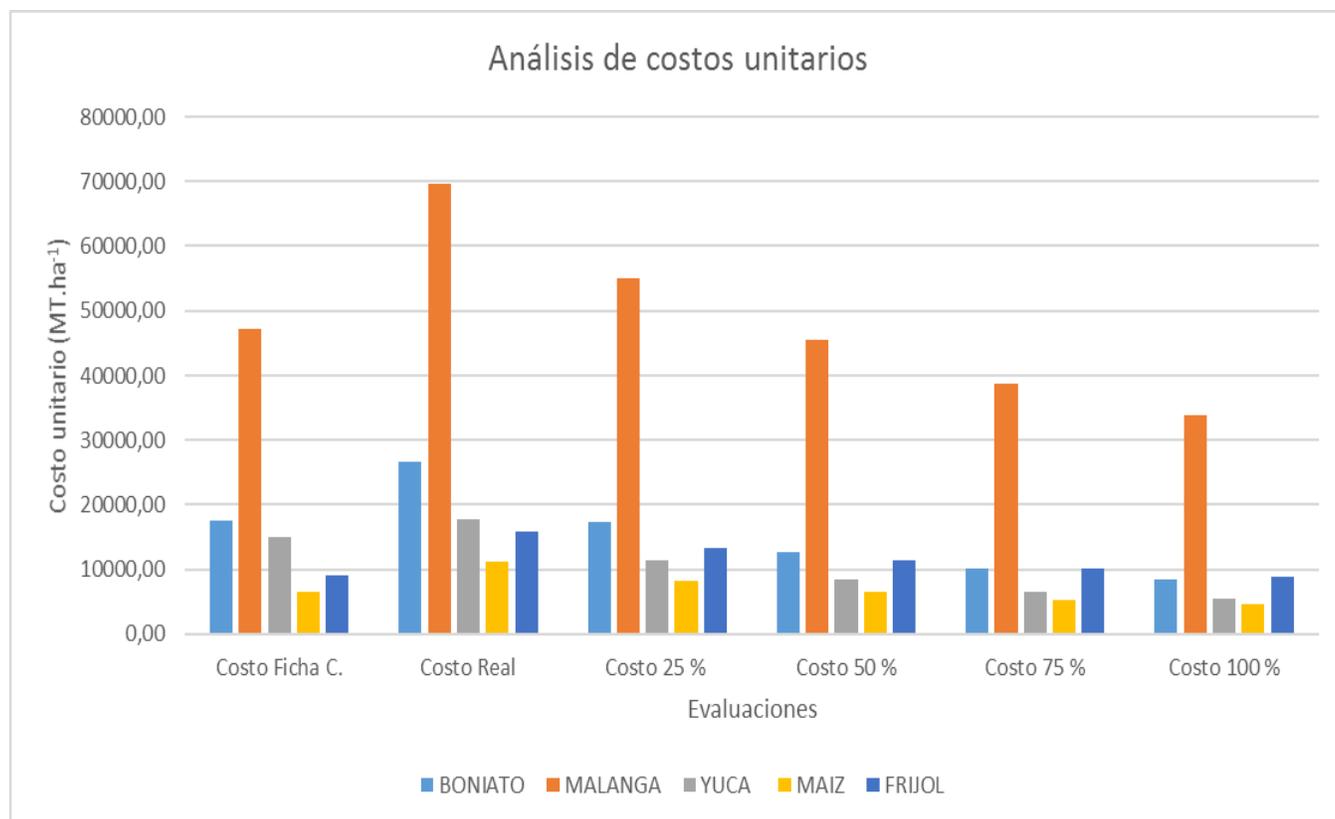


Figura 10. Análisis de los costos unitarios por hectárea.

Tabla. 12 Análisis de los costos.

| CULTIVOS | Costo Potencial | Costo Ficha C. | Costo Real | Diferencia (MMT) | | |
|--------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|----------------------|-------------------|
| | MMT | MMT | MMT | Real – Ficha C. | Ficha C. – Potencial | Real – Potencial |
| BONIATO | 43 798,45 | 91 484,51 | 139 313,47 | 47 828,96 | 47 686,06 | 95 515,02 |
| MALANGA | 138 804,45 | 194 166,83 | 286 203,50 | 92 036,67 | 55 362,38 | 147 399,05 |
| YUCA | 36 713,47 | 101 157,10 | 119 770,22 | 18 613,13 | 64 443,62 | 83 056,75 |
| MAIZ | 124 487,03 | 174 904,28 | 301 295,07 | 126 390,79 | 50 417,25 | 176 808,04 |
| FRIJOL | 137 374,91 | 138 620,73 | 244 094,64 | 105 473,91 | 1 245,82 | 106 719,73 |
| Total | 481 178,32 | 700 333,44 | 1 090 676,90 | 390 343,46 | 219 155,12 | 609 498,58 |

En la tabla 12 se observa el costo evaluado en la producción media de la serie histórica. Una reducción de los costos.ha⁻¹, en respuesta a una mejora de la eficiencia productiva, incidirá positivamente en el balance económico de las empresas agrícolas. La disminución implica un ingreso como media de 609 498,58 MMT solo por concepto de ahorro.

La ganancia de una empresa determina su liquidez, le permite solicitar nuevos créditos bancarios, asegurar sus producciones y financiar nuevas inversiones, así como estimular a sus trabajadores y garantizar salarios dignos. Una entidad responsable y comprometida con su futuro, nunca dejara de fomentar sus ganancias a partir del incremento de su potencial productivo.

La ganancia unitaria antes de impuestos (figura 11) demuestra la brecha existente entre la ganancia o pérdida unitaria real, la estimada y el 75 % del potencial, evaluada en una media general de un 110,15 %.

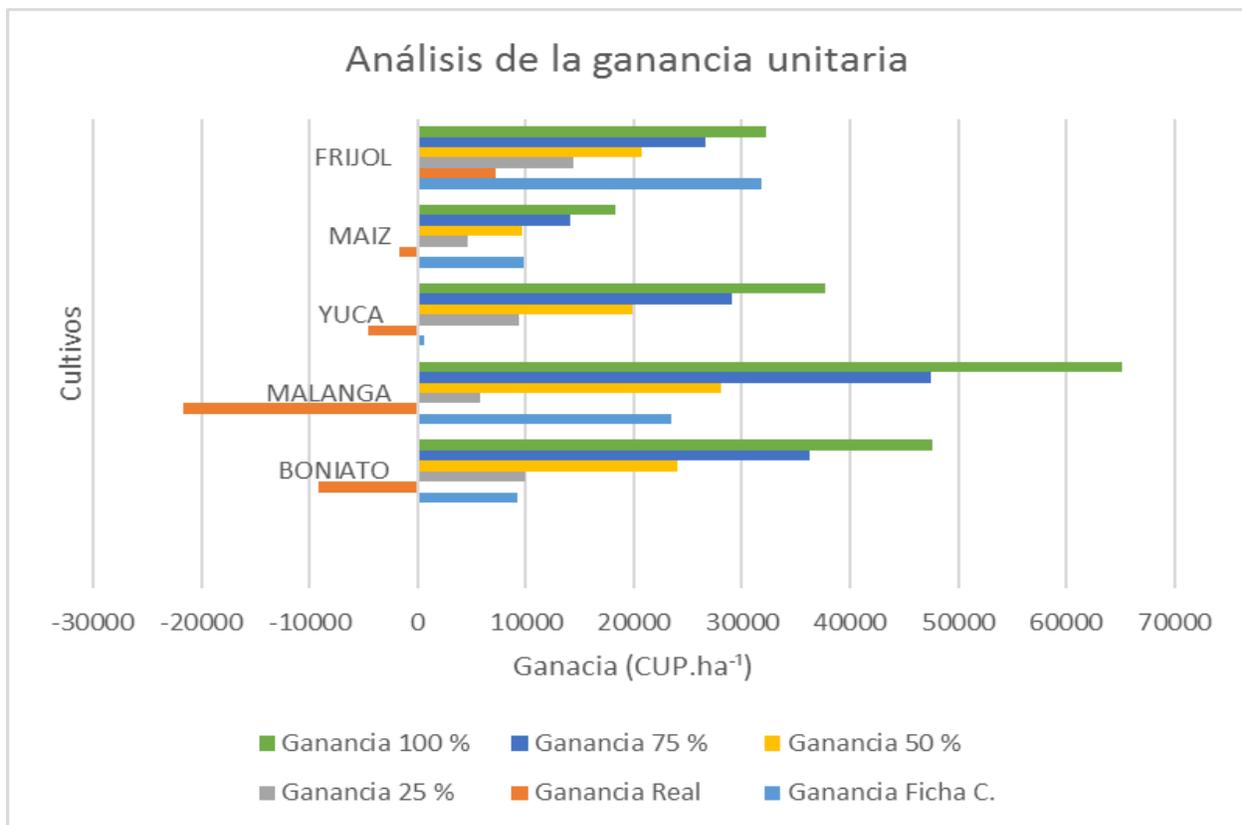


Figura 11. Análisis de la ganancia unitarios por hectárea.

Como se puede apreciar en la tabla 13 nuestras entidades admiten un número elevado de pérdidas en los cultivos evaluados, con lo que se deja de percibir una ganancia respecto al potencial de la ficha de costo de 857 332,76 MCUP, el cultivo más afectado es la malanga con un 33,12 % de pérdidas, a diferencia del frijol que, por la política del país de incentivar su producción con aumentos de precios, en aras de sustituir importaciones, no presenta pérdidas.

Tabla.13 Análisis de la ganancia.

| CULTIVOS | Ganancia Potencial (MCUP) | Ganancia Ficha C. (MCUP) | Ganancia Real (MCUP) | Diferencia (MMT) | | |
|--------------|---------------------------|--------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | | | Real – Ficha C. | Ficha C. – Potencial | Real – Potencial |
| BONIATO | 248 163,24 | 48 292,93 | -47 524,28 | -95 817,21 | -199 870,32 | -295 687,53 |
| MALANGA | 268 185,73 | 96 779,10 | -88 819,30 | -185 598,40 | -171 406,62 | -357 005,03 |
| YUCA | 253 629,23 | 4 218,50 | -30 770,73 | -34 989,23 | -249 410,73 | -284 399,96 |
| MAIZ | 497 550,76 | 267 827,25 | -44 285,76 | -312 113,01 | -229 723,51 | -541 836,52 |
| FRIJOL | 494 159,79 | 487 238,22 | 111 329,08 | -375 909,13 | -6 921,58 | -382 830,71 |
| Total | 1 761 688,76 | 904 355,99 | -100 070,99 | -1 004 426,98 | -857 332,76 | -1 861 759,75 |

Los resultados del análisis económico demuestran la existencia de pérdidas en el balance general de la provincia, las que deben ser asumidas por el estado mediante subsidios. El estado de deterioro de los indicadores económicos es causado por el incumplimiento de los rendimientos estimados en las fichas de costo, dado por la falta de conocimiento y aplicación de buenas prácticas agrícolas, como una correcta adecuación de los cultivos y un diseño propicio de rotaciones, entre otras.

Una gestión adecuada de la rotación de cultivos contribuye a obtener el potencial productivo y económico de las especies cultivadas. No sólo la secuencia, sino también la selección de los cultivos en la rotación influye en el margen económico (Wilson *et al.*, 2003; Jatoe *et al.*, 2008). Zentner *et al.* (2002) indican que los agricultores que han diversificado sus cultivos aumentan sus ganancias a mediano plazo a pesar del mayor costo de producción de algunos cultivos en la rotación. González *et al.* (2002) afirman que el desempeño económico de una rotación es crucial porque la selección apropiada de los cultivos afecta los beneficios económicos, lo cual coincide con Jatoe *et al.* (2008) y Martin y Hanks (2009).

La rentabilidad de los cultivos está sujeta a prácticas de manejo, valor del producto y recursos productivos. La planificación de los cultivos en la rotación estabiliza la rentabilidad y la variabilidad (Saharawat *et al.*, 2010; González *et al.*, 2013).

El empleo del software no solo reportaría ventajas por concepto de una adecuada rotación y selección de cultivos, sino también, un ahorro económico a partir de que como media las unidades productivas requieren cuatro especialistas para el diseño de las rotaciones de cultivos, con un salario medio mensual de 483 CUP y un tiempo con una media ponderada

de 4,9 días, lo que demanda un fondo de salario de 392,18 CUP, en contraposición con lo requerido al aplicar la herramienta, donde un solo especialista en una hora de trabajo puede cumplir la tarea, con un menor gasto de salario (2,52 CUP) que representa un ahorro de 392,18 CUP.

La aplicación del software repercute en una mayor estabilidad económica de las empresas, ya que permite de forma automatizada la determinación de la idoneidad de los cultivos, a condiciones edafoclimáticas – fisiogeográficas reales, limita la inseguridad y las consecuencias desfavorables de la improvisación sin un respaldo técnico (mayor seguridad y menos riesgos en la toma de decisiones). Además, le ofrece al usuario la posibilidad de diseñar su propio esquema de rotación regido por los principios vigentes, lo cual influirá en un incremento gradual de los rendimientos, una mayor economía del agua, mayor eficiencia en cuanto al uso de maquinarias y empleo de la mano de obra; así como una reducción del gasto en insumos químicos (plaguicidas, fertilizantes y herbicidas) determinado por los beneficios inherentes de una correcta rotación de cultivos.

Hoy en día, se puede asegurar que la incorporación de las técnicas informáticas o tecnologías de la información a la agricultura, permite desarrollar herramientas que hacen posible aumentar la eficiencia y productividad de los sistemas de explotación, así como mejorar las condiciones organizativas en el sector agrícola. Con la automatización de las actividades se facilita el manejo de los datos, con un significativo ahorro de tiempo, mayor veracidad, confiabilidad y rapidez en la obtención de la información para llevar a cabo los objetivos propuestos.

La aplicación de la herramienta por sí sola no funciona, requiere del cumplimiento de una planificación estratégica que garantice el cumplimiento de la selección y rotación propuesta, para lo cual se requiere una correcta estrategia de semilla, gestión de análisis de suelos, datos climáticos, medidas económicas para estimular el trabajo en el sector, etc.

8. Bibliografía

1. Achour, M.; Betz, F.; Dovgal, A.; Lopes, N.; Magnusson, H.; Richter, G.; Seguy, D. y Vrana, J. 2009. Manual de PHP. New York. Editores Hojtsy, G; Martínez, R. Pardo; A.; Finos, F.; Rigazzi, P.; Sánchez, R.; Boshell, L.; Eguiluz, J.; Tacón, J. y García, E. Editorial Grupo de documentación de PHP. 3 214 p.
2. Agencia de Información EFE 2011. Entregado en usufructo el 63 por ciento de las tierras ociosas en Cuba [en línea]. Disponible en: <http://www.cubadebate.cu/noticias/2011/04/17/entregado-en-usufructo-el-63-por-ciento-de-las-tierras-ociosas-en-cuba/>. [Consulta: junio, 4 2016].
3. Aguilar, N.; Algara, M. y Olvera, L. 2015. Gestión del agua como factor limitante de productividad cañera en México. Geografía Norte Grande. 60: 135 - 152.
4. Aguilar, Y.; Bautista, F. and Díaz-Pereira, E. 2011. Soils as natural reactors for swine wastewater treatment. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 13 (2): 199 – 210.
5. Alfaro, V. A. y Piñeiro, R. M. 2013. Recorrido histórico de la participación docente en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Pensamiento Actual. 12 (5): 18-19.
6. Alpizar, J. 2013. Proyectos Agrícolas de Investigación y Desarrollo. 2ª Edición. Matanzas. Editorial Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos. 315 p.
7. Álvarez, J. 2002. Caracterización y manejo de los principales factores edáficos limitantes de la agro-productividad de los suelos. Cuba, Matanzas. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Facultad de Agronomía. 31 p. (monografía).
8. Araya, J. y Humire, N. 2015. Diagrama de Ishikawa. Cuba, La Habana. Universidad de La Habana. 9 p. (monografía).
9. Arce, M. 2012. La mujer en la agricultura cubana: Recuperación de una experiencia. Ra Ximhai. 8 (1): 127-139.
10. Arozarena, N. 2003. Fertilidad y manejo del suelo: bases para la agricultura orgánica. Rotación de Cultivos. En: INIFAT. Manual de Agricultura Orgánica Sostenible. La Habana. Ediciones INIFAT. p. 13 - 14.

11. Arzola, N. 2015. La aptitud de los suelos para la producción de caña de azúcar. Parte I. Calibración en condiciones experimentales y de producción. Centro Agrícola. 42 (2): 33 – 38.
12. Arzola, N.; Herrera, O. y Mello, R. 2013. Manejo de suelos para una agricultura sostenible. São Paulo. Editorial UNESP. 509 p.
13. Bárbara, D. 2007. Sistemas alternativos de producción agrícola. Cuba, Matanzas. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Facultad de Agronomía. 17 p. (monografía).
14. Basnayake, J.; Jackson, N.; Inmanbamber, G. and Lakshmanan, P. 2012. Sugarcane for water-limited environments. Genetic variation in cane yield and sugar content in response to water stress. *Experimental Botany*. 63 (16): 6 023 – 6 033.
15. BCC 2017. Información económica. Boletín de Información Económica. 11 (202): 1-2.
16. Bernal, A.; Hernández, A.; Mesa, M.; Rodríguez, O.; González, P. y Reyes, R. 2015. Características de los suelos y sus factores limitantes de la región de Murgas. *Cultivos Tropicales*. 36 (2): 30 - 40.
17. Bianchini, A. y Lorenzatti, S. 2015. La rotación de cultivos: Una herramienta poco utilizada [en línea]. Disponible en: <http://www.agroparlamento.com.ar/agroparlamento/notas.asp?n=0562>. [Consulta: junio, 4 2016].
18. Blanco, L. 2002. Apuntes para una historia de la informática en Cuba. Consideraciones técnicas, organizativas y económicas [en línea]. Disponible en: http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=%EF%BB%BFapuntes+para+una+historia+de+la+Inform%C3%A1tica+en+Cuba&source=web&cd=1&ved=0CFQQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.sld.cu%2Fgalerias%2Fdoc%2Fsitios%2Finfodir%2Fapuntes_para_una_historia_de_la_informatica_en_cuba.doc. [Consulta: marzo, 10 2016].
19. Boshell, J. 2013. Desarrollo de una función agroclimática para estimar la productividad de los cultivos agrícolas en Colombia. (CEPAL - Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 147). Santiago de Chile. Editorial Naciones Unidas. 30 p.

20. Camí, B. 2014. La Rotación de Cultivos y los Abonos Verdes en Horticultura Ecológica. Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Natural, Unidad de Producción Agraria Ecológica del Servicio de Ordenación Agrícola. Cataluña. Editorial Aliments Ecologics. p. 8.
21. Campero, G. 2011. Clasificación de los parámetros edáficos y morfológicos. Perú, Tingo Maria. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. 7 p. (monografía).
22. Casanova, M.; Vera, W.; Luzio, W. y Salazar, O. 2004. Edafología. Guía de clases prácticas. Santiago de Chile. Ediciones Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Departamento de Ingeniería y Suelos. 74 p.
23. Centro Provincial de Control de Tierra de la Delegación del Ministerio de la Agricultura (MINAG) 2016. Balance de área provincial. Delegación del MINAG. Centro Provincial de Control de Tierra. Matanzas, Cuba. 12 p.
24. Chinchilla, M.; Alvarado, A. y Mata, R. 2011. Capacidad de las tierras para uso agrícola en la subcuenca media-alta del río Pirrís, Los Santos, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 35 (1): 109 - 130.
25. Consejo de Estado 2012. Decreto Ley No. 300 Sobre la entrega de tierras estatales ociosas en usufructo. Vig. Septiembre 2012.
26. D'Angelo, C. 2006. Notas sobre la Ordenación del Territorio. *Perspectivas*. 1 (6): 14 - 18.
27. Da Silva, V.; Da Silva, B.; Albuquerque, W.; Borges, C.; De Sousa, I. and Neto, J. 2013. Crop coefficient, water requirements, yield and water use efficiency of sugarcane growth in Brazil. *Agricultural Water Management*. 128: 102 - 109.
28. De la Rosa, D. 2008. Evaluación agroecológica de suelos para un desarrollo rural sostenible. Madrid. Ediciones Mundi - Prensa. 414 p.
29. De la Rosa, D.; Anaya, M.; Díaz, E.; Heredia, N. and Shahbazi, F. 2009. Soil-specific agro-ecological strategies for sustainable land use – a case study by using MicroLEIS DSS in Sevilla Province (Spain). *Land Use Policy*. 26 (4): 1 055 – 1 065.

30. De la Rosa, D.; Mayol, F.; Díaz, E. and Fernández, M. 2004. A land evaluation decision support system (MicroLEIS DSS) for agricultural soil protection. With special reference to the Mediterranean region. *Environmental Modeling & Software*. 19: 929 – 942.
31. Del Pozo, E.; Mederos, D.; González, C.; Jiménez, L. y García, I. 2007. Manejo Integrado de Plagas: Tendencias Actuales en el Manejo de Agentes Nocivos. Matanzas, Cuba. Universidad Agraria de La Habana. 68 p. (reseña).
32. Delegación de la Agricultura de Matanzas 2013. Registro Estadístico: Modelos 3361 Índices Seleccionados de la Agricultura no Cañera. Matanzas. Editorial MINAG. 25 p.
33. Delegación de la Agricultura de Matanzas 2014. Registro Estadístico: Modelos 3361 Índices Seleccionados de la Agricultura no Cañera. Matanzas. Editorial MINAG. 29 p.
34. Delegación de la Agricultura de Matanzas 2015. Registro Estadístico: Modelos 3361 Índices Seleccionados de la Agricultura no Cañera. Matanzas. Editorial MINAG. 28 p.
35. Delegación de la Agricultura de Matanzas 2016. Registro Estadístico: Modelos 3361 Índices Seleccionados de la Agricultura no Cañera. Matanzas. Editorial MINAG. 28 p.
36. Departamento de Estudios Básicos de Suelos 2014. Manual de descripción, muestreo de suelos y análisis de laboratorio. Montevideo. Ediciones MGAP-RENARE. 102 p.
37. Department of Agricultural and Resource Economics. 1995. Guía para La Evaluación de Suelos y Valoración de Sitios. Estados Unidos de América. 261 p.
38. Díaz, Elvira.; Anaya, M. y De la Rosa, D. 2011 b. Modelos de evaluación agroecológica de tierras: Erosión y contaminación en el entorno MicroLEIS. *Teoría y Praxis*. 9: 91 – 107.
39. Díaz, G.; Hernández, T., y Cabello, R. 2004. Reseña bibliográfica. La rotación de cultivos, un camino a la sostenibilidad de la producción arrocera. *Cultivos Tropicales*. 25 (3): 19 - 44.
40. Díaz, Juliet; Pérez, A. y Florido, R. 2011 a. Revisión bibliográfica. Impacto de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) para disminuir la brecha digital en la sociedad actual. *Cultivos Tropicales*. 32 (1): 5 - 10.
41. Dirección Nacional de Suelos y Fertilizantes (DNSF) 1984. La Habana. Editorial CIDA. 47 p.

42. EcuRed. 2008. Empresa de Informática y Comunicaciones del MINAG [en línea]. Disponible en: http://www.ecured.cu/Empresa_de_Inform%C3%A1tica_y_Comunicaciones_del_MINAG. [Consulta: mayo, 17 2016].
43. Elizondo, L. 2013. Capacitar atendiendo a la demanda. Guía metodológica del Ministerio de la Agricultura de Cuba. La Habana. Editorial MINAG. 119 p.
44. Empresa de Acopio Matanzas 2015. Listado de precio por acuerdo, compra a productores, precio de venta en los Mercados Agropecuario Estatal y el Consumo Social, para provincia de Matanzas en el año 2015. Matanzas. Editorial Empresa de Acopio Matanzas. 4 p.
45. Ernst, O. y Siri, G. 2013. Pérdida de calidad del suelo como factor limitante del rendimiento en el largo plazo. En: III Simposio Nacional de Agricultura. Montevideo, Uruguay. p. 157 - 166.
46. Falcón, M.; Vargas, H.; Torres, F. y Herrera, L. 2014. Evaluación del conflicto de uso agrícola de las tierras a partir de su aptitud física como contribución a la explotación sostenible. Cultivos Tropicales. 35 (4): 13 – 18.
47. FAO 2000. Los principales factores ambientales y de suelos que influyen sobre la productividad y el manejo. Manual on integrated soil management and conservation practice. Roma. Ediciones FAO. 7 p.
48. FAO 2007. Agricultura de conservación para el manejo sostenible e integrado de los recursos naturales en microcuencas hidrográficas de Nicaragua. Manual para extensionistas. Editores Benites, J.; Caballero, B. y Dolmus, F. Roma. Ediciones FAO. 51 p.
49. FAO 2010. Climate-Smart: Agriculture Policies, Practices and Financing for Food Security, Adaptation and Mitigation. Roma. Ediciones FAO. p. 6 - 15.
50. FAO 2011. Ahorrar para crecer. Guía para los responsables de las políticas de intensificación sostenible de la producción agrícola. Roma. Ediciones FAO. 102 p.
51. FAO 2013. El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. Roma. Ediciones FAO. 72 p.

52. FAO 2015. FAO AG Agricultura de Conservación [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/ag/ca/es/1b.html>. [Consulta: abril, 30 2016].
53. FAO 2016. Ahorrar para Crecer en la Práctica. Maíz, Arroz y Trigo. Guía para la Producción Sostenible de Cereales. Roma. Ediciones FAO. 124 p.
54. Fernández, G. 2015. ¿Son productivos los suelos en Cuba? [en línea]. Disponible en: <http://oncubamagazine.com/ciencia/son-productivos-los-suelos-en-cuba/>. [Consulta: abril, 30 2016].
55. Fernández, R. y Felipe, A. 2009. Influencias de las tecnologías de la información y las comunicaciones en la universalización de la enseñanza. RIED. 12 (1): 63-75.
56. Figueredo, L.; Andrade, O.; Cova, J.; Mora, O. y Aza, G. 2012. Distribución espacio temporal de ninfas de *Aeneolamia varia* Fabricius (1987) (Hemiptera: Cercopidae) en caña de azúcar a través de un sistema de información geográfica. Entomotrópica. 21 (1): 7 – 18.
57. Florido, R.; Mesa, M.; Pavón, M. y Medero, H. 2015. Sitio Web para la gestión de información y conocimiento entre miembros de la comunidad cítrica que integra la Red Interamericana de Cítricos (RIAC). Cultivos Tropicales. 36 (2): 5 p.
58. Fonseca, J. y Cleves, J. 2013. Agroecología y cambio climático: Dos retos urgentes para la humanidad. Colombia. 14 p.
59. FSF 2009. La Definición de Software Libre [en línea]. Disponible en: <http://www.fsf.org/>. [Consulta: abril, 30 2016].
60. Gallegos, Á.; Bautista, F. y Álvarez, O. 2014. Software para la evaluación de las funciones ambientales de los suelos (Assofu). Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 13 p.
61. García, M. 2010. Manejo ecológico de los suelos. Cuba, Sancti Spíritus. CUM. Fomento. 8 p. (monografía).
62. García, M.; Medina, E. y Villafañe, R. 2009. Acumulación de iones y solutos orgánicos en hojas de plantas de caña de azúcar cultivadas en dos tabloncillos comerciales afectados por sales. Bioagro. 21 (2): 87-89.

63. García, R. 2000. Agroecología: un enfoque sustentable de la agricultura ecológica. Rotaciones de cultivos, policultivos y agroforestería: una perspectiva histórica. Córdoba. Editorial Instituto de Sociología y Estudios Campesinos de la Universidad de Córdoba. 30 p.
64. García, S. 2011. El sistema de gestión de la innovación en entidades del ministerio de la agricultura en cuba. Antecedentes y evolución del sistema de ciencia e innovación tecnológica agrarios. RCPP. 18 (4): 321-332.
65. GEOCUBA 2009. Evaluación del medio ambiente cubano. Editores Fernández, A. y Pérez, R. La Habana. Editorial CITMA. 293 p.
66. Gómez, J. 2009. Diagnóstico de Comunicación Organizacional de Pedro Gómez y Cia. Proyecto de Grado para optar al título de Comunicadora Social con énfasis en Organizacional. Pontificia Universidad Javeriana.
67. Gómez, P. 1986. Informática y toma de decisiones en la agricultura. Estudios Agro-Sociales. 137 – Extra: 147 -154.
68. Gómez, P. 2015. Técnica para la solución de problemas aplicada a una empresa real. [en línea]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/tecnica-solucion-problemas-aplicada-empresa-real/tecnica-solucion-problemas-aplicada-empresa-real.shtml#ixzz4a6OfmowV>. [Consulta: marzo, 1 2017].
69. González, J.; Francisco, E. y Foster, W. 2002. Nivel y variabilidad del beneficio económico de rotaciones para la Precordillera Andina de la Región del Bio-Bio. Agricultura Técnica. 62: 439-449.
70. González, J.; Undurraga, P.; Hirzel, J. and Martínez, I. 2013. Economic evaluation of a croprotation portfolio for irrigated farms in central Chile. CHILEANJAR. 73 (3): 1-16.
71. Gregón, D. 2008. Agromática: Definición y aplicaciones en la empresa agropecuaria. Argentina, Buenos Aires. Cátedra de Agromática, Facultad de Ciencias Agrarias, UNL. 6 p. (monografía).
72. Hammer, R.; Young, F.; Wollenhaupt, N.; Barney, T. and Haithcoate, T. 1995. Slope class maps from soil survey and digital elevation models. Soil Science Society of America. 59 (2): 509 - 519.

73. Hernández, A.; Ascanio, M.; Morales, M. y Cabrera, A. 2005. Correlación de la nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba con las clasificaciones internacionales y nacionales: Una herramienta útil para la investigación, docencia y producción agropecuaria. La Habana. Ediciones INCA. 62 p.
74. Hernández, A.; Ascanio, M.; Morales, M.; Bojórquez, J.; García, N. y García, J. 2006 a. El Suelo: Fundamentos sobre su formación, los cambios globales y su manejo. 1^{era} Edición. La Habana. Ediciones INCA. 172 p.
75. Hernández, A.; Santos, R. y Casanova, A. 1998. Clasificación y principios básicos de los sistemas de cultivos múltiples o policultivo. Agricultura Orgánica. 4 (2): 8 – 11.
76. Hernández, N. y Soto, F. 2012. Influencia de tres fechas de siembra sobre el crecimiento y la relación fuente-demanda del cultivo del maíz (*Zea mays* L.). Cultivos Tropicales. 33 (1): 28 – 34.
77. Hernández, N. y Soto, F. 2013. Determinación de índices de eficiencia en los cultivos de maíz y sorgo establecidos en diferentes fechas de siembra y su influencia sobre el rendimiento. Cultivos Tropicales. 34 (2): 24 - 29.
78. Hernández, N.; Soto, F. y Plana, R. 2015. Comportamiento del crecimiento y rendimiento del cultivo del trigo (*Triticuma estivum* L.) en tres fechas de siembra. Cultivos Tropicales. 36 (1): 86 – 92.
79. Hernández, Oneida; Cintra, M.; Alfonso, A.; Sánchez, I.; Rodríguez, Y.; Oliva, R.; López, N.; Linares, T.; Ceballos, D.; San Lois, D. y Velásquez, C. 2006 b. Manual de Agricultura de Conservación. Guía de Trabajo. La Habana. Ediciones IS - FAO. 58 p.
80. Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, M. 2010. Metodología de la Investigación. 5^{ta} Edición. Distrito Federal de México. Editorial McGraw-Hill-Interamericana. 613 p.
81. Jatoe, J.; Yiridoe, E.; Weersink, A. and S. Clark. 2008. Economic and environmental impacts of introducing land use policies and rotations on Prince Edwards Island potato farms. Land Use Policy. 25: 309-319.
82. Jawson, M.; Franzluebbers, A.; Galusha, D. and Aiken, R. 1993. Soil fumigation with mono- culture and rotations: response of corn and mycorrhizae. Agronomy. 85 (6): 1174 - 1180.

83. Jordán, A. 2005. Manual de Edafología. Sevilla. Ediciones Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola de la Universidad de Sevilla. 143 p.
84. Kaplán, A.; Labella, S.; Rucks, L.; Durán, A. y Califra, Á. 2011. Guía para la descripción e interpretación del perfil del suelo. 51 p.
85. Kolmans, E. y Vázquez, D. 1999. Manual de Agricultura Ecológica. Una introducción a los principios básicos y su aplicación. 2^{da} Edición. La Habana. Editorial ACTAF. p. 26, 38 y 45.
86. Lehmann, A. and Stahr, K. 2010. The potential of soil functions and planner-oriented soil evaluation to achieve sustainable land use. *Soils and Sediments*. 10 (6): 1 092–1 102.
87. Lehmann, A.; David, S. and Stahr, K. 2009. TUSEC - Technique for soil evaluation and categorization for natural and anthropogenic soils. *Soils and Sediments*. 85 (9): 111.
88. León, P. y Ravelo, R. 2005. Fitotecnia General. Aplicada a las Condiciones Tropicales. La Habana. Editorial Universidad Agraria de La Habana. p. 254 - 274.
89. Leonard, D. 1981. El medioambiente agrícola. En: Cultivos tradicionales. Editores Chakroff, M. y Dybus, N. Washington. Editorial Cuerpo de Paz. p 14-30.
90. Lezcano, Mayrin 2014. Plan de acciones para el mejoramiento agrotécnico en el cultivo del arroz en la CCS José Manuel Rodríguez en el municipio Jesús Menéndez. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Las Tunas “Vladimir Ilich Lenin”.
91. López, T. 2005. Organización y estructura del sistema de extensión agraria (SEA) en Cuba. *RCPP*. 12:22-26.
92. López, T. 2008. Sistema de Extensión Agraria en el Ministerio de la Agricultura. La Habana. Editorial Dirección de Ciencia y Técnica. Ministerio de la Agricultura (DCT/MINAGRI). p. 1-6.
93. López-Bellido, R. 2006. Efecto del laboreo en el desarrollo del sistema radicular del trigo, habas, garbanzos y girasol en un vertisol de secano. Córdoba. Tesis en opción al grado científico de Doctor. Universidad de Córdoba.

94. Machin, M. 2008. El uso de las TIC para el aprendizaje de la Programación (Cuba). Cuba, Ciego de Ávila. Departamento de la Especialidad. Facultad Regional de la Universidad de las Ciencias Informáticas en Ciego de Ávila. 7 p. (monografía).
95. Maqueira, L.; Torres, W.; Pérez, S.; Díaz, D. y Roján, O. 2016. Influencia de la temperatura ambiental y la fecha de siembra sobre la duración de las fases fenológicas en cuatro cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). Cultivos Tropicales. 37 (1): 65 – 70.
96. Martín, G. y Rivera, R. 2015. Efecto económico de la rotación canavalia-maíz y de la sustitución parcial de fertilizantes minerales. Cultivos Tropicales. 36 (3): 34 – 39.
97. Martín, R. y Mompié, J. 2015. Evaluación del rendimiento en papa (*Solanum tuberosum* L.) a partir del comportamiento de las temperaturas. Cultivos Tropicales. 36 (1): 93 – 97.
98. Martin, S. and Hanks, J. 2009. Economic analysis of no tillage and minimum tillage cotton-corn rotations in the Mississippi Delta. Soil and Tillage Research. 102: 135-137.
99. Martínez, E.; Serrano, R.; Novak, K.; Longares, L.; Arrechea, E.; De Luis, M. y Saz, M. 2012. Cuantificación de los gradientes climáticos altitudinales en la vertiente norte del macizo del Moncayo a partir de una nueva red de estaciones automáticas en altura. España, Zaragoza. Universidad de Zaragoza. Estación Experimental de Aula Dei CSIC. 10 p. (monografía).
100. Merlo, J.; Yépez, R. y Moreno, V. 2010. Evaluación de tierras por su capacidad de uso en la cuenca baja del río Guayas. Quito. Ediciones Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN). 15 p.
101. Mesa, A. y Suárez, O. 1980. Estudios realizados referente a la clasificación agroproductiva de los suelos. La Habana. Editorial CIDA. 38 p.
102. Mesa, A.; Fuentes, E.; Hernández, M. y Urbano, G. 1988. Clasificación agroproductiva de 35 cultivos mediante un sistema computarizado. Agrotecnia de Cuba. 20 (2): 32 – 35.
103. Mesa, B. 2008. La Evaluación de Tierras en el Desarrollo Agrícola en Cuba. Cuba, La Habana. Instituto de Investigaciones de Riego y Drenaje (IIRD). 12 p. (monografía).
104. Milovic, L.; Zamora, R. y Santibáñez, F. 2013. Consecuencias de cambios en las variables de temperatura y precipitación para una pequeña comunidad agrícola de la región de Coquimbo, Chile. Geografía Espacios. 3 (5): 43 - 53.

105. MINAG 2016. Actualización de las fichas de costo de una selección de productos agrícolas. La Habana. Editorial Dirección de Contabilidad y Precios del MINAG. 36 p.
106. Ministerio de Economía y Planificación (MEP) 2015. Resolución No. 239/2015 Precios de compra de los productos agrícolas que son objeto de contratos entre las entidades estatales del consumo social y para las que realizan la comercialización minorista en sus establecimientos y los productores agrícolas, para el año 2015. Vig. Junio 2015.
107. Ministerio de Finanzas y Precios (MFP) 2014. Resolución No. 277 Sistema de tarifas eléctricas para el sector no residencial. Vig. Agosto 2014.
108. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), 2005 a. Resolución No. 108 Calificador de cargos técnicos. Vig. Diciembre 2005.
109. MINREX 2005. Informaciones generales sobre la cumbre mundial de la información [en línea]. Disponible en: http://anterior.cubaminrex.cu/Sociedad_Informacion/Informacion_Gral.htm [Consulta: junio, 4 2016].
110. MINREX 2016. Informe de Cuba. Sobre la resolución 70/5 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, titulada “Necesidad de poner fin al bloqueo económico, comercial y financiero impuesto por los Estados Unidos de América contra Cuba”. 45 p.
111. Mojena, M. 2000. Sistemas de cultivos en una agricultura sostenible. Factores a tener en cuenta para su óptima explotación. Cuba, La Habana. Universidad Agraria de la Habana. 43 p. (monografía).
112. Morales, F. y Martínez, M. 2000. Rotación de cultivos. México, Montecillo. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural pesca y alimentación. Subsecretaría de desarrollo rural. Dirección general de apoyos para el desarrollo rural. 8 p. (monografía).
113. Morales, M. 2013. Clasificación del software libre orientado a la automatización integral de bibliotecas según el nivel de complejidad de la biblioteca: bibliotecas simples, bibliotecas de mediana complejidad y bibliotecas de alta complejidad. Electrónica. 3 (1). 22 p.
114. Morell, F.; López, D. y Hernández, A. 2008. Finca La Rosita. II: Factores Limitantes de los Suelos. Cultivos Tropicales. 29 (2): 17-20.

115. MTSS 2016. Resolución No. 6/2016 Sistema de pago por resultados. Vig. Abril 2016.
116. MTSS 2017. Resolución No. 1/2017 Indicador límite a los efectos de la formación y distribución del salario, en la forma de pago por rendimiento. Vig. Enero 2017.
117. MTSS, 2005 b. Resolución No. 30 Escala salarial. Vig. Noviembre 2005.
118. Muñiz, O. 2015 a. 50 Aniversario del Instituto de Suelos de Cuba. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. 5 (2). 1- 9.
119. Muñiz, O. 2015 b. La ciencia del suelo en Cuba [en línea]. Disponible en: <http://es.slideshare.net/FAOoftheUN/la-ciencia-del-suelo-en-cub-dr-c-olegario-muiz-ugarte-instituto-de-suelos-ministerio-de-la-agricultura-la-habana-cuba> [Consulta: abril, 30 2016].
120. Nemecek, T.; Von Richthofen, J.; Dubois, G.; Casta, P.; Charles, R. and Pahl, H. 2008. Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. *European Journal of Agronomy*. 28: 380-393.
121. ONEI 2016. Tecnología de la información y las comunicaciones. Indicadores seleccionados. Enero-Diciembre 2015. La Habana, Cuba. 10 p.
122. Osmond, D.; Smyth, T.; Yost, R.; Reid, W.; Hoag, D.; Branch, W.; Wang, X. and Li, H. 2002. Nutrient Management Support System (NuMaSS) Version 2.0. Software installation and user's guide. North Carolina. Editions United States Agency for International Development, Soil Management Collaborative Research Support Program. 32 p.
123. Otero, L.; Francisco, A.; Gálvez, V.; Morales, R.; Sánchez, I.; Labaut, M.; Vento, M.; Cintra, M. y Rivero, L. 2007. Caracterización y evaluación de la salinidad. Cuba, La Habana. Instituto de Suelos. 9 p. (monografía).
124. Otero, L.; Morales, R.; Vento, M.; Sánchez, I.; Cintra, M. y Rivero, L. 2011. Salinidad del suelo: un problema que incumbe a todos. *Agricultura Orgánica*. 17 (1): 33 - 34.
125. Otero, L.; Valdes, M.; Morales, M.; Ortega, F.; Vázquez, I. y Delgado, Z. 2013. Modificación al método Schatchabell para la determinación de las bases intercambiables en suelos con salinidad. *Cultivos Tropicales*. 34 (4): 20 - 23.
126. Padrón, W.; Marín, L.; Mesa, J.; Yero, Y. y Leiva, D. 2006. Implementación del Manejo Integrado de Plagas (MIP) en el Municipio Rodas. La Percepción de los Agricultores y su

- Implicación para las Acciones de Extensión Agraria. Cuba, Cienfuegos. Universidad de Cienfuegos. 31 p. (monografía).
127. Paredes, N. 2011. Diseño de agroecosistemas. Rotación de cultivos. Costa Rica, La Suiza. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE. 8 p. (monografía).
128. Paul, F. 2014. Agromática [en línea]. Disponible en: http://freddy78paul.blogspot.com/2014_06_01_archive.html. [Consulta: junio, 4 2016].
129. Pavón, R. M. 2014. Extensionismo en Cuba: estudios de caso. Cultivos Tropicales. 35 (1): 5-10.
130. Pérez, A.; Florido, R.; Díaz, J.; Rivera, R. y Rodríguez, O. 2010. Sitio web para la red temática manejo de la simbiosis micorrízica en agrosistemas. Cultivos Tropicales. 31 (4): 25 - 32.
131. Pérez, A.; Milla, M. y Mesa, M. 2006. Impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en la agricultura. Cultivos Tropicales. 27 (1): 11 - 17.
132. Pérez, N. y Vázquez, L. 2001. Manejo ecológico de plagas. En: ACTAF. Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible. Editores Funes, F.; García, L.; Pérez, N. y Rosset, P. La Habana. Editorial ACTAF. p. 191 - 223.
133. Pineda, E.; Pérez, E.; Marín, R.; Machado, I.; Barrientos, V.; Romero, P; Barquié, O.; Pérez, J.; Alvarado, H.; Utrera, M.; Quiñones, J.; Dorante, P. y Quiñones, S. 2011. Inventario y Evaluación de Factores Edafológicos Limitantes para el Desarrollo del Cultivo de Caña de Azúcar. Cuba, La Habana. Instituto Nacional de Investigaciones de la Caña de Azúcar. 7 p. (monografía).
134. Pollock, M. 2003. Enciclopedia del cultivo de frutas y hortalizas. Londres. Editorial BLUME. p. 31.
135. Porta, J.; López, M. y Poch, R. 2008. Introducción a la edafología: uso y protección del suelo. 2^{da} Edición. Madrid. Mundi-Prensa. 303 p.
136. Reyes, D. y Ferrer, O. 2004. Los suelos tropicales en Cuba. Intento y logro de su preservación. Cuba, Guantánamo. Universidad Pedagógica de Guantánamo. 12 p. (monografía).

137. Rodríguez, A.; Companioni, N.; Peña, E.; Cañet, F.; Fresneda, J.; Estrada, J.; Rey, R.; Fernández, E.; Vázquez, L.; Avilés, R.; Arozarena, N.; Dibut, B.; González, R.; Pozo, J.; Cun, R. y Martínez, F. 2007. Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. 6^{ta} Edición. La Habana. Editorial ACTAF. 149 p.
138. Rodríguez, O.; Cánovas, R.; Infante, A.; Ortiz, R. y Pérez, A. 2013. Siscorfi: Una aplicación web para el control de los recursos fitogenéticos. Cultivos Tropicales. 34 (3): 25 – 31.
139. Rouanet, J.; Mera, M.; Acevedo, E. y Silva, P. 2005. Rotaciones de Cultivos y sus Beneficios para la Agricultura del Sur. Santiago de Chile. Editorial Fundación Chile. p. 16 - 43.
140. Ruiz, F.; Marrero, P.; Cruz, O.; Murillo, B. and García, J. 2008. Agroclimatic factor influences in the basil productivity (*Ocimum basilicum* L.) in an arid area of Baja California Sur, Mexico. Ciencias Técnicas Agropecuarias. 17 (1): 44 - 47.
141. Ruiz, J. 2007. Programa de diseño de rotaciones en hortalizas [en línea]. Disponible en: <http://www.lineaclave.org/web/rotaciones-intro/>. [Consulta: junio, 4 2016].
142. Ruiz, J.; Medina, G.; González, J.; Flores, H.; Ramírez, G.; Ortiz, C.; Byerly, K. y Martínez, R. 2013. Requerimientos agroecológicos de cultivos. 2^{da} Edición. Jalisco. Editorial INIFAP. 578 p.
143. Ruiz, María; Font, E.; López, S. y Hernández, G. 2014. La sociedad de la información y la educación superior en Cuba. Desde la perspectiva del desarrollo social. UNIANDES EPISTEME. 1 (2): 1-22.
144. Ryan, J.; Singh, M. and Pala., M. 2008. Long-term cereal-based rotation trials in the Mediterranean region: implications for cropping sustainability. Advances in Agronomy. 97: 273 - 319.
145. Saharawat, Y.; Singh, B.; Malik, R.; Ladha, J.; Gathala, M.; Jat, M. and Kumar, V. 2010. Evaluation of alternative tillage and crop establishment methods in a rice-wheat rotation in North Western IGP. Field Crops Research. 116: 260-267.
146. Salazar, J. S. 2013. El diseño en la web va más allá del diseño tradicional. Escuela Colombiana de Carreras Industriales (ECCI). 2 (3): 60-65.

147. Sauca, E. y Urabayen, D. 2005. Rotaciones y Asociaciones de Cultivos. España, Navarra. BioLur Navarra, Biharko Lurraren Elkartea (B.L.E.) y Ekonekazaritza. 16 p. (monografía).
148. Segura, M.; Ramírez, A.; García, G.; Preciado, P.; García, J.; Yescas, P.; Fortis, M.; Orozco, J. y Montemayor, J. 2011. Desarrollo de plantas de tomate en un sustrato de arena-pómez con tres diferentes frecuencias de riego. Chapingo Serie Horticultura. 17 (Especial 1): 25 - 31.
149. Silva, P.; Vergara, W. y Acevedo, E. 2014. Rotación de Cultivos. Chile, Santiago de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. 20 p. (monografía).
150. Téllez, E.; Gonzáles, M.; De los Santos, H.; Fierros, A.; Lilieholm, R. y Gómez, A. 2008. Rotación óptima en plantaciones de Eucalipto al incluir ingresos por captura de carbono en Oaxaca, México. Fitotecnia Mexicana. 31 (2): 173 – 182.
151. Torricella, M.; Lee, T. y Espinosa, H. 2008. Acceso abierto y software libre: premisas para la independencia tecnológica. Acimed. 17 (2): 1-15.
152. USDA 1999. Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. EE.UU. National Soil Survey, Center Natural Resources Conservation Service. 88 p.
153. Valle, S.; Puertas, A.; Rodríguez, S.; Expósito, I.; Fiallos, A. y Caicedo, W. 2014. Efecto de la precipitación en la incidencia del salivazo (*Mahanarva andigena* J.) en la caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.). Granma Ciencia. 18 (3): 1 – 10.
154. Vallejo, Yanet; Pérez, T.; Del Pozo, E.; Arozarena, N. y López, A. 2016. La capacitación agraria desde la visión del agricultor, en el municipio Boyeros, La Habana, Cuba. Cultivos Tropicales. 37 (2): 149-154.
155. Vargas, H. y Ponce, D. 2008. Evaluación de la aptitud de las tierras del municipio San José de las Lajas para las Clases Generales de Uso Agrícola y Ganadero. I. Aptitud física. Ciencias Técnicas Agropecuarias. 17 (4): 64 - 68.
156. Vázquez, L. 2010. Manejo plagas en la agricultura ecológica. Boletín Fitosanitario 15 (1): 28 - 37.

157. Vázquez, L.; Matienzo, Y.; Veitía, M. y Alfonso, J. 2008. Conservación y manejo de enemigos naturales de insectos fitófagos en los sistemas agrícolas de Cuba. La Habana. Editorial CIDISAV. 118 p.
158. Vega, S.; Moreno, P.; Portela, J.; Sust, G.; León, M. y Vega, G. 2009. Nueva tecnología de evaluación agroproductiva de los suelos. Cuba, Matanzas. Laboratorio Provincial de Suelos. 38 p. (monografía).
159. Visser, A.; Stuurman, R. and Bierkens, M. 2006. Real-time forecasting of water table depth and soil moisture profiles. *Advances in Water Resources*. 29 (5): 692 – 706.
160. Wasihun, B.; Kwarteng, J. and Okorley, E. 2014. Farmers perception of their level of participation in extension in Ethiopia: Policy implications. *Agricultural Extension and Rural Development*. 6 (2): 80-86.
161. Wilson, P.; Gibbons, J. and Ramsden, S. 2003. The impact of cereal prices and policy on crop rotations and supply response. *Agricultural Economics*. 54: 313-323.
162. Xiao, G.; Zhang, Q.; Yao, Y.; Yang, S.; Wang, R.; Xiong, Y. and Sun, Z. 2007. Effects of temperatura increase on use and crop yields in a pea-spring wheat-potato rotation. *Agricultural Water Management*. 91: 86 - 91.
163. Zentner, R.; Wall, D.; Nagy, C.; Smith, E.; Young, D. and Miller, P. 2002. Economics of crop diversification and soil tillage opportunities in the Canadian prairies. *Agronomy*. 94: 216-230.
164. Zhu, J., Bie, Z., Huang, Y. and Han, X. 2008. Effect of grafting on the growth and ion concentrations of cucumber seedlings under NaCl stress. *Soil Science and Plant Nutrition*. 54 (6): 895 - 902.

9. Anexos

Anexo 1. Resumen de los software desarrollados por la EICMA.

| Nombre del software | Siglas | Descripción |
|---|-----------|---|
| Sistema automatizado para la atención a la población | POBLASOFT | Es un sistema informático que aborda todas las funcionalidades que hacen posible el proceso de atención a la población, captación de quejas y el procesamiento de la información para obtener respuestas que satisfagan a la población. |
| Sistema de información de prevención | SIP | Es un sistema que automatiza el registro y control de los informes de prevención de cada una de las provincias del país. |
| Control de Portadores Energéticos | CPE MINAG | Es una aplicación web desarrollada con el objetivo de facilitar el trabajo con los modelos de demanda y consumo real de los portadores energéticos, lo que agiliza el flujo de la información desde la base hasta el nivel central. |
| Sistema para el balance de uso y tenencia de la tierra | SIBUTT | Aplicación para el balance del uso y tenencia de la tierra. |
| Sistema de Control de la Garantía | GARANTEC | Es un sistema de gestión que permite controlar la garantía de los productos que se adquieren y distribuyen o se compran y venden en una empresa. |
| Sistema Informático para el trabajo cooperativo | SITCO | Conocer toda la información necesaria para evaluar el desempeño de las formas productivas, su funcionamiento, su marcha hacia la excelencia y la sostenibilidad. |
| Sistema para el levantamiento de medios | SISLEME | Controlar y registrar los elementos de un inventario. |
| Administración de los recursos del capital humano empresarial | ARCHE | Para que las organizaciones diseñen y apliquen un Sistema de Gestión Integrada de Personal (SGIP). |
| Inventario de Transporte | ITRANS | Procesar el inventario de todos los medios de transporte de cada una de las empresas del Ministerio de la Agricultura, que detalla marca, modelo, motor, caja de velocidad y estado técnico. |
| Sistema de Control de Pesaje | COPES | Controla todo el trabajo en tiempo real a partir de distintas fuentes de datos, al tener como premisa fundamental que pueda ser utilizada para la toma de decisiones oportunas sobre el proceso productivo de una determina empresa. |
| Sistema de pago valor agregado bruto | SPVAB | Software para el cálculo del sistema de pagos de una empresa y sus unidades de base, al calcular el total de la empresa en base al resultado de las |

| | | |
|--|-----------------|---|
| | | unidades que la integran. |
| Control de la Ejecución de Inversiones de las Cooperativas | EICO | Aplicación para el control de las ventas de recursos para las inversiones y mantenimientos constructivos de las formas productivas. |
| Sistema de Financiamiento | XOFIA | Es una herramienta para facilitar el proceso de asignación de financiamiento. |
| Sistema de Control de la Producción en Lactancias Búfalo Caprino | PLBC | Aplicación web encargada de centralizar la información nacional. |
| Control de Visitantes | CVIS | Permite un control de gestión de la vigilancia en visitantes y proveedores. |
| Sistema de Economía del MINAG | ECOMINAG | Procesamiento de los estados financieros. |
| Sistema Automatizado para el Control Genético Porcino | GENPOR | Aborda todas las actividades que conforman el proceso, desde el acta de un animal y su paso por el destete, controles veterinarios y compra. |
| - | CONTEO | Sistema para el procesamiento de levantamiento del proceso de conteo de ganado vacuno a los propietarios privados que realiza el Centro Nacional de Control Pecuario (CENCOP) periódicamente. |
| Sistema Integral de Control Ganadero | SICIGAN | Sistema informático realizado para el control y la gestión de todo el proceso ganadero en Cuba. |
| - | Versat Sarasola | Sistema Contable y Financiero, certificado e implementado en gran parte de las entidades a lo largo del país. |
| - | TRATOS | Gestión de la contratación de la empresa con el objetivo de llevar un control sistemáticamente de los contratos |

Anexo. 2 Encuesta.

ENCUESTA A DECISORES Y GESTORES DE PROCESOS AGRÍCOLAS PARA ESTUDIAR LAS VÍAS PRACTICAS DE CÓMO SE ORGANIZA EL DISEÑO PRODUCTIVO DE SU ENTIDAD.

Estimado productor (a):

Como parte de un proyecto de perfeccionamiento de herramientas que facilite el proceso de planificación y organización de las campañas agrícolas, un grupo de especialistas desarrollan un instrumento que haga más fácil la tarea de decidir que cultivo, que rotación lleva y selección de variedades entre otras prestaciones. Todo lo anterior es considerado según las características del suelo que es ofrecido por el propio instrumento y que puede ser complementada con análisis de laboratorio.

Para complementar el estudio y encontrar su validez necesitamos diagnosticar cuales son los retos técnicos, económicos y administrativos que se van a enfrentar, es por ello que solicitamos su colaboración al llenar esta encuesta y participar en los procesos de esclarecimiento de cualquier incertidumbre que surja como parte del estudio. Anticipadamente te agradecemos la colaboración que será muy útil para facilitar en el futuro, tu trabajo.

Datos generales: Marque con una cruz

Nivel escolar alcanzado: primario medio universitario

Perfil profesional: pecuario agronomía otros ¿cuál? : _____

Años de trabajo: 1año: 1- 5 año: 5-10 año: más de10 año:

Responsabilidad que desempeña:

1. Directivo
2. J. de Producción
3. Especialista técnico:
4. Otro ¿cuál? : _____

Edad: _____

Sexo: _____

PREGUNTAS (MARQUE CON UNA CRUZ Y ARGUMENTE CON IDEAS CORTAS)

1. La selección de cultivo para las campañas y el diseño de rotación se planifica en la unidad empresarial de base: Si No
2. La selección de los cultivos para la campaña se indican por la delegación de la agricultura: Si No
3. Conoce usted la importancia de rotar los cultivos: Si No
4. La selección de los cultivos depende de la disponibilidad de semilla:
Si No
5. La estructura de cultivo se hace a partir de la experiencia personal:
Si No
6. En la planificación de la estructura de cultivo participan varios técnicos y especialistas:
Si ¿cuántos? _____ No
7. Por lo general la planificación se hace copiando del plan del año anterior: Si No
8. Los procesos de planificación de cultivo y sus rotaciones se organizan en periodos anuales (mes) fijos:
Si ¿cuál? : _____ No
9. Usted posee los fundamentos teóricos de por qué hay que hacer la rotación de los cultivos: Si No

10. Posee conocimientos sobre las exigencias de suelo para cada cultivo:
Si [] No []
11. Conoce usted el listado de variedades aprobado por la dirección de la agricultura:
Si [] No []
12. Usted conoce las características físico-químicas de los suelos de la unidad empresarial de base donde usted labora: Si [] No []
13. Existe diversidad varietal en los campos de la unidad empresarial de base: Si [] No []
14. El número de cultivos que se siembran en la unidad empresarial de base donde usted labora es de:
2 [], 3 [], 4 [], 5 [], más de 5 []
15. Usted posee los instructivos técnicos de los cultivos y variedades que se siembran en su unidad empresarial de base: Si [] No []
16. En el proceso de planificación de la rotación de los cultivos se tiene en cuenta los instructivos técnicos: Si [] No []
17. ¿Qué tiempo se invierte en la planificación de la rotación de cultivos?
1 hora [], 2 horas [], 6 horas [], 1 día [], 2 días [], 5 días, más []
¿Cuánto? _____
18. En el proceso de planificación, usted emplea la computación:
Si [] No []
19. Conoce algún software (programa) que se emplee para la selección de cultivos según su adaptabilidad o el diseño de rotaciones. Si [] No [] ¿cuál? _____
20. Posee habilidades para trabajar programas de computación:
Si [] No []
21. ¿Cuál es su salario básico? _____
22. Los rendimientos de los cultivos que se cosechan en su unidad empresarial son:
Equivalente al potencial productivo []
2/3 al potencial productivo []
½ al potencial productivo []
Bajo rendimientos []
Muy bajo rendimiento productivo []

Anexo 3. Plantilla de trabajo para parámetros edafoclimáticos, fisiogeográficos y datos de la variedad.

| Variedad | Graviliosidad Máx. | Pedregosidad Máx. | Pendiente Máx. | Peso 1000 Semillas Min | Peso 1000 Semillas Máx. | Ciclo Cultivo Mín. | Ciclo Cultivo Máx. |
|----------|--------------------|-------------------|----------------|------------------------|-------------------------|--------------------|--------------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Cont.

| Altitud Máx. | Temp Med. Máx. | Temp Med. Mín. | Carbonato Máx. | Sodio Máx. | Sales Máx. | Rocosidad Máx. | pH Mín. | pH Máx. | Profundidad Mín. | Valor T Mín. |
|--------------|----------------|----------------|----------------|------------|------------|----------------|---------|---------|------------------|--------------|
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

Cont.

| Infiltración Mín. | Altitud Mín. | Sistema Radical | Familia Botánica | Acción Maleza | Acción Fertilidad | Rotativo | Descripción | Grupo Dicogámico | Agrupación |
|-------------------|--------------|-----------------|------------------|---------------|-------------------|----------|-------------|------------------|------------|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Cont.

| Tipo T o P | Tecnología de cultivo | Clasificación de los cultivos | Precipitación Máx. | Precipitación Mín. | Rendimientos |
|------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| | | | | | |
| | | | | | |

Anexo 4. Plantillas de trabajo para parámetros de rotación de cultivos y elementos fitotécnicos de los cultivos.

Época de siembra

| Categoría | Descripción | Fecha comienzo | Fecha término | Riego o Secano | Variedades |
|-----------|-------------|----------------|---------------|----------------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |

Requerimientos nutricionales

| N | P | K | Variedades |
|---|---|---|------------|
| | | | |
| | | | |

Marco de siembra o plantación

| Nombre | Valores | Descripción | Sem x ha | Época Inicio | Época Fin | Tipo | Variedades |
|--------|---------|-------------|----------|--------------|-----------|------|------------|
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Plagas y su relación con el cultivo

| Nombre | Susceptible | Tolerante | Resistente | Inmune | Secundaria |
|--------|-------------|-----------|------------|--------|------------|
| | | | | | |
| | | | | | |

Anexo. 5 Resultados de la evaluación de la encuesta.

| Dimensiones para la evaluación: | | | | | |
|---|---|-----------------|----------|----------|-----------------|
| Preguntas: | | | | | |
| No | Organizacional. | Opciones | Σ | % | Promedio |
| 1 | La selección de cultivo para las campañas y el diseño de rotación se planifica en la unidad empresarial de base | | 15 | 93,75 | |
| 4 | La selección de los cultivos depende de la disponibilidad de semilla | | 11 | 68,75 | |
| 6 | En la planificación de la estructura de cultivo participan varios técnicos y especialistas | | 16 | 100,00 | |
| 6.1 | ¿cuántos? | | 30 | 0,00 | 4,29 |
| 8 | Los procesos de planificación de cultivo y sus rotaciones se organizan en periodos anuales (mes) fijos | | 15 | 93,75 | |
| Técnico-profesional (disciplina tecnológica) | | | | | |
| 13 | Existe diversidad varietal en los campos de la unidad empresarial de base | | 13 | 86,67 | |
| 15 | Usted posee los instructivos técnicos de los cultivos y variedades que se siembran en su unidad empresarial de base | | 12 | 75,00 | |
| 16 | En el proceso de planificación de la rotación de los cultivos se tiene en cuenta los instructivos técnicos | | 13 | 81,25 | |
| Cognoscitiva | | | | | |
| 3 | Conoce usted la importancia de rotar los cultivos | | 16 | 100,00 | |
| 9 | Usted posee los fundamentos teóricos de por qué hay que hacer la rotación de los cultivos | | 14 | 93,33 | |
| 10 | Posee conocimientos sobre las exigencias de suelo para cada cultivo | | 15 | 93,75 | |
| 11 | Conoce usted el listado de variedades aprobado por la dirección de la agricultura | | 14 | 87,50 | |
| 12 | Usted conoce las características físicas-químicas de los suelos de la unidad empresarial de base donde usted labora | | 16 | 100,00 | |
| 19 | Conoce algún software (programa) que se emplee para la selección de cultivos según su adaptabilidad o el diseño de rotaciones | | 3 | 18,75 | |
| 20 | Posee habilidades para trabajar programas de computación | | 8 | 50,00 | |
| Factores limitantes: | | | | | |
| 2 | La selección de los cultivos para la campaña se indican por la delegación de la agricultura | | 13 | 92,86 | |
| 5 | La estructura de cultivo se hace a partir de la | | 8 | 50,00 | |

| | | | | | |
|----|--|-------------------------------------|----|-------|--|
| | experiencia personal | | | | |
| 7 | Por lo general la planificación se hace copiando del plan del año anterior | | 4 | 25,00 | |
| 14 | El número de cultivos que se siembran en la unidad empresarial de base donde usted labora es de: | 2 | 0 | 0,00 | |
| | | 3 | 3 | 25,00 | |
| | | 4 | 4 | 33,33 | |
| | | 5 | 0 | 0,00 | |
| | | >5 | 5 | 41,67 | |
| 17 | ¿Qué tiempo se invierte en la planificación de la rotación de cultivos? | 1 h | 1 | 7,69 | |
| | | 2 h | 1 | 7,69 | |
| | | 6 h | 0 | 0,00 | |
| | | 1 día | 3 | 23,08 | |
| | | 2 días | 5 | 38,46 | |
| | | 5 días | 0 | 0,00 | |
| | | más | 1 | 7,69 | |
| | | 10-15 días | 1 | 7,69 | |
| | | 30 días | 1 | 7,69 | |
| 18 | En el proceso de planificación, usted emplea la computación | | 10 | 62,50 | |
| 22 | Los rendimientos de los cultivos que se cosechan en su unidad empresarial son: | Equivalente al potencial productivo | 5 | 35,71 | |
| | | 2/3 al potencial productivo | 5 | 35,71 | |
| | | 1/2 al potencial productivo | 2 | 14,29 | |
| | | Bajo rendimientos | 2 | 14,29 | |
| | | Muy bajo rendimiento productivo | 0 | 0,00 | |