



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Pasantía

Experiencia Practica en el entorno laboral en empresa
privada Casa McGregor e Institución de educación
Superior (UNA) 2020

Autor

Br. Valeska Jahoska Picado Reyes

Asesores

Ing. Elvin Lagos Pineda
MSc. Henry Duarte Canales
Ing. Mauricio Barreda

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2020



“Por un Desarrollo
Agrario
Integral y Sostenible”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

Trabajo de Pasantía

Experiencia Practica en el entorno laboral en
empresa privada Casa McGregor e Institución de
educación Superior (UNA) 2020

Autor

Br. Valeska Jahoska Picado Reyes

Asesores

Ing. Elvin Lagos Pineda
MSc. Henry Duarte Canales
Ing. Mauricio Barreda

Presentado a la consideración del honorable comité
evaluador como requisito final para optar al grado de
Ingeniero Agrícola para el Desarrollo Sostenible

Managua, Nicaragua
Diciembre, 2020

Hoja de aprobación del Tribunal Examinador

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable Tribunal Examinador designado por el Decanato de la Facultad de Agronomía como requisito final para optar al título profesional de:

Ingeniero Agrícola para el Desarrollo Sostenible

Miembros del Tribunal Examinador

Ing. Msc. Rebeca Gonzales
Presidente

Ing. Kevin Barberena
Secretario

Ing. Miguel Ríos
Vocal

Lugar y Fecha: Facultad de Agronomía, sala Managua 17/12/20

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de graduación primeramente a Dios, por haberme bendecido, cuidado y guiado en este camino ya culminado con éxitos, por bendecirme con las personas que hicieron esto posible, quienes aportaron en mi vida un poco de cada uno para construir lo que soy ahora y por tenerme siempre cubierta con su manto santo.

A mi madre y amiga, Blanca María Reyes Blandón quien, con su apoyo incondicional, sus esfuerzos y sacrificios hizo de mí una persona fuerte, con carácter y confianza en mí misma para poder lograr todo aquello que me proponga siendo ella mi razón de ser y crecer cada día más. Te amo mi reina.

A mi abuela Juana Lidia Martínez Amador quien con sus consejos constantes y valores inculcados fue mi pilar, mi inspiración y mi motivación para seguir adelante en este proceso, quien me ayudo a levantarme cada vez que flaqueaba dándome ánimos, que me hicieron crecer como una persona de bien, quien la que todos los días está pendiente de mí y quien siempre fue una madre para mí.

A la memoria de mi abuelo Roger Abraham Cerpas Tapia (Q.E.P.D) a él con todo mi corazón, dedico cada triunfo y logro de mi vida, por su confianza depositada en mí desde que fui una niña, pero sobre todo por el amor que siempre me demostró pensando en mí hasta sus últimos días de vida. Hasta donde esté, esto es para usted.

Br. Valeska Jahoska Picado Reyes.

AGRADECIMIENTO

A Dios, le doy las gracias por haberme bendecido con vida y salud todos los días para poder cumplir este deseo de superación de terminar mis estudios universitarios.

A mi tía Argelia Del Carmen Picado Martínez, Usted que estuvo presente desde siempre en mi vida, quien me ayudo a salir adelante desde muy pequeña, quien con su paciencia, sabiduría y amor hacia mi construyeron lo que soy ahora, por todos aquellos consejos que ayudaron a mi formación y por ser luz en este camino.

A mis padres, Milton Picado y Blanca Reyes quienes siempre lucharon para darme una buena formación desde niña para que llegase a cumplir esta primera meta, agradezco su ayuda que me brindaron con todo sacrificio que hoy ha dando frutos.

A mi hermana y amiga, Nancy Elizabeth Picado Reyes, ella que es un gran apoyo para mí, estuvo en este camino impulsándome a seguir adelante para ser un buen ejemplo de superación para ella.

A Casa McGregor por la oportunidad que me brindaron para desarrollarme como profesional, en especial a los ingenieros Mauricio Barreda y Liesset Gutiérrez por su aprecio a mi persona.

A mis asesores, Ing. Elvin Lagos y MSc. Henry Duarte, quienes dedicaron su tiempo al apoyarme transmitiéndome sus conocimientos para la realización de este proyecto y que sin su ayuda, consejos y correcciones hicieron posible.

A mí alma mater, la Universidad Nacional Agraria que me brindó la oportunidad de desarrollarme y crecer con su prestigiosa enseñanza, haciendo de mí una profesional que aporte e impulse al campo agrario.

A mis amigos, agradezco que hayan estado presente en este camino incondicionalmente, dándome ánimos de superación, consejos para persistir y apoyo moral en las dificultades para no desistir, en especial a aquel amigo que aún sigue presente en mi vida como ser indispensable para mí y que sin su presencia en este transcurso hubiese tenido otro final.

Br. Valeska Jahoska Picado Reyes

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN		PÁGINA
	DEDICATORIA	<i>i</i>
	AGRADECIMIENTO	<i>ii</i>
	INDICE DE CUADROS	<i>iii</i>
	INDICE DE FIGURAS	<i>iv</i>
	INDICE DE ANEXOS	<i>v</i>
	RESUMEN EJECUTIVO	<i>vi</i>
	ABSTRACT	<i>vii</i>
I.	INTRODUCCION	1
II.	OBJETIVOS	3
	2.1. Objetivo general	3
	2.2. Objetivos específicos	3
III.	CARACTERIZACIÓN	4
	3.1. Antecedentes de la empresa “Casa McGregor”	4
	3.2. Área de trabajo	5
	3.3. Antecedentes de la finca experimental El Plantel	5
	3.4. Área de trabajo	6
IV.	FUNCIONES EN EL ÁREA DE TRABAJO	7
	4.1. Funciones en el área de trabajo de Casa McGregor.	7
	4.2. Funciones en el área de trabajo en finca El Plantel.	7
V.	DESCRIPCION DEL TRABAJO DESARROLLADO	8
	5.1. Elaboración de catálogo de riego edición 2020	8
	5.2. Elaboración de inventario de control de bodegas	9
	5.3. Cotización y facturación de productos con ayuda del programa SAC	10
	5.4. Visitas de campo	10
	5.5. Descripción de actividades realizadas en finca el plantel	11
	5.5.1. Pruebas de infiltración del agua en el suelo	11
	5.5.2. Descripción de perfiles de suelo por calicatas	13
	5.6. Descripción del pasto Guinea Mombaza (<i>Panicum Máximum</i> , Jacq)	16
	5.6.1. Generalidades del pasto Mombaza	16
	5.6.2. Siembra	16
	5.6.3. Características del pasto Mombaza	16
	5.6.4. Déficit Hídrico	17
	5.7. Oferta técnica de diseño de sistema de riego por cañón para el cultivo de pasto Mombaza	17
	5.7.1. Diseño Agronómico del riego por cañón	17
	5.7.2. Diseño Geométrico	21
	5.7.3. Diseño Hidráulico	26
VI.	RESULTADOS OBTENIDOS	29
	6.1. Catálogo de riego de Casa McGregor edición 2020	29

6.2.	Facturación con ayuda del programa SAC	30
6.3.	Prueba de infiltración con el método del doble cilindro	30
6.4.	Descripción de perfil de suelo con calicatas	32
6.5.	Propuesta de diseño de sistema de riego por cañones para cultivo de pasto " <i>Panicum máximum</i> " cv Mombaza	33
6.5.1.	Diseño Agronómico	33
6.5.2.	Diseño Geométrico	35
6.5.3.	Diseño Hidráulico	36
6.5.4.	Datos generales de la oferta	40
VII.	CONCLUSIONES	44
VIII.	LECCIONES APRENDIDAS	45
IX.	RECOMENDACIONES	46
X.	LITERATUA CITADA	47
XI.	ANEXOS	49

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Descripción del perfil de suelo	32
2	Diseño Agronómico para riego móvil por cañón	34
3	Calculo hidráulico en tuberías de conducción método de Hazem-Willians	38
4	Determinación de presión en la descarga del sistema	39

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Proceso de descripción de suelo, clasificación, calidad del sitio y evaluación de la aptitud	15
2	Acceso al software Google Earth	23
3	Delimitación del perímetro del área de pasto	23
4	Acceso al software Global Mapper	24
5	Área típica del polígono de pasto con programa Global Mapper	24
6	Área típica en formato DWG	25
7	Acceso al área típica en software AutoCAD.	25
8	Propuesta de diseño geométrico en AutoCAD	26
9	Portada catálogo de riego edición 2020	29
10	Facturación en programa SAC	30
11	Velocidad de infiltración e infiltración acumulada finca El Plantel 2020	31
12	Perfil de suelo descrito	32
13	Propuesta de diseño de riego por cañón	35
14	Cañón Dúplex	41
15	Sistema de bombeo	42
16	Válvula Hidráulica	42
17	Válvula de aire	42
18	Manómetro de glicerina	42
19	Válvula check	43

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Procesamiento de información de doble cilindro	49
2	Datos de campo del método doble cilindro	51
3	Corrección de datos método <i>Kostiakov</i>	53
4	Proceso de cálculo para corrección de infiltración método <i>Kostiakov</i>	55
5	Proceso de cálculo para velocidad de infiltración método <i>Kostiakov</i>	56
6	Datos de infiltración corregidos	57
7	Ficha técnica Cañón Dúplex	59
8	Calculo ETo con CROPWAT	60
9	Costos, presupuesto y cantidad de materiales	61

RESUMEN EJECUTIVO

Las pasantías como opción de método de culminación de estudios, guía al estudiante hacia el entorno laboral donde pone en prácticas su teoría académica mediante actividades que incrementen su conocimiento teniendo experiencia en el campo. Este trabajo de culminación de estudios corresponde a un informe de la pasantía divididas en dos etapas por la pandemia que atraviesa el mundo actualmente, estas fueron realizadas en Casa McGregor ubicada en Kilómetro 4 carretera Sur, desarrollando competencias y prácticas que fortalecen al estudiante en entorno con el mundo laboral y en finca experimental El Plantel de la Universidad Nacional Agraria, ubicada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya, municipio de Masaya; que tiene como objetivo presentar el desarrollo de las actividades donde se utilizaron diferentes métodos para lograr el diseño de un sistema de riego por cañón para el cultivo de pasto de corte “*Panicum maximum*” cv Mombaza, se utilizaron software como; ArcGIS, AutoCAD y Gobal Mapper, siendo la tecnología una herramientas que ayudan a la complementación del trabajo; así como pruebas de infiltración con el método del doble cilindro que proporciona la infiltración y velocidad de infiltración que posee el suelo, estudio de suelo por calicatas que describe las características físicas del suelo, conformando el diseño del sistema de riego por cañones siendo una propuesta de riego eficiente y productiva para el cultivo de “*Panicum maximum*” cv Mombaza en la finca El Plantel.

Palabras claves: Desarrollo, infiltración, tecnología.

EXECUTIVE ABSTRACT

Internships as an option for the completion of studies, guide the student to the work environment where they put their academic theory into practice through activities that increase their knowledge by having experience in the field. This work of culmination of studies corresponds to a report of the internship divided into two stages by the pandemic that is currently going through the world, these were carried out in McGregor House located at Kilometer 4 South Highway, developing skills and practices that strengthen the student in the environment with the labor market and in the experimental farm El Plantel of the National Agrarian University, located at kilometer 30 of the Tipitapa - Masaya highway, Masaya municipality; which aims to present the development of activities where different methods were used to achieve the design of a canyon irrigation system for the cultivation of cut grass "*Panicum maximum*" cv Mombaza, software such as; ArcGIS, AutoCAD and Goba Mapper, technology being a tool that helps to complement the work; as well as infiltration tests with the double cylinder method that provides the infiltration and infiltration speed that the soil has, study of soil by pits that describes the physical characteristics of the soil, conforming the design of the irrigation system by canyons being a proposal of efficient and productive irrigation for the cultivation of "*Panicum maximum*" cv Mombaza in the El Plantel farm.

Keywords: Development, infiltration, technology.

I. INTRODUCCIÓN

Casa McGregor, Departamento de Riego ofrece material de reposición de sistemas de riego ya existentes y proyectos de riego completos, con asesoría en el diseño e instalación de los sistemas de riego. Además del acompañamiento durante la explotación del sistema de riego.

Se enfoca en la implementación de sistemas de riego altamente eficientes en el desempeño y en el uso del agua para ayudar cuantitativamente en la producción y en un mejor aprovechamiento de los recursos naturales.

La Universidad Nacional Agraria (UNA) comprometida a la formación de profesionales en el campo agrario impulsa a los estudiantes a innovar y progresar en el ámbito profesional agrícola con las practicas que se realizan en la finca experimental El Plantel siendo un método efectivo garantizando fortalecer la enseñanza teórica práctica.

La producción agrícola se puede alcanzar por dos vías; la pasiva, esperando los aportes naturales de agua del ciclo hidrológico y la activa que es utilizada cuando ésta es escasa o su distribución no coincide con los períodos de máxima demanda de las plantas, aportándola artificialmente, es decir a través del riego.

Según Ríos (2011), explica que:

el sistema de riego de cañón aspersor es un sistema de riego superficial constituido generalmente por un equipo móvil o semi-estacionario que lleva una tubería que puede enrollarse y desenrollarse (Carrete) y que cuenta además con un aspersor gigante final. Se le conoce también simplemente como enrollador.

Según Nisperuza, E; Córdoba, G. & Bruzon, H, (1985), explica que:

para el cultivo de pasto, el riego por cañón móvil garantiza economizar terreno al regar por su largo alcance, puede utilizarse en terrenos de cualquier tipo de pendiente sin peligro de erosión y sin necesidad de nivelación, economiza mano de obra pues el operador no necesita permanecer en el lote, y por medio de este sistema se pueden aplicar fertilizantes con rapidez, economía y eficacia (p. 48).

El equipo se traslada al campo que se va a irrigar durante un tiempo estimado, una vez cumplida la norma de riego para esa área, se recoge el tubo y se traslada a otro lugar todo el equipo o solo el aspersor, en dependencia de la distancia. El sistema de riego por aspersión imita al agua de lluvia, con lo cual la calidad de la entrega (en pequeñas gotas) y el ahorro de agua es muy superiores a lo que se logra con el aniego o la distribución por surcos. El sistema de riego con cañón aspersor tiene además la ventaja de su desplazamiento, tanto del equipo como del aspersor.

De acuerdo a la FAO (2009), menciona que:

la calidad del suelo es variable y los suelos responden de forma distinta conforme las prácticas implementadas sobre él. Se incluyen los elementos de la calidad del suelo; las propiedades físicas (textura, estructura, color, permeabilidad, porosidad, drenaje), químicas (PH, Capacidad de Intercambio Catiónico, sales) y biológicas.

Entre las principales actividades destaca la aplicación de las herramientas; ArcGIS, AutoCAD y Global Mapper que ayudaron a organizar, administrar y analizar información geográfica para el plano geométrico a evaluar, realizar pruebas de infiltración para medición de la permeabilidad del suelo junto a un estudio de dos perfiles de suelo para descripción y análisis del tipo de suelo trabajado.

Las pasantías son una opción de culminación de estudios que permite al estudiante desarrollarse en el entorno laboral junto con otras competencias que le permiten incrementar a sus conocimientos teórico práctico adquirido en su formación académica, este trabajo de grado corresponde a una pasantía realizada en la unidad experimental El Plantel dedicada a la producción agrícola, ubicada en el km 30 carretera Tipitapa Masaya y en el departamento de Riego de la empresa Casa McGregor dedicado a ofrecer soluciones tecnológicas al sector agropecuario de Nicaragua.

II. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Proponer oferta técnica de un diseño de sistema de riego por cañón en Pasto Guinea Mombaza (*Panicum máximum, Jacq*), finca El Plantel 2020.

2.2.Objetivos específicos

- Instrucción sobre Software SAC para el registro y control de clientes en casa McGregor
- Caracterizar la velocidad de infiltración y perfil de suelo en el área del diseño del sistema de riego por cañón.
- Estimar la demanda hídrica del Pasto Guinea Mombaza
- Diseño del sistema de riego por cañón para cultivo de Pasto Guinea Mombaza (*Panicum máximum, Jacq*).

III. CARACTERIZACIÓN

Dado el contexto en que se encuentra el mundo actualmente, debido a la pandemia del COVID-19 este trabajo de pasantías estuvo dividido en dos etapas, del periodo febrero a mayo 2020 se realizó parte de mis actividades en la empresa Casa McGregor, división forestal, departamento de riego y en el periodo agosto a octubre 2020 en la finca experimental El Plantel propiedad de la Universidad Nacional Agraria.

3.1. Antecedentes de la empresa “Casa McGregor”

Casa McGregor se ubica en km 4, Carretera Panamericana Sur, Managua; en la actualidad Casa McGregor es una empresa que ofrece soluciones integrales por medio del suministro de equipos de calidad mundial para el comercio, las industrias manufactureras, metalmecánica, minera agropecuaria y de la construcción.

El objetivo final es que los usuarios de los equipos que distribuimos sean más eficientes y productivos en sus labores. El éxito de Casa McGregor se debe al gran sentido de servicio al cliente que mantenemos en la empresa, lo cual vuelve a Casa McGregor totalmente confiable para nuestros clientes.

Misión y Visión

Proveer soluciones tecnológicas integrales y confiables que mejoren la eficiencia y la rentabilidad de nuestros clientes.

Nuestros valores

Confiabilidad: Cumplimos lo prometido, seguros de nuestra calidad.

Excelencia: Tenemos el hábito de lograr grandes cosas, siendo excepcionales en los detalles.

Sostenibilidad: Excelencia ahora y siempre.

3.2. Área de trabajo

Casa McGregor, a nivel nacional impulsa la creación y fortalecimiento del Departamento de Riego para complementar la gama de servicios y suministros de productos de calidad que oferta al mercado nacional. Aportando una solución tecnológica al sector agropecuario de Nicaragua que ofrece una gran variedad de opciones integrales que beneficien al pequeño y grande productor impulsando al mejorar el aprovechamiento de la agricultura.

3.3. Antecedentes de la finca experimental El Plantel

Según INETER (2015), la finca experimental El Plantel se encuentra ubicada en el kilómetro 30 carretera Tipitapa – Masaya, municipio de Masaya, en las coordenadas 86°05'25" longitud Oeste y 12°07'11" latitud Norte, altitud de 108 msnm. Es una unidad de experimentación y validación con un área total de 169 hectáreas. Además de ser una unidad productiva propiedad de la Universidad Nacional Agraria, dedicada a la producción de cultivos y comercio ganadero, ofrece al estudiantado un espacio para el desarrollo de prácticas de campo en las distintas áreas que la compone.

Misión UNA

La Universidad Nacional Agraria es una Institución de Educación Superior Pública, Autónoma, sin fines de lucro, que contribuye, desde la perspectiva del Compromiso Social Universitario, al desarrollo agrario integral y sostenible, y a la conservación del ambiente, mediante la formación de profesionales competentes, con valores éticos, morales y cultura ambientalista; la construcción de conocimiento científico y tecnológico; y la producción, gestión y difusión de información.

Visión UNA

Es una institución líder en Educación Superior Agraria, caracterizada por su calidad, eficiencia y transparencia, con impacto nacional y proyección regional e internacional en la formación de profesionales, en tanto contribuye con la generación de conocimientos científico-técnicos e innovación para el desarrollo agrario integral y sostenible.

Es reconocida por su vinculación e integración al desarrollo regional y nacional a través de programas académicos pertinentes, flexibles e innovadores que abarcan diferentes áreas del conocimiento agrario y son desarrollados en ambientes que fomentan el aprendizaje significativo, con escenarios variados y utilización de tecnologías de comunicación apropiadas para la construcción del conocimiento y el desarrollo de competencias técnicas y valores.

Es una institución consolidada orgánicamente con una estructura flexible, dinámica y adaptada al cambio, los miembros de la comunidad están comprometidos con la calidad en el desarrollo de todos los procesos y procedimientos académicos y administrativos.

3.4. Área de trabajo

El área de pasto de corte se encuentra ubicada en la finca El Plantel, en las coordenadas 86°05'12" longitud Oeste y 12°07'16" latitud Norte, altitud de 105 msnm. Está compuesta por un área total de 9 hectáreas dedicada a la producción de pasto Mombaza que se puede utilizar para corte, acarreo, pastoreo directo y ensilaje.

IV. FUNCIONES EN EL ÁREA DE TRABAJO

4.1. Funciones en el área de trabajo de Casa McGregor

Asistente del departamento de riego de Casa McGregor, las actividades y funciones ejercidas en el área de trabajo fueron:

- Elaboración de documentos del departamento para la administración y control de productos dentro del inventario.
- Cotización y facturación de productos con ayuda del programa SAC.
- Visitas técnicas de campo a productores.

4.2. Funciones en el área de trabajo en finca El Plantel.

Las actividades realizadas en el área de trabajo fueron:

- Realizar pruebas de infiltración con el método del doble cilindro.
- Descripción de perfiles de suelo por calicatas.
- Propuesta de diseño del sistema riego por cañones en el cultivo pasto Mombaza.
- Delimitar el perímetro del aérea del pasto con GPS (Sistema de Posicionamiento Global) y Google Earth.
- Crear un plano geométrico del área con AutoCAD.

V. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

Entre las funciones y actividades realizadas como asistente, se destaca el atender la oficina del departamento por algunas dudas, inquietudes y necesidades de personas que se presentaban con interés sobre los sistemas de riego.

5.1. Elaboración de catálogo de riego edición 2020

El crecimiento de las plataformas digitales obliga a tomar medidas en la gestión de información de producto, al estar cada vez más presente en múltiples canales, los puntos de contacto con el cliente profesional aumentan, por este motivo, la información ofrecida debe ser exactamente la misma tanto en el mostrador como en el catálogo o folletos impresos, ofreciendo información completa, coherente y fiable. Algo que solo se consigue gracias a la existencia de un catálogo digital.

El catálogo digital es una herramienta de gestión de información de producto que se ha convertido en un imprescindible para fabricantes y distribuidores de materiales que permite tener un acceso rápido y directo con cualquier búsqueda.

Para el departamento se requiere de un documento base para identificación del objeto, en este caso el catálogo que se elabora según demandas de petición, con el fin de tener una herramienta de manejo complejo que describa el producto fácilmente para el receptor.

El documento se actualiza cada vez que se adquieren nuevos equipos y productos, los cuales agregan a él por categorías y orden de códigos para un uso práctico, rápido y sencillo que haga más fácil su manipulación. Teniendo en cuenta que no solo el departamento tiene acceso a él se elabora de la manera más clara posible para que todo el que lo llegase a ocupar pueda acceder a él sin ningún problema.

5.2. Elaboración de inventario de control de bodegas

El inventario se encarga de ordenar y controlar un conjunto de artículos o mercancías que se acumulan en el almacén pendientes de ser utilizados en el proceso productivo o comercializados.

Resulta muy importante en las empresas tener un control de inventario eficiente, ya que impacta en los resultados obtenidos abasteciendo las demandas de los consumidores siendo atendidas sin ser esperadas, y para que no se vea interrumpido el proceso productivo ante la falta de materias primas.

No basta con tener un sistema de información para hacer el control. Este requiere que alguien ingrese los datos correctos, organice los productos y realice análisis que permitan a la empresa la toma de decisiones.

La empresa Casa McGregor tiene dos bodegas centrales, ambas a disposición del departamento de riego, tiene un control hecho por medio de un inventario que mantiene en afinidad el orden y manejo de los productos.

Los productos existentes e inexistentes son levantados en un informe semanal que permite un mejor registro y control de producto que genera presentar estados financieros con mejores resultados, el informe es valorado y revisado por el jefe del departamento para realizar el pedido necesario de aquellos productos escasos en bodega y que son de extrema demanda por los productores.

Un efectivo control mantiene actualizados los materiales disponibles para la venta o la materia prima para producción, según sea el caso evitando que el material que no rota corra el riesgo de dañarse y convertirse en pérdida para la empresa.

Un adecuado control mantiene sano el stock y se pueden tomar decisiones a tiempo frente a elementos para los cuales hay baja demanda.

5.3. Cotización y facturación de productos con ayuda del programa SAC

SAC es un programa de gestión comercial y facturación destinado principalmente a empresas de servicios, tiendas de informática, taller de máquinas, servicio técnico de maquinaria industrial y comercio de maquinaria industrial.

Con el programa SAC además de poder gestionar y controlar los servicios de tu empresa, también podrás gestionar los procesos de ventas y compras: clientes, proveedores, ventas, compras, cobros, pagos, productos, números de serie, almacén y contratos, etc.

El software de facturación permite guardar los datos de cada cliente y recordarlos para que no tenga que de nuevo introducir todo, es de fácil acceso a la información para llevar al día las facturas al momento de las declaraciones trimestrales, anuales y para rendir cuentas con la administración en general, es necesario disponer de una base de datos con toda la contabilidad registrada.

Tiene la facilidad de elaborar presupuestos con las mismas ventajas que en el caso de las facturas, el programa recordará los datos cada vez que se genere un nuevo cliente, permitiendo elaborar presupuestos, cotización y factura con disponibilidad de acceder a la plataforma creada para editarlo cuantas veces se necesite.

5.4. Visitas de campo

Las visitas técnicas en el campo son asesorías en las que un experto analiza la situación y las problemáticas de la misma, para sugerir recomendaciones para mejorarlo.

Las asistencias técnicas por parte de Ingenieros agrícolas, es una actividad fundamental en el desarrollo de la producción agrícola de Nicaragua, estos espacios sirven para que el asesor analice el estado de los sistemas de riego en general o de las herramientas que lo conforma, así como evaluar las posibles problemáticas para ofrecer soluciones y sugerencias a beneficio del cliente.

El desarrollo de la visita técnica se enmarca en realizar seguimientos de control y calidad del producto, así también como capacitar al productor para que le dé un buen uso y manejo a los equipos para que le genere un rendimiento de calidad y durabilidad a largo plazo.

Además, es importante que, para hacer la inversión, la persona tenga un experto en el cual pueda depositar toda su confianza, pues está trabajando con el medio de subsistencia del productor, por lo que es de vital importancia tener la suficiente credibilidad en el asistente.

5.5. Descripción de actividades realizadas en finca El Plantel

5.5.1. Pruebas de infiltración del agua en el suelo

La infiltración es una propiedad física muy importante en relación con el manejo del agua de riego en los suelos. Se refiere a la velocidad de entrada del agua en el suelo. La velocidad de infiltración es la relación entre la lámina de agua que se infiltra y el tiempo que tarda en hacerlo, se expresa generalmente en cm por hora o cm por minutos (Cisneros, A, 2003, p.25).

Se determinó por medio del método de los dobles cilindros, tomándose en cuenta las condiciones de humedad del suelo efectuado para obtener valores confiables. Debido a los múltiples factores que inciden en su determinación y a la variabilidad espacial, las pruebas de infiltración se efectúan en varios puntos del terreno de estudio, los cilindros tenían las siguientes dimensiones de 60 cm de diámetro y 30 cm de altura cilindro externo e interno respectivamente 30 cm de diámetro y 30 cm de altura, los que se instalaron en forma concéntrica cuidadosamente; en el cilindro interior se efectuaron las mediciones mientras que el cilindro exterior tuvo como objetivo evitar el flujo radial del agua durante la prueba de infiltración.

Los materiales que se utilizan para efectuar las pruebas de infiltración son: un trozo de madera, un balde, una regla graduada en cm y mm, cronómetro, un trozo de plástico 80 cm² y la hoja de registro. Una vez colocado se vertió el agua de manera que no haga un contacto directo al suelo. Establecido el sistema, se recopilaron los datos

correspondientes como la profundidad de agua en el cilindro externo e interno, luego con una regla graduada en cm se tomaron datos de la profundidad que el nivel del agua alcanza en el anillo interno con intervalos de lecturas de 5 lecturas cada 1, 5, 10, 15 y 30 min, hasta que el suelo ésta saturado.

Ibáñez, S, (2010) explica que:

el método consiste en saturar una porción de suelo limitada por dos anillos concéntricos para a continuación medir la variación del nivel del agua en el cilindro interior. Esta información nos ayudará a decidir cuál es el tipo de riego óptimo de un suelo determinado.

Material a utilizar

- Un infiltrómetro doble anillo
- Un balde de 10 litros
- Madera fuerte de longitud que supere el anillo exterior
- Una regla graduada de por lo menos 30 cm
- Cinta adhesiva
- Cronómetro
- Plástico de 80 cm²

La prueba consistió en verter agua primero en el espacio entre el cilindro interno y externo una cantidad de agua que alcanzara 2/3 del ancho del cilindro con una carga hidráulica constante durante toda la prueba.

Pasos a seguir:

1. Para verter el agua en el cilindro interno se prepara la superficie, eliminado cualquier tipo de material sobre el mismo sin perturbar el suelo
2. Se coloca un manto plástico para evitar que el agua se infiltre al momento de verterla para iniciar.
3. Se verte agua hasta alcanzar la misma altura de agua del cilindro exterior.
4. Por último, se procedió a retirar el plástico y se comenzó la prueba

Las lecturas previamente planificadas fueron 30 lecturas de 1 minuto, 10 lecturas de 3 minutos, 10 lecturas de 5 minutos, 10 lecturas de 10 minutos, 3 lecturas de 15 minutos, por último 3 lecturas de 30 minutos hasta alcanzar la estabilidad del flujo.

5.5.2. Descripción de perfiles de suelo por calicatas

El objetivo principal de la investigación en la ciencia del suelo es la comprensión de la naturaleza, propiedades, dinámicas y funciones del suelo como parte del paisaje y los ecosistemas. Un requerimiento básico para lograr ese objetivo es la disponibilidad de información confiable sobre la morfología de los suelos y otras características obtenidas a través del estudio y la descripción del suelo en el campo (FAO, 2009, p. 111).

La calicata es un método que proporciona información fiable y completa del suelo. Permite, a través de una inspección visual del terreno, tomar muestras, y/o realización de ensayos de campo.

Es importante que la descripción del suelo se realice exhaustivamente; esto sirve como base para la clasificación del suelo y la evaluación del sitio, así como para realizar interpretaciones sobre la génesis y funciones medioambientales del suelo (FAO, 2009, p. 111).

Uno de los recursos más importantes y posiblemente el menos conocido es el suelo. Hoy en día se sabe que es un organismo vivo y su función es esencial para las plantas. De ahí la importancia de su estudio para su manejo racional y sostenible para la conservación de este recurso no renovable. ¿Por qué no renovable? Porque para formar un cm de capa superficial de suelo la naturaleza tarda cientos de miles de años.

Los suelos son afectados por las actividades humanas, como la industrial, la municipal y la agrícola, que a menudo resulta en la degradación del suelo y pérdida o reducción de sus funciones. Para prevenir la degradación de suelos y rehabilitar el potencial de los suelos degradados, se requiere como pre-requisito datos edáficos confiables, como insumo para el

diseño de sistemas de uso de la tierra y prácticas de manejo de los suelos apropiados, así como para lograr un mejor entendimiento del medio ambiente.

Una buena descripción de suelos y el conocimiento derivado en cuanto a la génesis del mismo son también herramientas útiles para guiar, ayudar en la explicación y regular el costoso trabajo de laboratorio. Así mismo, puede prevenir errores en el esquema de muestreo. La figura 1, muestra el papel de la descripción de suelos como paso inicial en la clasificación de suelos y la evaluación de la aptitud de uso del sitio (FAO, 2009, p. 111).

La excavación de las calicatas para la descripción del perfil de suelo tiene las siguientes dimensiones 1m x 1m x 1.20 m de profundidad, orientada de Este a Oeste teniendo la cara a describir opuesta al sol sea ya por la mañana o bien por la tarde, realizando la descripción en condiciones aceptables de luz solar, la cual permite saber lo siguiente:

- Conocer el perfil del suelo
- Confirmar la textura del terrero hasta un metro de profundidad.
- Detectar capas endurecidas o impermeables.
- Detectar si el nivel freático puede afectar el cultivo
- Conocer la profundidad del sistema radical de la vegetación presente.
- Evaluar la actividad de la fauna benéfica, es decir, de las lombrices y escarabajos.
- En este caso, la muestra del suelo se debe tomar en dos horizontes, de 0 a 30 cm y de 30 a 60 cm.

De acuerdo con FAO (1990), menciona que:

este se realiza de mejor manera utilizando un perfil o calicata recién excavada, lo suficientemente grande para permitir la examinación y descripción necesaria de los diferentes horizontes del suelo. Se puede hacer uso de perfiles existentes como los cortes de camino o zanjas, pero para su uso correcto, se debe raspar un grosor suficiente que permita ver el suelo verdadero sin influencias externas. Primero se registran las características de la superficie del suelo o sitio. Luego, se realiza la descripción del suelo, horizonte por horizonte, comenzando con el superior. Las reglas de la descripción del suelo y la codificación de atributos se basan generalmente en las guías para la descripción del suelo (p. 70).

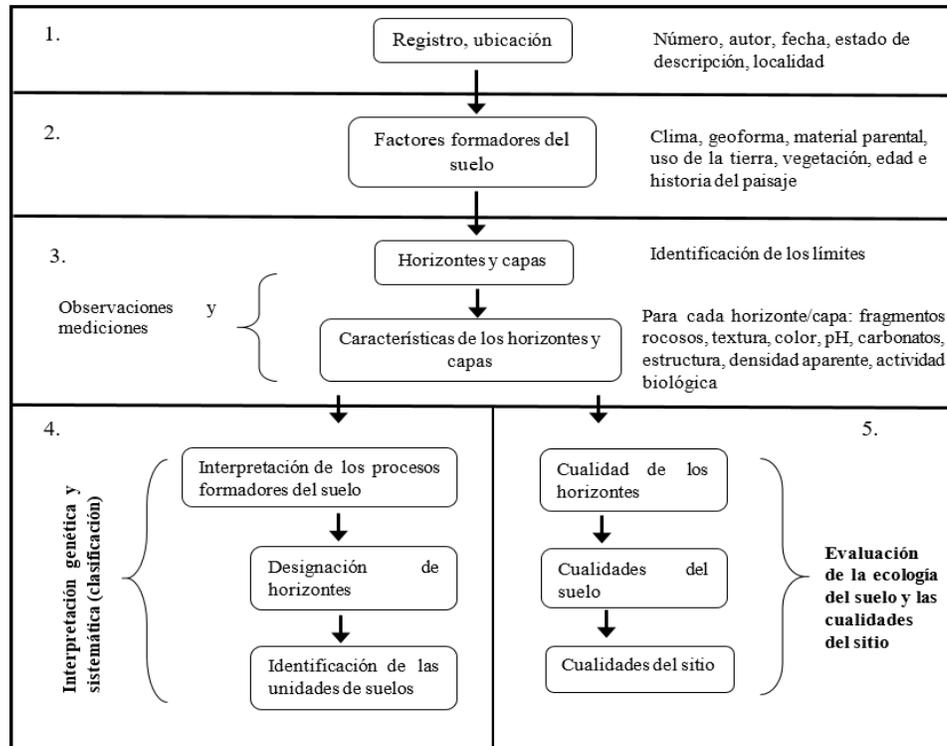


Figura 1. Proceso de descripción de suelo, clasificación, calidad del sitio y evaluación de la aptitud

Dentro del perfil de identificaron las siguientes características:

- Espesor de los horizontes diagnóstico
- Color (munsell, soil color charts, 2000)
- Consistencia en seco y húmedo
- Presencia de poros y raíces
- Presencia de actividad biológica
- Limitaciones internas dentro del perfil
- Presencia de materia orgánica (H₂O) y presencia de calcio (HCl al 10% N).
- Para cada horizonte diagnóstico se extrajo una muestra (2 lbs) de cada horizonte diagnóstico y enviarla al laboratorio de suelos y agua para obtener los resultados de análisis físicos y químicos de cada horizonte descrito.

5.6. Descripción del pasto Guinea Mombaza (*Panicum máximum*, Jacq)

5.6.1. Generalidades del pasto Mombaza

El pasto Guinea Mombaza (*Panicum máximum*, Jacq) es una gramínea perenne macollada de crecimiento erecto muy vigorosa. Produce gran cantidad de biomasa de buena calidad, soporta alta carga animal. Posee buena rusticidad tanto en sistemas intensivos como extensivos (Tempanica, SF).

5.6.2. Siembra

La siembra del Guinea por medio de semilla se hace al voleo o en surco, a una profundidad de 2 a 3 cm y un metro entre surco. La cantidad de semilla depende de la calidad de la misma, generalmente se recomienda usar de 6 a 7 kg de semilla limpia por hectárea, o 34 kg de semilla sin limpiar (García, 1996, p. 90).

5.6.3. Características del pasto Mombaza

P. maximum, es la gramínea que ofrece mayores números de cultivares (55) en 20 países tropicales (Carballo *et al.*, 2005). Dentro de sus características más sobresalientes se tienen:

- Se puede utilizar para el pastoreo, corte, ensilaje y heno.
- Por sus fuertes macollas y su profundo sistema radicular, protege a los suelos de la erosión (hídrica y eólica).
- En condiciones de buen manejo y pastoreo adecuado puede durar muchos años (UNAG, 1998, p. 45)

Es un zacate perenne que crece en matas altas y vigorosas. Existen considerables variaciones de guinea en lo que se refiere a su crecimiento, pues mientras algunas alcanzan tres metros de altura con hojas hasta de tres centímetros de ancho, otras no pasan de metro y medio y las hojas son muy angostas; las raíces son fibrosas alcanzando hasta medio metro de 7 profundidad; la espiga es abierta en forma de pirámide con una longitud de veinte a cincuenta centímetros; este zacate da semilla dos veces al año (Rosales, 1968, p. 23).

5.6.4. Déficit Hídrico

El déficit hídrico no sólo ocurre cuando hay poca agua en el ambiente, sino también por bajas temperaturas y por una elevada salinidad del suelo. Estas condiciones, capaces de inducir una disminución del agua disponible del citoplasma de las células, también se conocen como estrés osmótico (Levitt, 1980. p. 13).

P. maximum, se adecua a climas tropicales y subtropicales húmedos, prospera bien desde el nivel del mar hasta los 1,500 msnm, crece en diferentes tipos de suelos, siempre y cuando estén bien drenados, se adapta a suelos ligeramente ácidos a básicos (con pH de 5 a 8) y fertilidad del suelo de media a alta. La pluviosidad se da mejor en zona cuyas precipitaciones sean mayores a 1,000 mm por año (Valdés, 1993, p. 10).

5.7. Oferta técnica de diseño de sistema de riego por cañón para el cultivo pasto Mombaza

5.7.1 Diseño Agronómico del riego por cañón

El diseño agronómico es la antesala para realizar el diseño geométrico de un área de riego. En base a los resultados obtenidos mediante los cálculos se procede a plasmarlo en el plano, basándose en la producción vegetal permitirá conocer el caudal de agua necesario para cubrir las necesidades hídricas del cultivo.

Determinación de las necesidades hídricas:

La planta solo utiliza una pequeña parte del agua disponible en sus procesos metabólicos, el resto se pierde por la transpiración del propio vegetal y por evaporación del suelo, fenómeno conocido como evapotranspiración del cultivo (ETc). La Cantidad de agua a aportar debe ser igual a la ETc para así compensar dichas pérdidas.

Para el cultivo de riego debemos asegurarnos de que el sistema podrá satisfacer las necesidades del cultivo en las condiciones más desfavorables.

Formulas a utilizar:

1. Caudal requerido

$$QR = \frac{Area \times Df \times 10}{Jornada}$$

Donde:

QR: Caudal requerido ($m^3 \text{ hr}^{-1}$)

Df: Déficit del cultivo ($mm \text{ hr}^{-1}$)

Factor: 10

Jornada: Horas

2. Intensidad de aplicación

$$ia = \frac{Qi \text{ (lph)}}{Ei \times Es}$$

Donde:

Ia: Intensidad de aplicación ($mm \text{ hr}^{-1}$)

Qi: Caudal del emisor (lph) (litro por hora)

Ei: Espaciamiento entre emisor (metros)

Es: Espaciamiento entre surco (metros)

3. Caudal por hectáreas

$$Qha = Ia \times 10$$

Donde:

Qha: Caudal por hectáreas ($m^3 \text{ hr}^{-1}$)

Ia: Intensidad de aplicación

Factor: 10

4. Caudal total

$$QT = Area * Qha$$

QT: Caudal total ($\text{m}^3 \text{hr}^{-1}$)

Área: Hectárea

Qha: Caudal por hectárea ($\text{m}^3 \text{hr}^{-1}$)

5. Turnos de riego

$$T = \frac{QT}{QR}$$

Donde:

T: turnos de riego

QT: Caudal total ($\text{m}^3 \text{hr}^{-1}$)

QR: Caudal requerido ($\text{m}^3 \text{hr}^{-1}$)

6. Área por turnos de riego

$$AT = \frac{Area}{T}$$

Donde:

AT: área por turnos de riego

T: turnos de riego

7. Número cañones regando simultáneamente

$$\text{Número Cañón} = \frac{\text{Long Lat}}{\text{El} * \text{Ea}}$$

Donde:

Long lat: Longitud del lateral (m)

El: Espaciamiento entre lateral (m)

Ea: Espaciamiento entre aspersor (m)

8. Frecuencia de riego

$$FR = \frac{Area}{Ea * N^{\circ}A * CD}$$

Donde:

FR: Frecuencia de riego (días)

CD: Cambios por día

Ea: Espaciamiento entre aspersores (m²)

NºA: Número de aspersores

9. Lámina de aplicación

$$La = Df * FR$$

Donde:

La: Lámina de aplicación (mm)

Df: Déficit del cultivo (mm día⁻¹)

FR: Frecuencia de riego (días)

10. Tiempo de puesta

$$TP = \frac{La}{Ia}$$

Donde:

TP: Tiempo de puesta

La: Lámina de aplicación (mm)

Ia: Intensidad de aplicación (mm hr⁻¹)

11. Jornada de riego

$$JR = CD * TP$$

Donde:

JR: Jornada de riego

CD: Cambios por día

TP: Tiempo de puesta (horas)

5.7.2. Diseño Geométrico

Delimitar el perímetro de la aérea del pasto con GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

Es un sistema que hace uso de un conjunto de Satélites ubicados en el espacio agrupados en forma de constelaciones (Pachas, 2009, p. 20).

Torres y Villate (2001), define que él GPS:

es un sistema de medición tridimensional que utiliza señales de radio que proporciona el sistema NAVSTAR, esta constelación está integrada por 24 satélites artificiales que orbitan la Tierra en 12 horas. Esto permite que durante las 24 horas estén visibles al menos 5 a 8 satélites desde cualquier punto del planeta (p, 40).

La incorporación del GPS para delimitar el área de estudio consiste en agilizar y acelerar el proceso mediante el uso de la posición en coordenadas de latitud y longitud que nos proporciona cuando se desea determinar la posición tridimensional de cualquier lugar, con ayuda de la tecnología del GPS, se pueden llevar a cabo estudio aéreo de las zonas más impenetrables para evaluar su flora y fauna, topografía e infraestructura humana (p, 40).

Al delimitar el perímetro de un área se seleccionan los vértices que forman el polígono según sus coordenadas geográficas que lo conforman.

Uso de las herramientas Google Earth, Global Mapper y AutoCAD

Google Earth es la versión digital con mayor realismo fotográfico de nuestro planeta, se considera un programa que permite viajar por todo el planeta a través de imágenes satelitales, planos, mapas y fotografías en 3D. Una oportunidad para observar la Tierra en forma deslumbrante y una herramienta de mucho valor para la enseñanza de la Geografía.

Global Mapper es imprescindible para cualquier persona que trabaje con mapas o datos espaciales. Es una herramienta de gestión de datos espaciales independiente.

Admite más de 300 formatos de datos espaciales

Esta herramienta ofrece:

- Un conjunto completo de herramientas de creación y edición de datos
- Proporciona una capacidad de análisis y visualización 3D de vanguardia
- Soporte técnico inigualable
- Soporte para formatos de datos extensos

Global Mapper es más que una simple utilidad; Ofrece una colección sorprendentemente extensa de herramientas de análisis y procesamiento de datos en un paquete realmente asequible.

Es software que se utilizará para georreferenciar el polígono que guardamos desde Google Earth. Una vez tenemos el polígono en global Mapper convertiremos nuestro archivo en formato DWG (AutoCAD)

AutoCAD, Se trata de un programa utilizado habitualmente para el desarrollo y elaboración de complejas piezas de dibujo técnico en dos dimensiones (2D) y para creación de modelos tridimensionales (3D) diseñado específicamente para la creación de planos.

Sin embargo, gracias a sus modernas versiones, AutoCAD tiene capacidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos de edificios o la recreación de imágenes en 3D; siendo así uno de los programas más usados por arquitectos, ingenieros, diseñadores industriales y otros.

1. Abrir programa de Google Earth



Figura 2. Acceso al software Google Earth

2. Ver herramientas a utilizar: Polígono, longitud, área, marca de posición entre otros
3. Buscar ubicación del terreno
4. Delimitar perímetro del área con la herramienta polígono ubicado en la parte superior de la pantalla.

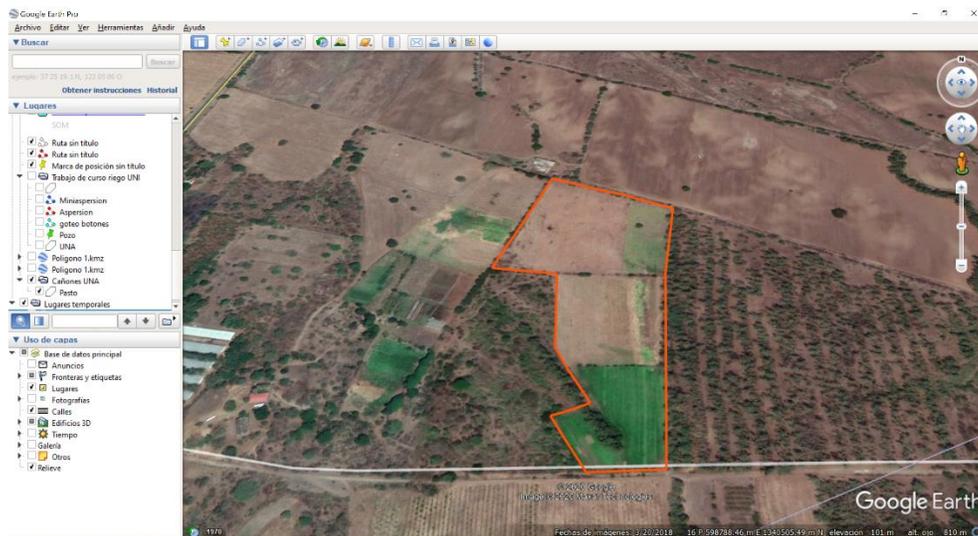


Figura 3. Delimitación del perímetro del área de pasto

5. Una vez guardada el área de riego y ubicación del pozo procedemos a utilizar el siguiente programa (Global Mapper)

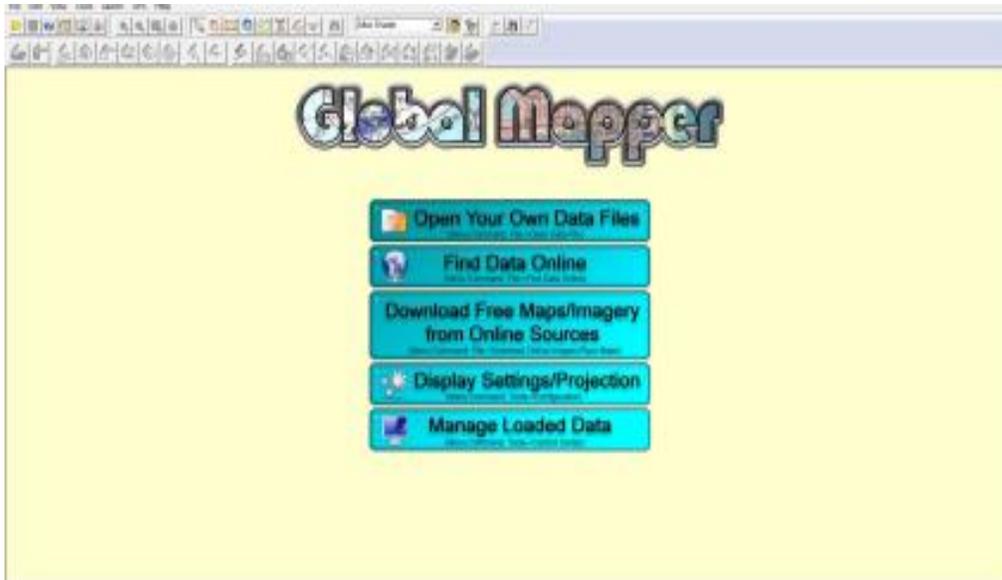


Figura 4. Acceso al software Global Mapper

6. Aparecerá el polígono en formato kmz “área típica” en la pantalla

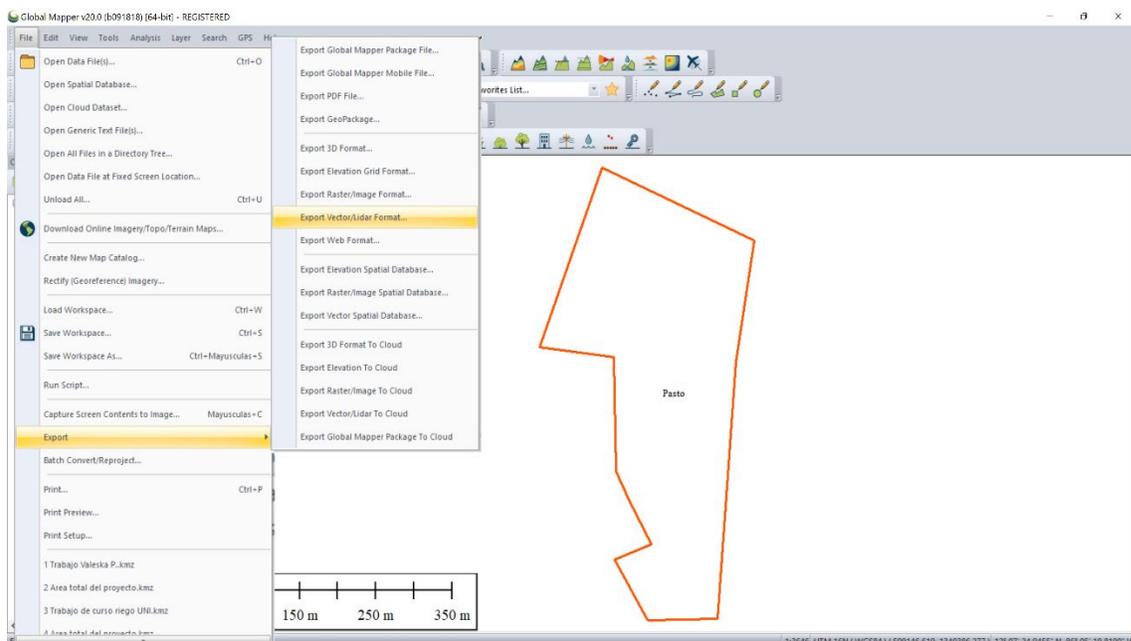


Figura 5. Área típica del polígono de pasto con programa Global Mapper

7. Guardar como “área típica” (este archivo se guardará como DWG) 2.3.16 De esta manera ya obtenemos nuestro polígono geo referenciado en AutoCAD.

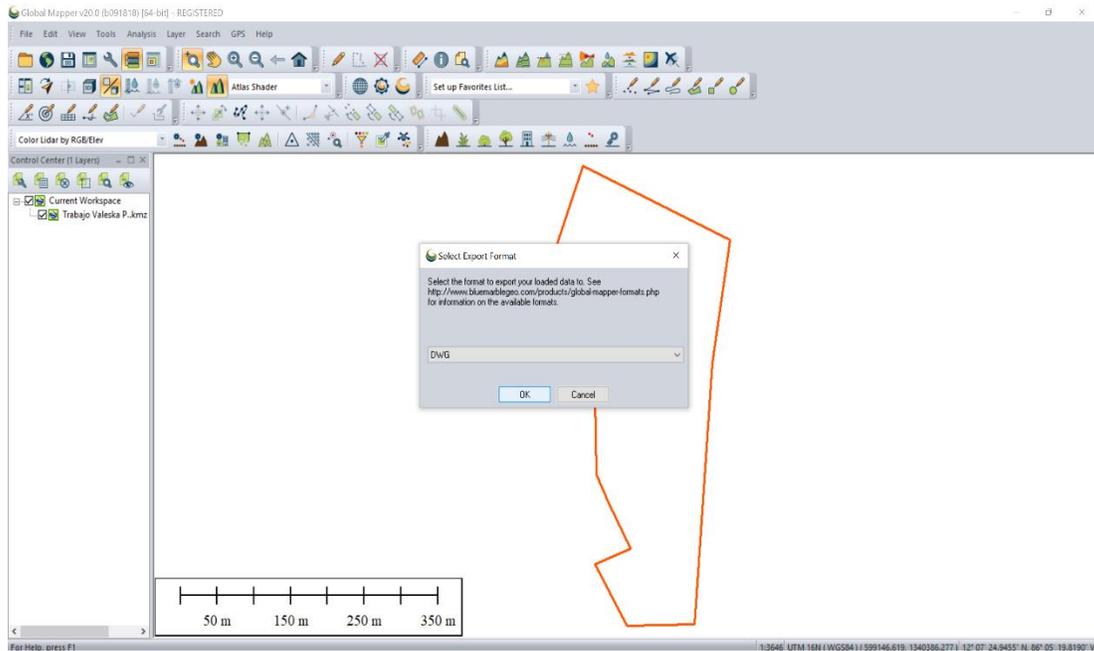


Figura 6. Área típica en formato DWG

8. Abrir en programa AutoCAD Área típica

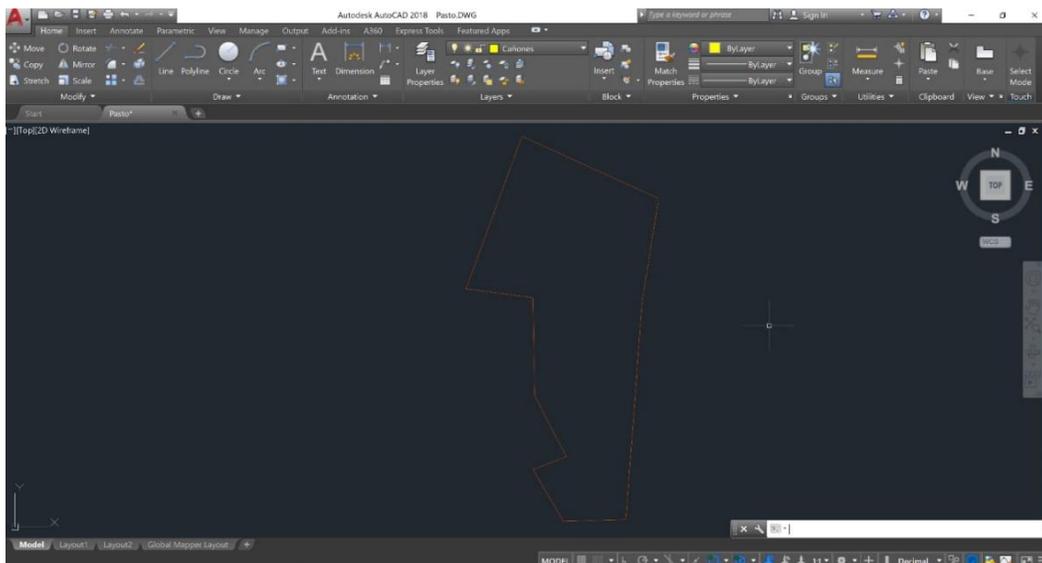


Figura 7. Acceso al área típica en software AutoCAD

9. De esta manera obtenemos nuestro polígono en la pantalla de AutoCAD

10. Precedemos al diseño agronómico de riego por cañón

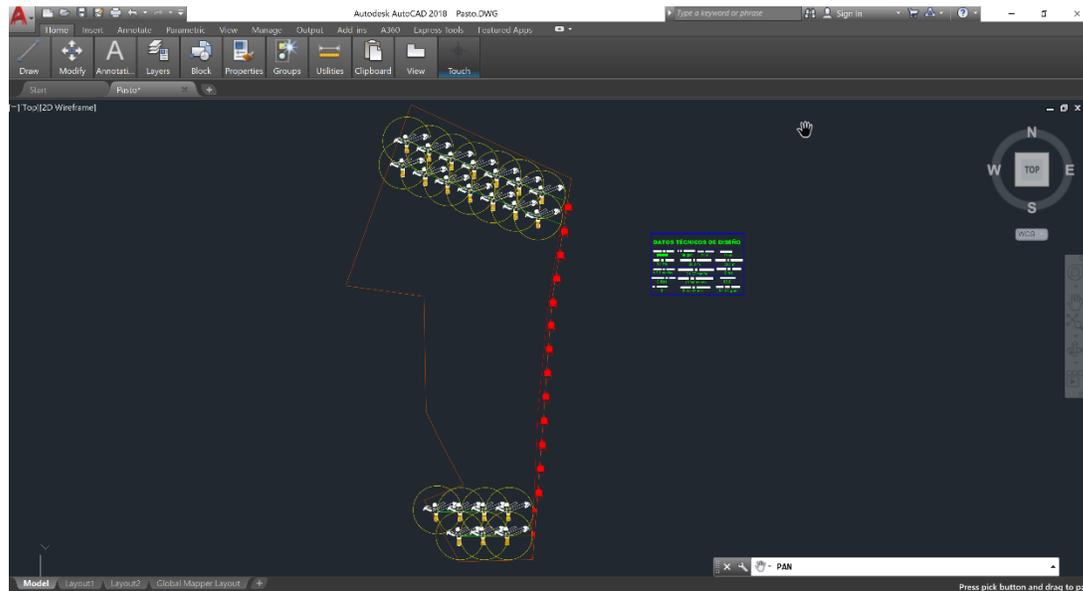


Figura 8. Propuesta de diseño geométrico en AutoCAD

5.7.3. Diseño Hidráulico

Cálculo de diámetro tubería de conducción con Hazen Williams (riego por aspersión móvil)

Factores a considerar:

1. Material de tubería a utilizar
2. Factor de rugosidad
3. Longitud máxima de tubería PVC de conducción desde el equipo de bombeo al último hidrante
4. Caudal de diseño
5. Diámetro de tubería
6. Diámetro interno de tubería de conducción
7. Diámetro interno de tubería del lateral

Fórmula de Hazen Williams

$$hf = (10.679/ C^{1.852}) \times (L/D^{4.87}) \times Q^{1.852}$$

Donde:

10.68 Constante

C: coeficiente de rugosidad

L: Longitud del lateral

D: Diámetro interno de la tubería en m

Q: Caudal del diseño $m^3 \text{ hr}^{-1}$ y $m^3 \text{ s}^{-1}$

Cálculo de la velocidad de tubería lateral en función del caudal

Q: Caudal del diseño en m/s

S: Área de la tubería en m^2

Despejando:

$$V = \frac{Q}{S} = m/s$$

Cálculo del lateral de riego con Hazen Williams

1. Material de tubería a utilizar
2. Factor de rugosidad
3. Longitud del lateral de riego
4. Espaciamiento entre cañones
5. Diámetro interno del lateral de riego móvil

$$hf = (10.679/ C^{1.852}) \times (L/D^{4.87}) \times Q^{1.852}$$

Cálculo de pérdida máxima permitida en el lateral

$$H_{fmax} = P_o * 20\%$$

Donde:

P_o: Presión de trabajo del aspersor en m de columna de agua

20%: Porcentaje máximo permitido en pérdidas por fricción en el lateral de riego

Cálculo de la velocidad del lateral en función del caudal

Q: Caudal del diseño

S: Área de tubería

$$V = \frac{Q}{S} = \text{m/s}$$

VI. RESULTADOS OBTENIDOS

6.1. Catálogo de riego de Casa McGregor edición 2020

La creación del catálogo de riego tiene la finalidad de un manejo complejo que le permita al cliente un acceso fácil y rápido con agilidad de acceder a sus búsquedas, de información sobre los diferentes sistemas de riego que oferta la casa McGregor y que este pueda elegir de acuerdo a sus condiciones económicas.



CATALOGO DE PRODUCTOS DE RIEGO 2020



Figura 9. Portada catálogo de riego edición 2020

6.2. Facturación con ayuda del programa SAC

El programa SAC facilita la atención rápida y ágil a los clientes que realizan sus compras en la casa McGregor. Además, le ayuda al operador la búsqueda por código de todos los productos existentes figura 10.

The screenshot shows the Oracle NetSuite interface for a sales order. The top navigation bar includes 'ORACLE NETSUITE', 'McGregor', a search bar, and user information for 'KATHERINE ADELA JARQUIN MEDINA'. The main menu includes 'Actividades', 'Reporte Maestro', 'Garantías - Cheques', 'Transacciones', 'Listas', 'Informes', 'Analytics', 'Documentos', 'Configuración', and 'Personalización'. The current view is 'Factura' for 'MGA-FA-86085 FRANCO GALETTO', which is 'PAGADO POR COMPLETO'. Below this, there are buttons for 'Renovar', 'Imprimir Poliza', 'Imprimir Factura', and 'Acciones'. The 'Información primaria' section contains details about the invoice, including the client's name, address, and dates. A 'Resumen' table shows the following values:

Resumen	
SUBTOTAL	234.00
TOTAL DE IMPUESTO	35.10
TOTAL	269.10
IMPORTE ADEUDADO	0.00

The 'Información de ventas' section at the bottom indicates the order was created from a source of interested clients.

Figura 10. Facturación en programa SAC

6.3. Prueba de infiltración con el método del doble cilindro

De acuerdo con el resultado se obtuvo que la infiltración básica del suelo es de 14.48 mm/h y la velocidad de infiltración del suelo es 22 mm/ hora como se aprecia en la figura 11, la velocidad de infiltración es rápida con un rango de 20 a 30 mm/h, esto quiere decir que es un suelo con un buen drenaje que puede soportar una intensidad de lluvia de 22 mm en una hora para que pueda saturarse.

La velocidad de infiltración del agua en el suelo es alta lo que implica una baja capacidad de retención CENTA (2013,p. 98), menciona que el agua que se infiltra en el suelo, puede tomar tres caminos: una parte queda almacenada en la zona de raíces y es el agua aprovechada por la planta, para realizar sus funciones fisiológicas y su desarrollo; otra se evapora desde la superficie del suelo y la última parte se desplaza hasta una profundidad mayor que la profundidad de raíces; a esta se le conoce como filtración profunda o percolación, dicha agua tampoco es utilizada por las plantas para su desarrollo. Esta última condición es más frecuente en suelos con altas tasas de velocidad de infiltración y baja capacidad de retención de humedad (Anexo 6).

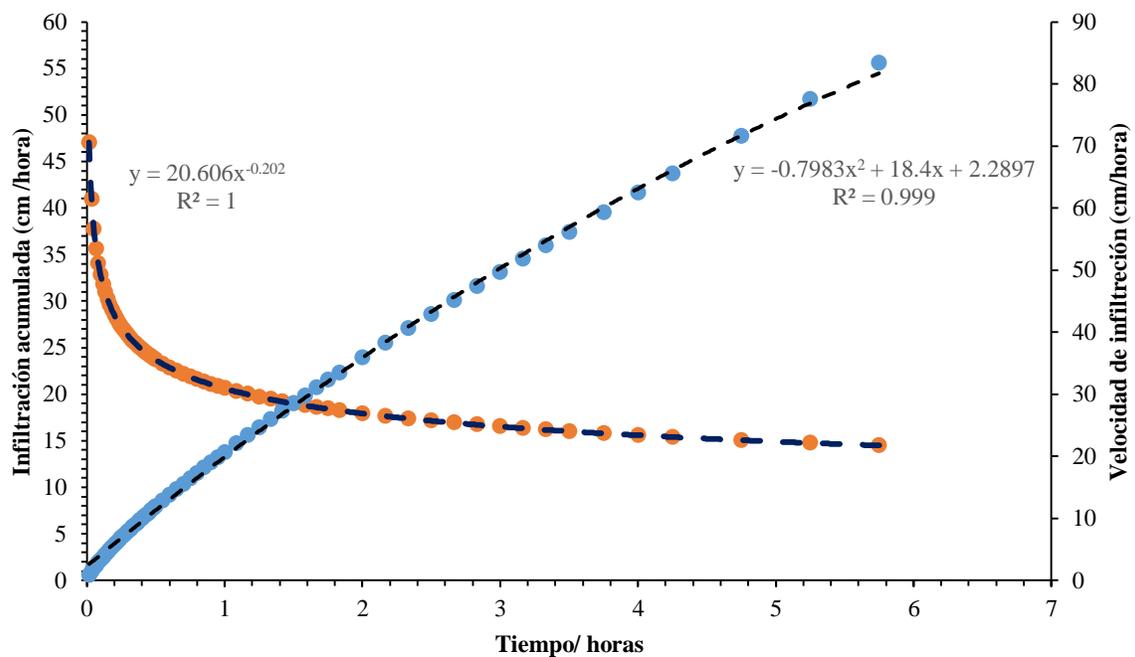
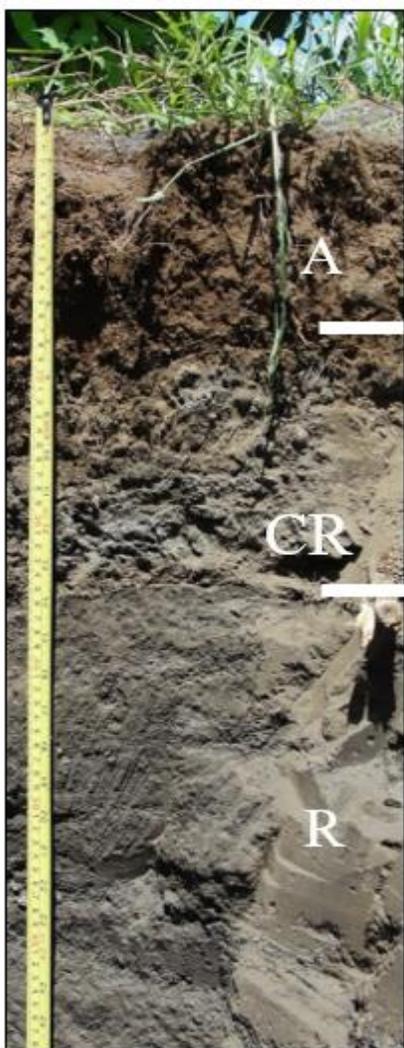


Figura 11. Velocidad de infiltración e infiltración acumulada finca El Plantel 2020

6.4. Descripción de perfil de suelo con calicatas

Cuadro 1. Descripción del perfil de suelo

Ubicación área agrícola DPV	Fecha: 01/10/2020	Autores: Valeska Picado		Calicata N° 5
Localización: Finca el Plantel UTM:	Clasificación taxonómica: Franco limoso	Clase de capacidad: IV	Drenaje: drenado	Posición: parte media de la pendiente
Forma del terreno: plano	Profundidad del manto freático: 162 pies	Vegetación y uso de la tierra: plantación de mango y el uso es agrícola con cultivo perenne contiguo a pasto Mombaza		



0 – 20 cm 10 YR 3/3 café muy oscuro en húmedo y en seco 10 YR 4/6 café amarillo oscuro, la textura al tacto es franco arenoso, estructura migajosa con presencia de bloque angulares de consistencia frágil, no es plástico, ni adherente, abundantes microporos y macro poros. El límite del horizonte es claro y ondulado

20 – 50 + se observa el horizonte CR con un grueso de más de 60 cm de color grisáceo oscuro en húmedo, de consistencia dura, no es plástico ni adherente con pocas raíces finas, con presencia de ceniza volcánica que a través del tiempo se ha sedimentado formando una capa impermeable conocida como Toba

50 -80 cm+ R material parental de color grisáceo de consistencia dura en húmedo

Observación: este suelo muestra altos niveles de degradación hídrica, por lo que el horizonte A es de un espesor delgado con alguna mezcla con el horizonte CR debido a ciertas actividades de las raíces o del hombre.

Para el manejo del suelo es importante mantenerlo en descanso y establecer un plan de conservación de suelo para los próximos 10 años para reducir al máximo la erosión hídrica

Figura 12. Perfil de suelo descrito

6.5. Propuesta de diseño de sistema de riego por cañones para cultivo de Pasto Guinea Mombaza (*Panicum maximum*, Jacq)

6.5.1 Diseño Agronómico

Determinación de las necesidades hídricas

Aplicando fórmulas necesarias para el cálculo de las necesidades hídricas obtenemos los siguientes datos:

1. Caudal Requerido

$$QR = \frac{Area \times Df \times 10}{Jornada} = \frac{9 \times 5.11 \times 10}{8} = 57.48 \text{ m}^3 \text{ hr}^{-1}$$

2. Intensidad de aplicación

$$ia = \frac{Qi \text{ (lph)}}{Ei \times Es} = \frac{(31\ 212.00)}{30 \times 30} = 34.68 \text{ mm hr}^{-1}$$

3. Caudal por hectáreas

$$Qha = Ia \times 10 = 34.68 \times 10 = 346.8 \text{ m}^3 \text{ hr}^{-1}$$

4. Caudal total

$$QT = Area \times Qha = 9 \times 346.8 = 3121.2 \text{ m}^3 \text{ hr}^{-1}$$

5. Turnos de riego

$$T = \frac{QT}{QR} = \frac{3\ 121.2}{57.4875} = 54.29 \text{ turnos}$$

6. Áreas por turnos de riego

$$AT = \frac{Area}{T} = \frac{90\ 000}{54.29} = 1657.76 \text{ m}^2$$

7. Número cañones regando simultáneamente

$$\text{Número Cañón} = \frac{\text{Long Lat}}{Ei \times Ea} = \frac{1657.76}{30 \times 30} = 1.84 \approx 2 \text{ cañones}$$

Nota: El resultado de números de cañones regando simultáneamente fueron 2 sin embargo tenemos que ajustarnos al caudal de nuestra bomba el cual es de 620 gpm lo que quiere decir que se ajusta a 4 cañones debido a que el gasto de los cañones es de 137 gpm para un total de 548 gpm trabajando con un desahogo de 72 gpm.

8. Frecuencia de riego

$$FR = \frac{Area}{Ea \times N^{\circ} A \times CD} = \frac{90\ 000}{(30 \times 30) \times 2 \times 4} = 12.5 \approx 13 \text{ días}$$

9. Lamina de aplicación

$$La = Df * FR = 5.11 * 13 = 66.43 \text{ mm}$$

10. Tiempo de puesta

$$TP = \frac{La}{Ia} = 66.43 / 34.68 = 1.91 \approx 2 \text{ hora}$$

11. Jornada de riego

$$JR = CD * TP = 4 * 0.9288 = 3.71 \approx 3 \text{ horas } 43 \text{ minutos}$$

En el cuadro 2 se observan los resultados la intensidad de aplicación es de 34. 57 mm por hora por debajo de la velocidad de infiltración obtenida en el campo con cm por hora por ende no se presentaría un encharcamiento, en las 9 ha se van a plantar 100 posición en campo, de acuerdo a los cálculos nos reflejan dos cañones en funcionamiento, pero con la capacidad de la bomba se pueden manejar cuatro cañones, se estará trabajando con un lateral en funcionamiento y uno en espera, si el sistema estuviera funcionando en las 9 ha se necesitarían 55 cañones si se pusieran todos.

La lámina de riego estimada es de 66. 43 mm con una frecuencia de 13 días, con una evapotranspiración de 4.09 mm por día, pero debe valorarse en el campo de acuerdo a las condiciones climáticas, cabe señalar que este pasto es de corte y por lo tanto su duración en campo es de 70 días, esto nos da un total de 5 riegos en su periodo.

Cuadro 2. Diseño agronómico para riego móvil por cañón

Datos de campo y técnicos		Resultados obtenidos	
Área total de riego (ha)	9.00	Ia (mm hr)	34.57
Q disponible (mch)	57.48	No posiciones totales	100.00
Q aspersor (gpm)	137.00	No aspersores	2.00
Esp. Lateral (m)	30.00	No posiciones /aspersor	55.00
Esp. Emisor (m)	30.00	Frecuencia (días)	13.00
Déficit (mm/días)	5.11	Lámina de riego (mm)	66.43
No posiciones/día	4.00	Tiempo riego (hr)	1.92
Longitud de lateral (m)	219.75	Jornada	7.69
		No posiciones por lateral	7.33
Jornada (hr)	8.00		
Caudal por (m ³ hr) =	57.49		
Caudal por (gpm) =	252.95		

6.5.2 Diseño Geométrico

En la figura 13 se aprecia el diseño geométrico de como estarán ubicados los cañones desde la parte inicial (menos ancha) hasta el final del lote (parte ancha), se pretenden plasmar tres válvulas de aire en la tubería principal, en nuestro diseño se pretenden dejar instalados 13 hidrante a lo largo de la tubería principal, pero se pueden reducir utilizando el diseño de tenedor, esto estará en dependencia de la economía y mano de obra presente en la finca.

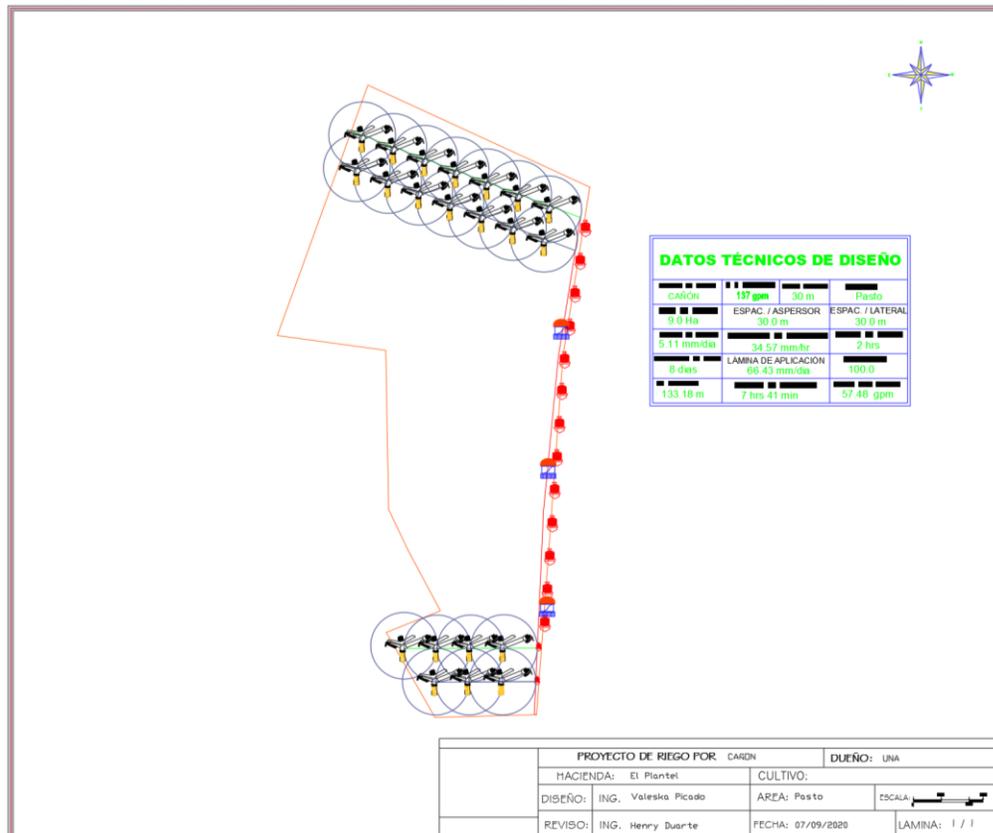


Figura 13. Propuesta de diseño de riego por cañón

6.5.3 Diseño Hidráulico

Para aplicar los datos a la fórmula de Hazem wiliams debemos tener en cuenta los siguientes factores a considerar:

1. Material de tubería a utilizar: PVC
2. Factor de rugosidad: 150
3. Longitud máxima de tubería PVC de conducción desde el equipo de bombeo al último hidrante: $423.37 \text{ m} + 477.37 \text{ m} = 901.3 \text{ m}$

4. Caudal de diseño: $57.48 \text{ m}^3 \text{ hr}^{-1} = 0.01596 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
5. Diámetro de tubería: trabajaremos 4 pulgadas en la principal y 3 pulgadas en la tubería de laterales
6. Diámetro interno de tubería de conducción 4 pulgada = $108.72 \text{ mm} = 0.10872 \text{ m}$
7. Diámetro interno de tubería del lateral 3 pulgadas = $84.58 \text{ mm} \approx 0.08458 \text{ m}$

Así aplicando los datos en la formula obtenemos:

$$hf = \left(\frac{10.68}{150^{1.852}} \right) * \left(\frac{901.3 \text{ m}}{0.10872^{4.87}} \right) * (0.01596^{1.852})$$

$$hf = 20.82 \text{ m}$$

Cálculo de la velocidad de tubería lateral en función del caudal

Caudal del diseño = $0.01596 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

Área de la tubería (S) = 4 pulgadas = 0.009283 m^2

Despejando

$$V = \frac{Q}{S}$$

$$V = \frac{0.01596}{0.009283} = 1.72 \text{ m s}^{-1}$$

Lo cual nos garantiza un caudal estable y bajas perdidas por fricción.

Cálculo del lateral de riego con Hazen Williams

1. Material de tubería a utilizar: PVC
2. Factor de rugosidad: 150
3. Longitud del lateral de riego: 90 m
4. Espaciamiento entre cañones 30 m
5. Diámetro interno del lateral de riego móvil: $84.58 \text{ mm} \approx 0.08458 \text{ metros}$

$$hf \text{ lateral} = \left(\frac{10.68}{150^{1.852}} \right) * \left(\frac{90 \text{ m}}{0.08458^{4.87}} \right) * (0.01596^{1.852}) = 2.08 \text{ m}$$

$$hf_{\text{aspersor}} = \left(\frac{10.68}{150^{1.852}} \right) * \left(\frac{30 \text{ m}}{0.08458^{4.87}} \right) * (0.00798^{1.852}) = 0.65 \text{ m}$$

$$hf = 2.08 + 0.65 = 2.73 \text{ m}$$

Cálculo de pérdida máxima permitida en el lateral

$$Hf_{\text{max}} = P_o * 20\% = 30.99 * 0.20 = 6.19 \text{ m}$$

Donde:

P_o = Presión de trabajo del aspersor en m

20% = Porcentaje máximo permitido en pérdidas por fricción en el lateral de riego

Nota: Pérdida total del lateral de riego de 2.73 m es menor que 6 m (pérdida máxima permitida) por lo tanto se encuentra dentro del rango de trabajo

Cálculo de la velocidad del lateral en función del caudal

Caudal del diseño = $0.01596 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

Área de tubería = 4 pulgadas = 0.009283 m^2

$$V = \frac{Q}{S}$$

$$V = \frac{0.01596}{0.009283} = 1.72 \text{ m s}^{-1}$$

En el cuadro 3 se observan las pérdidas calculadas en el sistema, en la tubería principal 20.82 m (29.61 PSI), en el lateral la pérdida total fue de 2.08 m (2.96 PSI) y en el cañón 0.65 m (0.93 PSI), la pérdida total del lateral de riego es de 2.73 m esto quiere decir que es menor que 6 m (pérdida máxima permitida) por lo tanto se encuentra dentro del rango de trabajo. }

Cuadro 3. Calculo hidráulico en tuberías de conducción método de Hazem-Willians

Tramos	Longitud (m)	Caudal (mch)	Diámetro pulg. mm	Rugosidad C	Perdida (m)	Velocidad (m s ⁻¹)	Perdida PSI	
CONDUCCION								
Principal	901.3	57.48	4"	108.72	150	20.82	1.72	29.61
TOTAL, PERDIDA					20.82			29.61
LATERAL								
Lateral	90	57.48	4"	108.72	150	2.08	1.72	2.96
SUMAS - PERDIDA					2.08			
ASPERSOR								
Cañón	30	28.74	3"	84.58	150	0.65	1.42	0.93
SUMAS - PERDIDA					0.65			0.93
Total, hf lateral más cañón					2.73			

El diseño de la tubería principal (o secundaria según el caso) que alimenta al lateral puede hacerse en base al criterio de pérdida de presión máxima o velocidad máxima permisibles. Algunos autores recomiendan combinar los criterios técnico-económicos para seleccionar los diámetros óptimos de la red de riego.

Respecto del primer criterio Harol Tafur (1985), señala que las pérdidas de energía en la línea principal no deben superar los 10 PSI (7 m). Sugiere que las máximas pérdidas deben ser 3 m de columna de agua (4.3 PSI)

Considerando el criterio de velocidad máxima del flujo, se recomienda que la velocidad del agua en el tubo debe estar comprendida entre 5 y 10 pies (1.5 y 3.0 m s⁻¹).

En el cuadro 4 se aprecian todas las pérdidas de carga que ocurren en el sistema, si no se contara con la bomba que está instalada en la finca para regar las áreas de cultivo se necesitaría una bomba de 80 HP, sin embargo, la bomba actual es de 100 HP lo cual beneficia al sistema permitiendo un trabajo desahogado.

Cuadro 4. Determinación de presión en la descarga del sistema

Descripción	Presión (m)
Aspersor/emisor	10.00
Lateral	2.08
Cañón	0.65
Conducción	20.82
Filtro	0.00
Desnivel	-5.00
Elevador	2.00
Válvula hidráulica	0.02
Nivel dinámico	100.00
Accesorios	2.61
Presión total (m)	133.18
Presión total (pies)	436.85
Caudal del proyecto (galones/minuto)	548.00
Eficiencia %	0.75
Potencia del motor (hp)	80.60 ± 100

6.5.4 Datos generales de la oferta

Km 30 Tipitapa – Masaya

Propietario: Universidad Nacional Agraria

Área de riego: 5.85 ha

Localización – coordenadas:

X: 598788 E

Y:1340505 N

El sistema de riego se ha diseñado en base a: disponibilidad y ubicación de las fuentes de agua, dirección de siembra, ubicación, forma del lote, etc., para maximizar con esto los recursos y brindarle las condiciones óptimas al cultivo.

El sistema de riego por cañón móvil se ha diseñado para aplicar una lámina de 66.43 mm, se dispondrá de cañones a 30 metros entre sí y 30 metros entre laterales.

Descripción del sistema

Es un método de irrigación que consiste en aplicar agua para humedecer el suelo a través de la simulación de una lluvia intermitente por medio de un sistema de válvulas, tuberías y aspersores.

Es un sistema en donde el equipo de bombeo y la línea de conducción principal están fijos y solo se mueven los laterales y los aspersores; se construyen mediante redes de PVC que cubren el área de riego y de las cuales emergen aspersores o cañones, el riego se lleva en forma sectorizada con el fin de ahorrar agua y energía.

El sistema que se instalará es riego por cañón, el diseño constara de tubería principal móvil, se colocarán cañones que estarán espaciados a 30 metros entre sí, trabajará 13 hidrantes con 4 cañones funcionando y un lateral de 4 cañones en espera. Total, de cañones 8.

El diseño constará con una tubería principal móvil de 4 pulgada diámetro que pasará por el costado derecho del lote que nos permiten enviar el caudal a cualquier punto de la parcela y así poder regar por lateral según convenga, esto está capacitado para poder regar simultáneo los 4 aspersores juntos, lo que permite alta eficiencia y versatilidad.

El proyecto contempla un área total de riego de 9 hectáreas, los laterales de riego son abastecidos por la tubería principal que vienen de la estación de suministro de agua hacia el sistema, la tubería tiene una longitud de 423.97 m.

Tubería de conducción y distribución

Se usarán Tubos de PVC de diámetros según diseño 4 y 3 pulgadas. Las tuberías y accesorios de PVC. que se utilizarán serán de primera calidad, cumpliendo las normas ASTM - 2244, de los Estados Unidos de América, dimensionados adecuadamente según los caudales y presiones de nuestro diseño.

Emisores de Riego

Descripción

Cañón Dúplex de 2 pulgada círculo de completo

Su excelente uniformidad y suavidad de las gotas a lo largo del chorro hacen de este cañón el más apropiado para un riego racionado en tierras con cultivos jóvenes, cultivos delicados listos para germinar, hortalizas y plantas ornamentales



Figura 14. Cañón Dúplex

Características:

- Rosca interna de 2 pulgadas NPT.
- Cañón de media capacidad con funcionamiento circular.
- Boquillas intercambiables.
- Provisto de un quiebra chorro regulable.
- Caudales: 137 gpm (30212 lph) a una presión de 44 PSI
- Alcance: 68 m de diámetro.

Sistema de bombeo

En la finca se cuenta con una bomba sumergible a 500 pies tipo Franklin con un caudal de 620 gpm – 70 PSI, cabe señalar que la bomba es utilizada para regar áreas de cultivos y a futuro áreas que no están diseñadas por sistemas de riego.



Figura 15. Sistema de bombeo

Válvulas hidráulicas

Para este sistema estamos proponiendo utilizar válvulas hidráulicas para maximizar la eficiencia de riego de 4 pulgadas con un caudal máximo de 120 m³ por hora en el lote donde abastecerá la tubería principal.



Figura 16. Válvula Hidráulica

Elevador de cañón

Para este sistema se propuso utilizar elevadores de PVC de 3 pulgadas de alto

Válvulas de aire

Válvulas plásticas que permiten liberar grandes cantidades de aire en el llenado de tuberías y operación del sistema, además permiten el ingreso de aire a la tubería durante el drenaje o finalización de la operación impidiendo cualquier posible situación de vacío.



Figura 17 Válvula de aire

Manómetro

Permite verificar la presión de trabajo del sistema y ayudan a que los operadores del sistema puedan comprobar cuando el sistema de riego tenga presiones mayores o menores de las especificadas en el diseño.



Figura 18. Manómetro de glicerina

Válvula check

En la salida de cada cabezal de descarga se ubica una válvula check de 4 pulgada que permite el flujo en una sola dirección, cerrando herméticamente el paso del agua en sentido contrario, en caso de que se pare la bomba; evitando de esta manera golpe de ariete o cualquier daño al cabezal de descarga por el reflujó del agua.



Figura 19. Válvula check

Costos del sistema

El sistema de riego está sometido a una variedad de gastos económicos para su desarrollo, los costos se dividieron por manzana el cual están distribuidos en equipo de riego por con un valor de 863.89 dólares, instalación 98.89 dólares y tubería PVC 48.56 dólares, para un costos total 1,011.33 dólares por manzana (Anexo 9).

VII. CONCLUSIONES

El suelo muestra alto niveles de degradación hídrica, por lo que el horizonte A es de un espesor delgado en parte mezclado con material parental del horizonte CR (presencia de rocas), debido a ciertas actividades de las raíces o del hombre. La velocidad de infiltración del suelo es 22 mm por hora catalogada como rápida, esto está relacionada con la intensidad de aplicación es de 34. 57 mm por hora por debajo de la velocidad de infiltración obtenida en el campo por ende no se presentaría un encharcamiento.

Se elaboró un catálogo de riego que tiene como finalidad ser una herramienta de manipulación asequible, disponible para uso general de los trabajadores de la empresa, así mismo como la implementación del programa SAC que aligera el método de facturación que posee una base de datos de los clientes frecuentes a quienes también se les realiza visitas técnicas de campo, generando confianza entre el asesor y el cliente, ofreciéndole soluciones a sus problemáticas existentes o recomendaciones para un uso óptimo de los productos así logrando alargar su vida útil beneficiando al productor.

Se realizó una propuesta de diseño de riego por cañón para las 9 ha de pasto Mombaza utilizando las herramientas Google Earth, Global Mapper y AutoCAD lo cual facilito esquematizar los componentes del sistema.

El déficit hídrico del pasto Mombaza es de 5.11 mm por día, de acuerdo con los cálculos agronómicos la lámina de riego es de 66.43 mm con una frecuencia de 13 días, pero se debe valorar las condiciones climáticas en el campo.

VIII. LECCIONES APRENDIDAS

- La experiencia en la empresa al desarrollar actividades variadas permitió expandir y reforzar los previos conocimientos académicos.
- Interpretación de descripción de suelos y sus cálculos de prueba de infiltración permitió conocer el comportamiento del mismo según sus especificaciones conocidas.
- Uso del GPS para la delimitación de área, facilito conseguir información de manera rápida y precisa en el campo, lo que permito una aceleración del proceso del trabajo.
- Se estableció parámetros para diseñar sistemas de riego generando un uso efectivo del recurso hídrico, según las demandas de agua que el cultivo tenga.
- Se adquirió nuevos conocimientos para realizar el trabajo mediante la ayuda de los profesores con técnicas actualizadas.
- Con este proyecto tuve la oportunidad de aprender a diseñar sistemas de riego aplicando conocimientos básicos mediante el uso de nuevas herramientas tecnológicas y software que agiliza el proceso para la creación del diseño.

IX. RECOMENDACIONES

- Establecer convenios entre la Universidad Nacional Agraria con las instituciones estatales y empresas privadas para el estudiante egresado.
- Rotular las áreas de cultivo en la finca experimental El Plantel para mejor orden y orientación del riego.
- Incrementar proyectos sobre diseños completos de sistemas de riego en módulos de estudio durante la carrera para los estudiantes
- Se recomienda respetar los turnos de riego en cada área de cultivo para mayor aprovechamiento y cuidado del agua
- Identificar el consumo de agua de las áreas de cultivos de la finca El Plantel y así calcular las láminas de riego para ajustar los turnos y tiempos de riego de cada uno de los sistemas de riego.
- Realizar estudios de control mensuales del funcionamiento de los sistemas de riego para asegurar su buen funcionamiento en el campo

X. LITERATURA CITADA

- Bembibre, C. (s.f.). Definición de suelo agrícola.
- Cisneros A. R. 2003, centro de investigación y estudios de postgrado y área agropecuaria, apunte de la materia de riego y drenaje. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Carballo D.; Matus, M.; Betancourt, M., Ruiz, C. 2005. Manejo de pasto. Universidad Nacional Agraria, Managua Nicaragua. 171p.
- CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal) 2013. Riego por goteo. San Salvador, Salv. 98p.
- Díaz J. y Manzanares, E. (2006). Tesis de Producción de biomasa de “*Panicum maximum*” cv Mombaza a tres frecuencias de corte y dos condiciones ambientales. Universidad Nacional Agraria. p. 59.
- Duarte, C. (2017). Conferencia de Régimen de Riego, sin publicar. Universidad Nacional Agraria. P.18.
- García, G. 1996. Manual de pastos en Nicaragua. Gramíneas tropicales, Managua, Nicaragua. 179p.
- Harold Tafur (1985). Ingeniero Agrícola – Doctor en Ciencias. Universidad Nacional de Colombia.
- Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales. (INETER). (2015). Dirección general de meteorología, datos de los parámetros climatológicos de las precipitaciones y temperaturas medias de Aeropuerto Internacional de Managua, Nicaragua.
- Ibáñez, S. (2010). Características Del Infiltrómetro De Doble Anillo. P.10.
- Levitt, J. 1980. Respuestas de las plantas al estrés ambiental. Académico Press, Nueva York, NY.
- Nisperuza, E; Córdoba, G. & Bruzon, H. 1985. Riego de pastos. p. 48.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (2009). Guía para la descripción de suelos. p. 111.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). (1990). Guía para la descripción de suelos. p. 70.

- Pachas. (2009) Torres y Villate. (2001). El Levantamiento Topográfico: Uso Del Gps Y Estación Total. p. 22.
- Rosales, C.1968. Guía para el manejo de los pastos más importantes de Nicaragua. Banco Nacional de Nicaragua. 78p.
- Ríos, A. (2011). Máquinas Agrícolas, tracción animal e implementos manuales. Instituto de investigaciones de Ingeniería Agrícola.
- Tempanica (SF). Semillas tempate, guía de descripción de especies forrajeras. Central genética de Brasil, 16p
- UNAG. (Unión nacional de agricultores y ganaderos).1998. Manejo de pastos, colección de guía práctica para el ganadero. Managua, Nicaragua. 52p.
- Valdés. M., Abastida. I. 1993. Agroforestería y conservación de suelo. Sistemas silvopastoriles. Manual técnico # 5. Segualepeque, Honduras. 123p.
- .

XI. ANEXOS

Anexo 1. Procesamiento de información de doble cilindro

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA					
FACULTAD DE AGRONOMIA					
DEPARTAMENTO DE ING. AGRICOLA					
Fecha de la prueba: 25/09/2020					
Lugar: Centro de experimentación finca El plantel, lugar ISPAF, costado norte, plantación de plátano.					
Coordenadas geográficas: 0599124, 1340182					
Altitud: 108 m					
HORAS Y MINUTOS	Tiempo	Lecturas (cm)	Diferencias entre lecturas	tiempo acumulado (X)	Infiltración acumulada (mm) (y)
	Minutos				
09:50	0	8.5	0	0	0
09:51	1	7.7	0.8	1	0.80
09:52	1	6.9	0.8	2	1.60
09:53	1	6.2	0.7	3	2.30
09:54	1	5.5	0.7	4	3.00
09:55	1	4.9	0.6	5	3.60
9:56 / 9:59	1	4,4//12	0.5	6	4.10
9:57 /10:00	1	10.7	1.3	7	5.40
9:58 / 10:01	1	9.7	1	8	6.40
10:02	1	8.8	0.9	9	7.30
10:03	1	8	0.8	10	8.10
10:04	1	7.2	0.8	11	8.90
10:05	1	6.5	0.7	12	9.60
10:06	1	5.8	0.7	13	10.30
10:07	1	5.1	0.7	14	11.00
10:08	1	4,5/12	0.6	15	11.60
10:10	1	11.2	0.8	16	12.40
10:11	1	10.4	0.8	17	13.20
10:12	1	9.5	0.9	18	14.10
10:13	1	8.8	0.7	19	14.80
10:14	1	8	0.8	20	15.60
10:15	1	7.4	0.6	21	16.20
10:16	1	6.6	0.8	22	17.00
10:17	1	6	0.6	23	17.60
10:18	1	5.4	0.6	24	18.20
10:19	1	4.7	0.7	25	18.90
10:20	1	4,1/12	0.6	26	19.50
10:21	1	11.23	0.77	27	20.27
10:22	1	10.4	0.83	28	21.10

10:23	1	9.6	0.8	29	21.90
10:24	1	8.9	0.7	30	22.60
10:26	3	7.9	1	33	23.60
10:29	3	6.1	1.8	36	25.40
10:32	3	4,4/12	1.7	39	27.10
10:36	3	9.7	2.3	42	29.40
10:39	3	7.7	2	45	31.40
10:42	3	6	1.7	48	33.10
10:45	3	4,4/12	1.6	51	34.70
10:48	3	10	2	54	36.70
10:51	3	8.2	1.8	57	38.50
10:54	3	6.6	1.6	60	40.10
10:59	5	4,3/12	2.3	65	42.40
11:04	5	9.2	2.8	70	45.20
11:09	5	5.5	3.7	75	48.90
11:14	5	3,6/12	1.9	80	50.80
11:19	5	9.1	2.9	85	53.70
11:24	5	6.5	2.6	90	56.30
11:29	5	4,1/12	2.4	95	58.70
11:34	5	9.1	2.9	100	61.60
11:39	5	6.7	2.4	105	64.00
11:44	5	4,4/12	2.3	110	66.30
11:56	10	7.2	4.8	120	71.10
12:06	10	2,9/12	4.3	130	75.40
12:16	10	7.5	4.5	140	79.90
12:26	10	3,5/12	4	150	83.90
12:36	10	7.7	4.3	160	88.20
12:46	10	4,5/12	3.2	170	91.40
12:58	10	8.4	3.6	180	95.00
01:08	10	5,2/12	3.2	190	98.20
01:18	10	7.9	4.1	200	102.30
01:28	10	4,6/12	3.3	210	105.60
01:43	15	6,7/12	5.3	225	110.90
01:58	15	6,7/12	5.3	240	116.20
02:13	15	7/12	5	255	121.20
02:43	30	2,6/12	9.4	285	130.60
03:13	30	2,3/12	9.7	315	140.30
03:43	30	2.2	9.8	345	150.10

Anexo 2. Datos de campo del método doble cilindro

Tiempo acumulado	I (corregida) (mm)	V I (mm/hr)
0.02	0.78	47.03
0.03	1.36	40.90
0.05	1.88	37.69
0.07	2.37	35.56
0.08	2.83	34.00
0.10	3.27	32.77
0.12	3.70	31.77
0.13	4.12	30.93
0.15	4.53	30.20
0.17	4.92	29.57
0.18	5.31	29.01
0.20	5.70	28.50
0.22	6.07	28.05
0.23	6.44	27.63
0.25	6.81	27.25
0.27	7.17	26.90
0.28	7.52	26.57
0.30	7.87	26.27
0.32	8.22	25.98
0.33	8.57	25.71
0.35	8.91	25.46
0.37	9.24	25.22
0.38	9.58	25.00
0.40	9.91	24.79
0.42	10.24	24.58
0.43	10.56	24.39
0.45	10.89	24.20
0.47	11.21	24.03
0.48	11.53	23.86
0.50	11.84	23.70
0.55	12.78	23.24
0.60	13.70	22.84
0.65	14.61	22.48
0.70	15.50	22.14
0.75	16.37	21.84
0.80	17.24	21.55

0.85	18.10	21.29
0.90	18.94	21.05
0.95	19.78	20.82
1.00	20.61	20.61
1.08	21.97	20.28
1.17	23.31	19.98
1.25	24.63	19.70
1.33	25.93	19.45
1.42	27.22	19.21
1.50	28.49	18.99
1.58	29.75	18.78
1.67	30.99	18.59
1.75	32.23	18.41
1.83	33.45	18.24
2.00	35.85	17.92
2.17	38.22	17.63
2.33	40.55	17.37
2.50	42.85	17.13
2.67	45.12	16.91
2.83	47.36	16.71
3.00	49.57	16.51
3.17	51.76	16.33
3.33	53.93	16.17
3.50	56.07	16.01
3.75	59.25	15.79
4.00	62.38	15.58
4.25	65.48	15.39
4.75	71.56	15.05
5.25	77.52	14.75
5.75	83.37	14.48

Anexo 3. Corrección de datos método *Kostiakov*

MEDIA		Log t	Log i	X*Y	x ²	I (corregida)
x horas	y	x	y			
-	-	-	-	-	-	-
0.02	0.67	-1.699	- 0.176	0.299	2.89	0.78
0.03	1.30	-1.523	0.114	- 0.174	2.32	1.36
0.05	1.83	-1.301	0.263	- 0.342	1.69	1.88
0.07	2.27	-1.155	0.355	- 0.410	1.33	2.37
0.08	2.73	-1.097	0.437	- 0.479	1.20	2.83
0.10	3.03	-1.000	0.482	- 0.482	1.00	3.27
0.12	3.67	-0.921	0.564	- 0.520	0.85	3.70
0.13	4.27	-0.886	0.630	- 0.558	0.79	4.12
0.15	4.70	-0.824	0.672	- 0.554	0.68	4.53
0.17	5.20	-0.770	0.716	- 0.551	0.59	4.92
0.18	5.57	-0.745	0.746	- 0.555	0.55	5.31
0.20	5.97	-0.699	0.776	- 0.542	0.49	5.70
0.22	6.37	-0.658	0.804	- 0.529	0.43	6.07
0.23	6.80	-0.699	0.833	- 0.582	0.49	6.44
0.25	7.13	-0.602	0.853	- 0.514	0.36	6.81
0.27	7.50	-0.569	0.875	- 0.498	0.32	7.17
0.28	7.93	-0.553	0.899	- 0.497	0.31	7.52
0.30	8.37	-0.523	0.923	- 0.482	0.27	7.87
0.32	8.77	-0.495	0.943	- 0.467	0.24	8.22
0.33	9.17	-0.481	0.962	- 0.463	0.23	8.57
0.35	9.47	-0.456	0.976	- 0.445	0.21	8.91
0.37	9.87	-0.432	0.994	- 0.429	0.19	9.24
0.38	10.20	-0.420	1.009	- 0.424	0.18	9.58
0.40	10.57	-0.319	1.024	- 0.326	0.10	9.91
0.42	10.97	-0.377	1.040	- 0.392	0.14	10.24
0.43	11.33	-0.367	1.054	- 0.386	0.13	10.56
0.45	11.69	-0.347	1.068	- 0.370	0.12	10.89
0.47	12.10	-0.328	1.083	- 0.355	0.11	11.21
0.48	12.53	-0.319	1.098	- 0.350	0.10	11.53
0.50	12.93	-0.301	1.112	- 0.335	0.09	11.84
0.55	13.73	-0.260	1.138	- 0.295	0.07	12.78
0.60	14.73	-0.222	1.168	- 0.259	0.05	13.70
0.65	15.83	-0.187	1.200	- 0.224	0.04	14.61
0.70	16.97	-0.155	1.230	- 0.190	0.02	15.50
0.75	18.00	-0.125	1.255	- 0.157	0.02	16.37

0.80	18.83	-0.097	1.275	- 0.124	0.01	17.24
0.85	19.87	-0.071	1.298	- 0.092	0.00	18.10
0.90	20.87	-0.046	1.319	- 0.060	0.00	18.94
0.95	21.70	-0.022	1.336	- 0.030	0.00	19.78
1.00	22.53	0.000	1.353	0.00	0.00	20.61
1.08	23.93	0.033	1.379	0.046	0.00	21.97
1.17	25.43	0.068	1.405	0.096	0.00	23.31
1.25	27.20	0.097	1.435	0.139	0.01	24.63
1.33	28.43	0.124	1.454	0.180	0.02	25.93
1.42	29.90	0.152	1.476	0.225	0.02	27.22
1.50	31.20	0.176	1.494	0.263	0.03	28.49
1.58	32.57	0.199	1.513	0.301	0.04	29.75
1.67	33.93	0.223	1.531	0.341	0.05	30.99
1.75	35.10	0.243	1.545	0.376	0.06	32.23
1.83	36.20	0.262	1.559	0.409	0.07	33.45
2.00	38.60	0.301	1.587	0.478	0.09	35.85
2.17	40.67	0.336	1.609	0.541	0.11	38.22
2.33	43.00	0.367	1.633	0.600	0.13	40.55
2.50	45.00	0.398	1.653	0.658	0.16	42.85
2.67	47.07	0.427	1.673	0.713	0.18	45.12
2.83	49.20	0.452	1.692	0.764	0.20	47.36
3.00	51.27	0.477	1.710	0.816	0.23	49.57
3.17	52.97	0.501	1.724	0.864	0.25	51.76
3.33	54.97	0.522	1.740	0.909	0.27	53.93
3.50	56.73	0.544	1.754	0.954	0.30	56.07
3.75	59.27	0.574	1.773	1.018	0.33	59.25
4.00	61.93	0.602	1.792	1.079	0.36	62.38
4.25	64.53	0.628	1.810	1.137	0.39	65.48
4.75	68.37	0.677	1.835	1.242	0.46	71.56
5.25	72.90	0.720	1.863	1.341	0.52	77.52
5.75	77.40	0.760	1.889	1.435	0.58	83.37

Anexo 4. Proceso de cálculo para corrección de infiltración método *Kostiakov*

Donde:

- m: Pendiente de la curva de infiltración tendencia positiva
- I: Infiltración corregida
- k: coeficiente de la fórmula de Kostiakov-Lewis
- b: coeficiente de la fórmula de Kostiakov-Lewis
- n: número de datos

$$m = \frac{\sum X \cdot Y - \frac{[(\sum X) \cdot (\sum Y)]}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} \quad 0.80$$

$$I = K \cdot T^m \quad I = 20,61 \cdot t^{0,80} \quad \text{corregida}$$

$$y = M(\bar{X}) + b$$

$$\bar{X} = \sum X / n$$

$$\bar{X} = -0.18$$

$$\bar{Y} = \sum Y / n$$

$$\bar{Y} = 1.17$$

$$b = \bar{Y} - m \bar{X}$$

$$b = 1.31284$$

Despejando:

$$b = \log K$$

$$K = \text{antilog } B$$

$$K = 10^{1,314}$$

$$K = 20.61$$

Anexo 5. Proceso de cálculo para velocidad de infiltración

Donde:

- m: Pendiente de la curva de velocidad de infiltración
- VI: Velocidad de infiltración corregida
- I: Infiltración acumulada
- t: Tiempo acumulado
- k: coeficiente de la fórmula de Kostiakov-Lewis
- b: coeficiente de la fórmula de Kostiakov-Lewis
- n: número de datos

$$VI = \frac{I \text{ acumul}}{t \text{ acumul}}$$

$$m = \frac{\sum X \cdot Y - \frac{(\sum X) \cdot (\sum Y)}{n}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} \quad - 0.20$$

$$y = M(\dot{X}) + b$$

$$\dot{X} = \sum X / n \quad \dot{X} = -0.18$$

$$b = \dot{Y} - m \dot{X} \quad \dot{Y} = 1.35$$

$$m(\dot{X}) = 0.04 \quad b = 1.31367476$$

Despejando:

$$b = \log K \quad K = \text{antilog} B$$

$$K = 10^{1,314} \quad K = 20.61$$

$$VI = K \cdot T^m \quad VI = 20,61 \cdot t^{-0,20}$$

Anexo 6. Datos de infiltración corregidos

Tiempo acumulado	I (corregida) (mm)
-	-
0.02	0.78
0.03	1.36
0.05	1.88
0.07	2.37
0.08	2.83
0.10	3.27
0.12	3.70
0.13	4.12
0.15	4.53
0.17	4.92
0.18	5.31
0.20	5.70
0.22	6.07
0.23	6.44
0.25	6.81
0.27	7.17
0.28	7.52
0.30	7.87
0.32	8.22
0.33	8.57
0.35	8.91
0.37	9.24
0.38	9.58
0.40	9.91
0.42	10.24
0.43	10.56
0.45	10.89
0.47	11.21
0.48	11.53
0.50	11.84
0.55	12.78
0.60	13.70
0.65	14.61
0.70	15.50

0.75	16.37
0.80	17.24
0.85	18.10
0.90	18.94
0.95	19.78
1.00	20.61
1.08	21.97
1.17	23.31
1.25	24.63
1.33	25.93
1.42	27.22
1.50	28.49
1.58	29.75
1.67	30.99
1.75	32.23
1.83	33.45
2.00	35.85
2.17	38.22
2.33	40.55
2.50	42.85
2.67	45.12
2.83	47.36
3.00	49.57
3.17	51.76
3.33	53.93
3.50	56.07
3.75	59.25
4.00	62.38
4.25	65.48
4.75	71.56
5.25	77.52
5.75	83.37

Anexo 7. Ficha técnica Cañón Dúplex

Duplex Círculo Completo



Boquilla (mm)	Presión		Radio Metros	Descarga		Tasa de PPT	
	kg/cm ²	PSI		LPS	GPM	mm/hr	in/hr
12x8	1.5	22	20	2.65	42	7.5	0.30
	2	29	23	3.07	49	6.6	0.26
	3	44	27	3.73	59	5.8	0.23
	4	56	30	4.32	68	5.4	0.21
14x8	2	29	25	3.83	61	7.0	0.28
	3	44	29	4.67	74	6.3	0.25
	3	56	32	5.42	86	6.0	0.24
	5	70	34	6.07	96	6.0	0.24
16x8	2	29	27	4.70	74	7.3	0.29
	3	44	31	5.73	91	6.8	0.27
	4	56	34	6.65	105	6.5	0.26
	5	70	37	7.43	118	6.2	0.24
18x8	2	29	28	5.72	91	8.3	0.33
	3	44	33	7.23	115	7.6	0.30
	4	56	36	8.43	134	7.4	0.29
	5	70	40	9.35	148	6.7	0.26
20x8	2	29	29	6.85	109	9.3	0.37
	3	44	34	8.67	137	8.5	0.33
	4	56	38	10.10	160	8.0	0.31
	5	70	43	10.95	174	6.7	0.26

Anexo 8. Calculo Eto con CROPWAT

Mes	Temp Min °C	Temp Max °C	Humedad %	Viento km/día	Insolación horas	Rad MJ/m ² /día	ETo mm/día
Enero	21	36	76	5	7.1	17.4	3.46
Febrero	21	35	75	7	7.8	19.8	3.92
Marzo	22	36	74	6	8.5	22.1	4.5
Abril	24	35	75	6	8.2	22.2	4.59
Mayo	25	37	75	5	8.4	22.2	4.81
Junio	24	34	78	4	7.3	20.2	4.26
Julio	24	35	78	4	7.3	20.3	4.32
Agosto	23	33	78	4	7.2	20.4	4.22
Septiembre	23	32	80	3	6.4	19	3.88
Octubre	23	31	81	3	5.5	16.7	3.34
Noviembre	23	32	80	3	6	16.1	3.17
Diciembre	23	32	76	4	7.1	17	3.2
Promedio							4.09

Anexo 9. Costos, presupuesto y cantidad de materiales.

SISTEMA DE RIEGO POR ASPERSION SEMI-MOVIL			
<u>COSTOS DE PROYECTO.</u>		- DATOS TÉCNICOS -	
1.- Cultivo:	Pasto Mombaza		
2.- Sistema de Riego:	Cañon	Presión en la descarga (PSI):	44
3.- Espac. / Aspersor (m):	30,00	Caudal gpm:	548
4.- Espac. / Later. (m):	30,00	Q emisor:	137
5- N° aspersores regando	4,00	N° aspersores totales:	8
6- Area Ha:	9,0		
Fecha:	10/12/2020		
<u>HOJA DE COSTOS.</u>			
I. EQUIPO DE RIEGO.			
CANTIDAD	DESCRIPCION	COST. UNIT.	COST. TOTAL
8	Cañon Duplex 2 pulgadas	180,00	1440,00
8	Elevador 3/4" x 2 mts mas tripode	100,00	800,00
13,00	Hidrante de aluminio 4"	30,00	390,00
2,00	Codo PVC de 4" y 3" x 90	20,00	40,00
2,00	Tapon final de PVC de 3" y 4"	20,00	40,00
8,00	Te para elevador	25,00	200,00
77,00	Tubos riego movil de PVC 4" x 6 metros más acoples	60,00	4620,00
1,00	valvula Check horizontal de 4" completa	150,00	150,00
0,00	Sarta de descarga 3"	40,00	0,00
3,00	Válvula de aire ARC-P 1"	25,00	75,00
1,00	Manometro de glicerina	20,00	20,00
	COSTO TOTAL EQUIPO DE RIEGO.		7,775,00
II. TUBERIA P.V.C.			
CANTIDAD	TUBERÍA PVC	COST. UNIT.	COST. TOTAL
38	Tubo 4" x 20' SDR 41.	10	380
0	Tubo 2" x 20' SDR 41.	5	0
	Lote de accesorios pvc + pegamento (15%).		57
	COSTO TOTAL PVC		437,00
III. COSTOS DE INSTALACION.			
CANTIDAD	DESCRIPCION	COST. UNIT.	COST. TOTAL

4,0	Instalación	60	240
1	Ingeniero supervisor	150	150
4	Transporte	100	400
1	Otros	100	100
COSTO TOTAL INSTALACION.			890,00

IV. COSTOS DE EQUIPO DE BOMBEO

CANTIDAD	EQUIPO DE BOMBEO	COST. UNIT.	COST. TOTAL
0	Motobomba de altapresión modelo 2020	1000	0
0	Manguera de succión de 3" x 6 metros	81,494	0
0	Acople rápido de aluminio de 3"	58	0
0	Brida metálica en U de 3"	5,6	0
0	Válvula pie pvc 3"	57,82	0
COSTO TOTAL EQUIPO DE RIEGO.			-

V. COSTO TOTAL DEL PROYECTO

SUB-TOTAL	U\$	9,102,00
C/EQUIPO RIEGO MZ	U\$	863,89
C / PVC MZ	U\$	48,56
C/INSTALACION MZ	U\$	98,89
C/EQUIPO BOMBEO MZ	U\$	0,00
COSTO TOTAL MZ	U\$	1,011,33