



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

TRABAJO DE DIPLOMA

Título: Evaluación y manejo de los recursos hídricos para el riego en la finca Familiar Campesina "Los Alonsos" del municipio Matanzas.

Autor (a): Jesús David Pérez García

Tutor: M.Sc. Ramón Tomás Turruelles Hidalgo

Matanzas, 2022

PENSAMIENTO



El agua es la fuerza
motriz de toda la
naturaleza.

Leonardo Da Vinci.

DECLARACIÓN DE AUTORIDAD

Declaro que yo, Jesús David Pérez García soy el único autor de este Trabajo de Diploma por lo que autorizo a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Matanzas a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Firma:

DEDICATORIA

A mis padres, porque sé que les hace tanta ilusión como a mí, la culminación de mis estudios universitarios.

A mi esposa por apoyarme en todo momento y ser testigo de cada hora de estudio y sacrificio.

A mis abuelas, que sepan que sus consejos no fueron en vano.

A toda mi familia y amigos.

AGRADECIMIENTOS

Más que una formalidad considero de suma importancia agradecer a todos los que de una forma u otra ayudaron a la realización de este trabajo de diploma:

A mis padres por su apoyo y consejos en estos años de carrera.

A mi esposa por los ánimos en momentos de estrés y por confiar siempre en mí

A mi tutor M. Sc. Ramón Tomás Turruelles Hidalgo, porque esta tesis, tiene mucho de su inteligencia y dedicación.

A todos mis amigos, mis compañeros de aula, de estudios, de risas y años que no se olvidan.

A toda mi familia en general, mis hermanos, mis tíos, mis primos, mis suegros, gracias por los buenos deseos y la fe.

Y a todos los profesores que me brindaron sus conocimientos a lo largo de estos años de estudio.

Muchas gracias a todos.

OPINIÓN DEL TUTOR

El Trabajo de Diploma, titulado " Evaluación y manejo de los recursos hídricos para el riego en la finca "Los Alonsos" del municipio Matanzas." que se presenta ha tenido como objetivo general la evaluación de la disponibilidad de los recursos hídricos y proceso de adopción de manejo de tecnologías que favorecen su uso eficiente y permiten mitigar los efectos del cambio climático mediante la aplicación del conocimiento científico, y la capacitación y acompañamiento al productor en la finca familiar campesina "Los Alonsos", se ha desarrollado sobre la base de la aplicación de métodos de investigación científica y de la aplicación de las herramientas que brinda informatización de los procesos agropecuarios en la actualidad. Se basa en la metodología recomendada para el manejo de los recursos hídricos, propuesta por la Secretaría de Agricultura y Pesca de España en documento titulado Plan Nacional de Regadíos-Horizontes 2008. El esquema metodológico fue adaptado a las necesidades de trabajo del autor, basadas en la propuesta de Resultados de la aplicación de la metodología para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en la Cuenca Hidrográfica Cochino-Bermejo (Hernández Acevedo y González Hernández, 2013).

La actualidad de los resultados y pertinencia es significativa al proveer de una información actual y perspectiva de datos agronómicos, para el manejo de los recursos hídricos en la finca familiar campesina que son de interés específico para el productor y personal involucrado en los procesos productivos de la misma, así como profesores y estudiantes de la carrera Agronomía que se insertan de práctica laboral e investigaciones. Además, soluciona un problema técnico productivo, que permitirá una mayor eficiencia en el uso y manejo de los recursos que existen en la unidad de producción seleccionada.

El estudiante ha desarrollado el trabajo con una total independencia, demostrando en primer lugar poseer conocimientos amplios del tema y su empleo como herramienta de trabajo y en la búsqueda de la información necesaria para su desarrollo. Ha demostrado posee valores de sencillez, humildad, honestidad y laboriosidad, así como el amor a la naturaleza y las personas que dedican su labor fundamental a la producción de alimentos, tarea de primer orden en la actualidad.

Se concluye que el autor del presente Trabajo de Diploma es merecedor de la máxima calificación y por tanto del otorgamiento del título de Ingeniero Agrónomo, teniendo en cuenta que ha cumplido con un proceso complejo y de dedicación, caracterizado por dos etapas fundamentales, el trabajo de obtención de datos en el campo y luego el trabajo de gabinete.

Tutor: M. Sc. Ramón T. Turruelles Hidalgo.

RESUMEN

El presente trabajo se realiza en la finca familiar campesina Los Alonsos, ubicada en la cuenca hidrográfica Canímar, unidad natural para el desarrollo agrícola y ambiental del territorio de Matanzas, dónde se realiza una caracterización de los recursos hídricos, el comportamiento de los elementos agroclimáticos, las características hidrofísicas de los suelos típicos y las clases agrológicas, así como los sistemas de riego empleados. Se evalúa además la disponibilidad de los recursos hídricos utilizando el software CROPWAT 8.0 para calcular la demanda hídrica de los cultivos establecidos y prospectivos y datos del suelo, clima y precipitaciones medias del 2016 a octubre del 2022, lo que permite ofrecer al productor una información precisa para el uso y manejo eficiente del recurso agua, contribuyendo así a la mitigación de los efectos del cambio climático.

SUMMARY

The present work is carried out in the peasant family farm Los Alonsos, located in the Canímar hydrographic basin, natural unit for the agricultural and environmental development of the Matanzas territory, in which a characterization of the water resources, the behavior of the agroclimatic elements, the hydrophysical characteristics of the typical soils and the agrological classes, as well as the irrigation systems used are carried out. The availability of water resources is also evaluated using the CROPWAT 8.0 software to calculate the water demand of established and perspective crops and data on soil, climate and average rainfall data from 2016 to October 2022, which provides the producer with accurate information for the efficient use and management of water resources, thus contributing to the mitigation of the effects of climate change.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
DESARROLLO	5
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
1. Situación de los recursos hídricos en Cuba	5
2. Impactos del cambio climático sobre la disponibilidad de los recursos hídricos en Cuba.	8
3. Proyección para el manejo de los recursos hídricos.	11
3.1. Objetivos específicos.	12
3.2. Líneas de acción priorizadas.	13
4. Gestión del agua por los protagonistas de la agricultura familiar: los campesinos.	15
MATERIALES Y MÉTODOS	18
1. Descripción del área donde se desarrolla la investigación.	18
2. Mediciones que se realizaron durante la investigación.	20
3. Modelos matemáticos y paquetes estadísticos que se emplean. ..	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
CONCLUSIONES	48
ANEXOS	51

INTRODUCCIÓN

La producción de alimentos de manera sostenible depende cada vez más del empleo de prácticas racionales y eficaces en cuanto a la utilización y conservación del agua, consistentes estas principalmente, en la gestión planificada de los riegos, y en la ordenación del agua en las zonas de secano, el suministro de agua para el ganado, la pesca en aguas interiores y la agrosilvicultura. El logro de la seguridad alimentaria es una cuestión a la que muchos países conceden una alta prioridad y la agricultura no sólo debe proporcionar alimentos para poblaciones en aumento, sino que también debe permitir reservar agua para otros usos. Se trata de elaborar y aplicar métodos de gestión y tecnologías de ahorro de agua, y mediante el aumento de la capacidad, permitir a las comunidades que establezcan instituciones e incentivos para que la población rural adopte nuevos enfoques tanto para la agricultura de secano como para la de riego.

Los recursos hídricos deben responder a múltiples demandas: agua potable, higiene, producción de alimentos, energía y bienes industriales, y mantenimiento de los ecosistemas naturales. Sin embargo, los recursos hídricos son limitados y están inapropiadamente distribuidos. Esto complica la gestión del agua y, sobre todo, las labores de los responsables de la toma de decisiones, que han de afrontar el desafío de gestionar y desarrollar de forma sostenible unos recursos sometidos a las presiones del crecimiento económico, el gran aumento de la población y el cambio climático.

La competencia por el agua constituye un problema de actualidad en el mundo, entre 1996 y el 2030 se incrementará en un 27% las tierras bajo riego, para el mismo período, el uso de agua para riego sólo aumentará un 12%. Las limitaciones de agua tanto en calidad como en cantidad constituyen una condición que restringe el desarrollo agropecuario en (Bonet *et al.*, 2019).

Poder afrontar la demanda creciente de agua supone contar con soluciones específicas a problemas particulares. Las estrategias de prevención y las nuevas tecnologías capaces de aumentar los recursos hídricos naturales existentes, reducir la demanda y mejorar la eficiencia, forman parte de la respuesta frente a la carga creciente que soportan los recursos hídricos de que se dispone.

En el pasado, se optó por soluciones tales como el almacenamiento de la escorrentía en embalses, los trasvases desde zonas ricas en agua a regiones con escasez hídrica o la extracción de recursos de los acuíferos. Para poder satisfacer la demanda actual y futura de agua, también se debería prestar más atención a enfoques tales como el uso innovador de las fuentes de agua naturales o las nuevas tecnologías. Los recursos hídricos no convencionales, derivados de la reutilización o la desalinización del agua, se utilizan cada vez con más frecuencia. La captación de agua de lluvia en el propio lugar donde tienen lugar las precipitaciones es otro de los métodos utilizados para incrementar la disponibilidad de fuentes de agua naturales.

Los enfoques de reducción de la demanda de agua y de mejora de la eficiencia deben formar parte integral de la gestión moderna de los recursos hídricos. En la mayoría de los climas áridos afectados por la escasez de agua, existen tradiciones ancestrales para conservar el agua. Estas se han mantenido o han sido reforzadas por prácticas de gestión de la demanda basadas en la eficiencia.

La agricultura en la provincia Matanzas utiliza el 20% del agua disponible, la economía en general utiliza el 31,5% de todo el recurso en la provincia y quedan disponibles sin utilizar 68,5%. Las prolongadas sequías y la sobreexplotación de los principales acuíferos han provocado el descenso de sus niveles hasta un estado bueno.

Como consecuencia del cambio climático, nuestros recursos naturales están siendo afectados, el agua entre ellos. La disponibilidad de agua subterránea en la mayoría de las áreas dedicadas a la agricultura en la provincia es limitada, así sucede por ejemplo en las áreas dedicadas a la producción agropecuaria en el municipio Matanzas, en el cual las características geológicas de la zona determinan que los gastos disponibles no sobrepasan los 3 L/s, valores que solo permiten la instalación de tecnologías de poca demanda. Las nuevas tecnologías se orientan a reducir el impacto negativo en el ambiente, y la degradación de los recursos renovables, como el agua y el suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2016).

El municipio Matanzas de la provincia del mismo nombre tiene significativa repercusión en las producciones agropecuarias para el abastecimiento a la población de la capital provincial, básicamente provenientes de las fincas familiares campesinas, algunas de

ellas seleccionadas para la implementación del proyecto Bases Ambientales para la Seguridad Alimentaria Local (BASAL), el cual ha propiciado la entrada de tecnologías que favorecen el uso eficiente del agua y a su vez mitigar los efectos del cambio climático.

Entre los principales problemas detectados en la Finca Familiar Campesina “Los Alonsos” en relación al uso del agua, se encuentran: los sistemas de riego con baja eficiencia de aplicación, información insuficiente sobre la disponibilidad y calidad del agua, la falta de acompañamiento a los productores en la explotación y manejo del riego e insuficiente capacitación en temas relacionados con el uso eficiente del agua y la energía.

Durante la ejecución del proyecto para el trabajo de diploma se trazó una estrategia adecuada a las características del municipio, cultura de riego y disponibilidad de agua, fortalezas, debilidades y estrategias para el uso eficiente de los recursos hídricos en la finca "Los Alonsos", siempre acompañado del productor responsable de la misma.

El estudio tiene como objetivo evaluar la disponibilidad y proceso de adopción de manejo de tecnologías que favorecen el uso eficiente de los recursos hídricos y permiten mitigar los efectos del cambio climático mediante la aplicación del conocimiento científico, y la capacitación y acompañamiento al productor.

PROBLEMA PROFESIONAL

En la Finca Familiar Campesina “Los Alonsos”, como resultado del diagnóstico de la disponibilidad y manejo de los recursos hídricos para el riego, se pudo constatar que la explotación y manejo del riego, muestran una baja eficiencia.

HIPÓTESIS

El manejo adecuado de las tecnologías para la explotación de los recursos hídricos naturales existentes en la finca familiar campesina "Los Alonsos" en la actividad del riego; reducir la demanda y mejorar la eficiencia, forman parte de la respuesta frente a la carga creciente que soportan los recursos hídricos de que se dispone, resultando con ello poder afrontar el desafío de gestionar y desarrollar de forma sostenible unos recursos sometidos a las presiones del crecimiento económico, aumento creciente de las necesidades alimentarias de la población y el cambio climático.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la disponibilidad de los recursos hídricos y proceso de adopción de manejo de tecnologías que favorecen su uso eficiente y permiten mitigar los efectos del cambio climático mediante la aplicación del conocimiento científico, y la capacitación y acompañamiento al productor en la finca familiar campesina "Los Alonsos".

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar las tendencias actuales en lo referente al estado y manejo de los recursos hídricos para el riego en la agricultura.
2. Caracterizar la disponibilidad de los recursos hídricos, el comportamiento de los elementos agroclimáticos, las características hidrofísicas de los suelos típicos, los cultivos establecidos y perspectivas según recomendaciones dadas a partir de las clases agrológicas de los suelos del área de estudio y las demandas hídricas de los mismos y los sistemas de riego empleados en la finca familiar campesina.
3. Proponer el manejo adecuado de las tecnologías de riego que garanticen su uso eficiente y permitan mitigar los efectos del cambio climático.

DESARROLLO

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Situación de los recursos hídricos en Cuba

El incremento de la superficie cultivada del mundo se ha incrementado en los últimos 50 años, esto ha conllevado a que las superficies bajo riego hayan aumentado, lo que supone la mayor parte del incremento neto de la tierra cultivada. Entre tanto, la producción agrícola se ha ido multiplicando en más del 2,5; gracias al aumento significativo del rendimiento de los principales cultivos y considerando el avance tecnológico y el empleo de sistemas de riego más eficientes y económicos.

Sin embargo, en algunas regiones los logros en la producción han estado asociados a la degradación de los recursos de tierras y aguas y al deterioro de los bienes y servicios de los respectivos agroecosistemas. Algunos de estos bienes y servicios son la biomasa, el almacenamiento del carbono, la salud del suelo, el almacenamiento y suministro de agua, la biodiversidad y diversos servicios sociales y culturales. La agricultura utiliza ya el 11% de la superficie mundial de tierras para la producción agrícola. También hace uso del 70% de toda el agua extraída de acuíferos, corrientes fluviales y lagos. Las políticas agrícolas han beneficiado principalmente a los agricultores con tierras productivas y acceso al agua, pero han marginado a la mayoría de los productores a pequeña escala, que siguen atrapados en una situación de pobreza y extrema vulnerabilidad, degradación de las tierras e inseguridad climática (FAO, 2012).

El agua resulta ser un recurso natural muy interesante, no solo porque propició la vida en la Tierra y porque por su conducto se contraen enfermedades e incluso se encuentra la muerte, sino porque se trata de un recurso natural, finito, escaso, renovable y vulnerable, que se distribuye irregularmente en el tiempo y en el espacio. A partir de los momentos iniciales de la Tierra se ha producido una contracción de su potencial hídrico con el paso del tiempo. Fueron apareciendo las diferentes formas de vida hasta llegar al ser humano y con él, las diferentes ramas productivas, en especial, la agricultura y la ganadería, luego las industrias, los grandes asentamientos y ciudades. En fin, toda una gama de demandas crecientes cuya satisfacción proviene solamente de la naturaleza.

Si se considera toda el agua que existe en la Tierra, el volumen es asombrosamente enorme, unos 1 400 millones de km³, sin embargo, de todo ello solamente el 3% es agua dulce, y de ésta casi el 70% se encuentra en las capas de hielo de los polos y en los glaciares como se ilustra en la figura 1.

En realidad, el agua aprovechable para el uso humano y el mantenimiento de los ecosistemas es una cifra realmente baja, y solo alcanza el 0,7% del volumen total (200 mil km³ entre superficial y subterránea). La distribución natural del agua es muy desigual en las distintas regiones del planeta y según la época del año. Hoy día se evalúan diferentes indicadores que evidencian una crisis mundial del agua: Cerca del 40% de la población vive en países con estrés hídrico entre moderado y severo; la sexta parte de la población no tiene acceso al agua potable y casi el 40% carece de saneamiento.

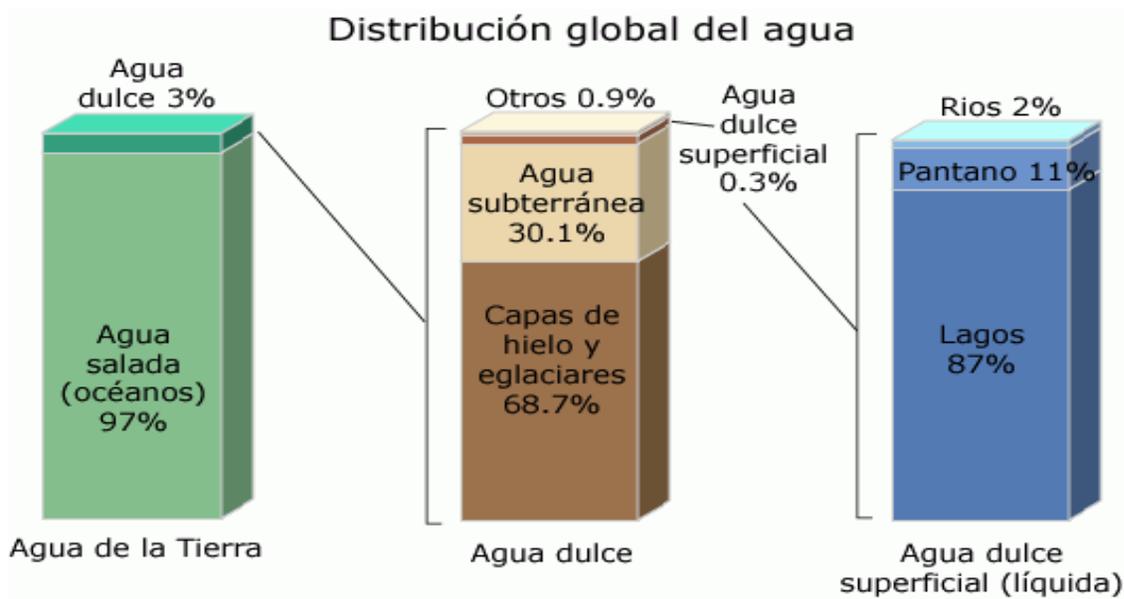


Figura 1. Distribución del agua en la Tierra (USGS 2015).

Fuente: Díaz Duque, 2016.

La Estrategia Ambiental Nacional 2016 - 2020 (EAN) se identifica como a la carencia y dificultades con el manejo, la disponibilidad y calidad del agua, como uno de los se identifican los principales problemas ambientales de Cuba. En tal sentido la EAN 2016 - 2020, expresa dentro de los objetivos estratégicos generales, armonizados estos con la propuesta de objetivos generales del eje estratégico "Recursos Naturales y Medio Ambiente del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030: Propuesta de

Visión de la Nación, Ejes y Sectores Económicos Estratégicos, el siguiente: "Garantizar un uso racional de los recursos naturales y la conservación de los ecosistemas, como base de la sostenibilidad del desarrollo" y dentro de las direcciones estratégicas: La gestión racional de los recursos naturales; entre otras.

Es conocido que Cuba carece de abundantes recursos hídricos y la única fuente de formación lo constituyen las precipitaciones aprovechables que ocurren en un período relativamente corto en el año. La intensificación y recurrencia de los períodos de sequía, el uso ineficiente de este recurso, y el deterioro sufrido por la contaminación lo coloca en una situación crítica en algunas regiones del país.

García (2007) destaca que el potencial hídrico de Cuba asciende a 38,1 km³, localizados en 652 cuencas hidrográficas, de los cuales 31,6 km³ (73,4%) corresponden a las aguas superficiales y 6,5 km³ (26,6%) a las aguas subterráneas. De este potencial solo son aprovechables 24 km³ y de ellos están disponibles 13,6 km³, con una mayor incidencia en las aguas superficiales (67%). Según los Objetivos de Desarrollo del Milenio, presentados en el Segundo Informe de Cuba en julio de 2005, el desarrollo hidráulico cubano ha posibilitado utilizar el 57% de los recursos hídricos aprovechables, mediante la creación de la infraestructura técnica pertinente para incrementar en 200 veces la capacidad de embalse del país y lograr que el 96% de toda la población tuviese acceso al agua potable y el 95% al saneamiento.

Esto determina que, en correspondencia con la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de la Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el Índice Clásico de Disponibilidad de unos 1 245 m³/habitante/año esté clasificado como Muy Bajo (Cuba, 2008).

Constituye la agricultura el sector que utiliza un porcentaje mayor del agua que se extrae anualmente (57%) y del agua entregada, se pierde alrededor del 60% por el mal estado de canales y tuberías, así como las tecnologías en explotación.

Aún es débil la respuesta del planeamiento estratégico a situaciones como intensas sequías e inundaciones, que debieran estar estudiadas según diferentes escenarios adversos, disponibilidades de agua por provincia, estrategia de movimientos de agua,

etc., aplicando el principio preventivo y empleando tecnologías novedosas para la alerta temprana y reducción de vulnerabilidades.

Aún no se actualizan y utilizan adecuadamente los índices de consumo por unidad de producto o servicio y persiste una baja cultura con respecto al uso racional del recurso en los sectores de la producción y los servicios. En general, es bajo el reuso del agua y la “cosecha” de agua de lluvia.

La carga contaminante que ingresa a las aguas terrestres ha comprometido en muchos casos su capacidad de autodepuración. A lo anterior se unen los incrementos de los niveles de sales solubles en las aguas de los acuíferos cársicos costeros por intrusión salina, debido, tanto a causas naturales como a inadecuados regímenes de explotación. Las intensas sequías y la sobreexplotación de los principales acuíferos han provocado el descenso de sus niveles hasta un estado crítico.

Por otra parte, es conocido que, todo déficit de agua, producirá una disminución en los rendimientos. Sin embargo, hay etapas o estados fenológicos en el desarrollo de un cultivo, en donde el efecto detrimental de un estrés hídrico es mayor. Dichos estados corresponden a una fase de activo crecimiento o división celular donde, en un breve período de tiempo, ocurren grandes cambios de tamaño en algún componente de producción a la planta. Déficit hídrico suaves que hubiesen producido una disminución leve en el rendimiento final en otros estados fenológicos del cultivo, causan grandes detrimentos en la producción si ocurren en algún período crítico al déficit hídrico.

De este modo, el resultado de numerosas investigaciones confirma que el efecto de la falta de humedad en el suelo sobre el rendimiento final de los cultivos, depende del estado fenológico de la planta al momento del déficit hídrico.

Stewart *et.al* (1977), Stewart y Nielsen (1990), entregan información de períodos críticos de algunos cultivos al déficit hídrico, los cuales son resumidos en la siguiente tabla:

2. Impactos del cambio climático sobre la disponibilidad de los recursos hídricos en Cuba.

Se considera necesario, antes de realizar el análisis de los impactos del cambio climático sobre la disponibilidad de los recursos hídricos en Cuba, la observancia de los factores de origen natural y antrópicos que intervienen en la carencia de agua en Cuba, para ellos se tomarán aquellos factores identificados por Díaz (2011), quien citó los siguientes:

- a) El carácter insular del país, conformado por una isla grande alargada y estrecha y por numerosas islas, cayos e islotes.
- b) La disposición y estructura del relieve, que determinan la existencia de un parte aguas central a lo largo de la isla mayor, en la dirección de su eje longitudinal, con dos vertientes, septentrional y meridional, en las que corren casi todos los ríos, en dirección transversal, con un régimen variable en sus caudales en dependencia de las precipitaciones y con un curso relativamente corto.
- c) Casi un 70% de las áreas que ocupan las formaciones acuíferas son de origen cárstico.
- d) El predominio de ríos de pequeña longitud (menor de 40 km) y cuencas hidrográficas con menos de 200 km² de superficie.
- e) La ubicación de los principales acuíferos cubanos en las zonas costeras, con un carácter semiconfinado por lo que sus aguas se encuentran en contacto directo con el agua de mar.
- f) La baja disponibilidad natural del agua, la que solo alcanza 1245 m³ por habitante al año para todos los usos (Cuba, 2008).
- g) La tendencia decreciente de la media histórica nacional de las precipitaciones, al disminuir 133 mm en el período 1961-2000 con respecto al anterior período 1931-1960, siendo la nueva media de referencia de 1335 mm. Decreciendo en las tres regiones del país, particularmente en la región oriental con 260 mm menos, con singular impacto negativo en la cuenca del río Cauto con 367 mm menos y en la cuenca Guantánamo-Guaso con 154 mm menos (Cuba, 2006).
- h) La intrusión de la cuña salina. Este aspecto ha sido estudiado por numerosos investigadores dado el paulatino deterioro que ha sufrido la calidad de las aguas en las zonas costeras.
- i) La sobreexplotación de algunas cuencas hidrográficas, tanto superficiales como subterráneas: la extracción de agua es superior a la recarga.

- j) La contaminación de los cuerpos de agua producto del vertimiento de residuales provenientes principalmente de asentamientos humanos, granjas porcinas, centrales azucareros e industrias.

Por otra parte, adicionando a los factores señalados, se manifiestan los impactos del cambio climático en el régimen hídrico y en la disponibilidad de agua, particularmente para Cuba por su condición de archipiélago. El incremento de la temperatura media en la tierra lleva aparejado la elevación del nivel de los océanos y mares por lo que la cuña salina avanzará hacia el interior, incrementando la salinización de los acuíferos costeros y disminuyendo por tanto el volumen de agua dulce aprovechable. Los procesos de sequía se producirán con mayor intensidad, extensión territorial y frecuencia afectando las reservas de agua dulce, tanto superficiales como subterráneas (Díaz, 2008).

Coincidiendo con Díaz (2008) que los impactos globales del cambio climático son hoy ampliamente reconocidos por la ciencia y como resultado de este fenómeno a gran escala, el clima en Cuba está cambiando, con manifestaciones evidentes en el aumento de la temperatura, modificaciones del régimen de lluvias, la elevación del nivel medio del mar y el incremento de la frecuencia y extensión de las sequías, entre otros efectos.

Desde comienzo de la década de los 90, Cuba ha prestado especial atención al tema del cambio climático, incorporándolo desde entonces en su agenda ambiental.

Desde ese momento, se han llevado a cabo estudios relevantes sobre los impactos del cambio climático y la adaptación. Entre estos, los más significativos han sido aquellos que se desarrollaron en el marco de la Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático y el Macroproyecto sobre vulnerabilidad costera del archipiélago cubano para los años 2050 - 2100 (Cuba, 2015).

Dichos estudios demuestran de manera fehaciente los impactos que a continuación se refieren.

Desde mediados del siglo pasado a la fecha, en apenas 60 años, la temperatura promedio anual en el archipiélago cubano ha aumentado en 0,9 °C. Este incremento está influido por el ascenso en 1,9 °C de la temperatura mínima promedio. Ello implica que está

disminuyendo la oscilación térmica media diaria en casi 2,0 °C, al tiempo que el verano se está expandiendo y el invierno se contrae.

En las últimas décadas se han incrementado los acumulados de precipitaciones en el período poco lluvioso, mientras que decrecen en la temporada lluviosa. La lámina de lluvia promedio anual ha descendido en un 10% con respecto al período 1931-1972. La frecuencia y extensión de las sequías se ha incrementado significativamente desde 1960, incidiendo particularmente en la región oriental del país, pasando posteriormente a las otras regiones en la medida que esta se ha ido intensificando y disminuyendo las reservas de agua.

El futuro climático de Cuba ha sido descrito como más cálido, seco y extremo. La temperatura media anual del aire pudiera incrementarse significativamente (hasta 4,5 °C respecto al decenio 1961-1990) para el año 2100, y se proyectan cambios en los regímenes de precipitaciones, acompañados de un descenso significativo de la lámina de lluvia promedio anual y una intensificación y expansión de la aridez y los procesos de sequía, avanzando del oriente al occidente del país.

En el caso del nivel del mar, las proyecciones futuras estiman ascensos en el orden de los 27 cm para el 2050, y de 85 cm para el 2100. Todo ello implicaría que el avance del mar contribuirá a la salinización de los acuíferos terrestres por el avance significativo de la llamada “cuña salina”.

La disponibilidad de agua se reducirá significativamente. En uno de los escenarios climáticos más favorables con relación al agua, su disponibilidad potencial en el 2100 podría reducirse a 24 km³, un 37% menos respecto a la línea base 1961-1990.

El sector agropecuario será severamente afectado. Se evidenciarán decrecimientos sostenidos en los rendimientos de los cultivos de papa y arroz, asociados en lo esencial, a la baja disponibilidad de agua y las altas temperaturas. En el caso particular del arroz, se estiman aún mayores afectaciones en áreas de cultivo próximas al mar, por la salinización y consecuente degradación de los suelos. Por otra parte, ya se evidencia afectación sobre el cultivo del tabaco. El elevado déficit de humedad durante su período de maduración está incidiendo sobre sus rendimientos.

3. Proyección para el manejo de los recursos hídricos.

3.1. Objetivos específicos.

La Constitución de la República (2019) en su artículo 75 postula que: "Todas las personas tienen derecho a disfrutar de un medio ambiente sano y equilibrado. El Estado protege el medio ambiente y los recursos naturales del país. Reconoce su estrecha vinculación con el desarrollo sostenible de la economía y la sociedad para hacer más racional la vida humana y asegurar la supervivencia, el bienestar y la seguridad de las generaciones actuales y futuras".

El ordenamiento legal en materia de medio ambiente se ha venido fortaleciendo significativamente y se marcan pautas en el área de la mitigación, (CITMA, s/f) mediante acciones por una mayor utilización de las fuentes renovables de energía y se establecen objetivos estratégicos en materia de la gestión racional de los recursos naturales, tales como:

- ✓ Potenciar el uso racional y productivo del agua en función del desarrollo socioeconómico del país.

Acciones:

- Incremento de la cobertura de hidrometría.
- Aumento de la eficiencia en los sistemas hidráulicos (redes, acueductos, canales de conducción y distribución).
- Actualización de las normas jurídicas relacionadas con el sector hídrico.
- Balance de agua como mecanismo de medición de la eficiencia y rendimiento en el uso del agua.
- Actualización del potencial hídrico del país.
- Ejecución de inversiones integrales que garanticen la disponibilidad y uso racional del agua.
- Incremento del reuso del agua en el sector agrícola, del turismo e industrial.

- ✓ Asegurar la gestión integrada y sostenible del agua por cuencas hidrográficas con vistas a su disponibilidad, protección y mantenimiento del ecosistema.

Acciones:

- Mejora del índice simplificado de gestión de cuencas hidrográficas de interés nacional.
- Control del índice de calidad de agua superficial en cuencas hidrográficas de interés nacional.

3.2. Líneas de acción priorizadas.

En las líneas de acción priorizadas (CITMA, s/f) se establecen las metas a lograr hasta el 2030, dentro de las cuales se considera hacer referencia a aquellas que tienen estrecha relación con el manejo de los recursos hídricos para el riego en la agricultura.

Lograr un índice de rendimiento en el riego agrícola (m^3/kg) según plan igual a 1 y una eficiencia por encima de 1,3.

Actualizar el potencial hídrico del país.

Lograr un índice simplificado de gestión de cuencas hidrográficas por encima de 70 puntos en las cuencas de interés nacional.

Evaluar de buena calidad más del 60% de las aguas superficiales de las cuencas de interés nacional y monitoreo de las capacidades de la fertilidad y calidad de agua de riego en los suelos agrícolas.

En correspondencia con lo antes referido y dentro del marco legal, en el Decreto Ley 2 del 2019 y en el Decreto Ley 21 del 2020, se establecen las disposiciones relativas a la mecanización, el riego, el drenaje agrícola y el abasto de agua a los animales; por la importancia que reviste en el presente trabajo, solamente se hará referencia a aquellos objetivos referidos a la actividad del riego y el drenaje agrícola:

- a) Promover, estimular, coordinar y ejecutar las actividades del riego y el drenaje agrícola para mejorar el desarrollo agropecuario;
- b) aumentar la disponibilidad técnica y equipamiento de riego y drenaje agrícola;

- c) incrementar el área bajo riego en la superficie agrícola, la eficiencia y el ahorro de portadores energéticos, por el aumento del uso de las fuentes renovables de energía;
- d) disminuir el consumo de agua utilizando sistemas de riego eficientes;
- e) garantizar la productividad del agua en función de las necesidades del cultivo;
- f) reducir las áreas agropecuarias deterioradas por mal drenaje;
- g) incrementar el uso de nuevas tecnologías de la información y la comunicación en función de la planificación y el control de la explotación del equipamiento de riego y drenaje agrícola.

En las actividades de riego y drenaje agrícola, el Ministerio de la Agricultura tiene las funciones siguientes:

- a) Promover el desarrollo de los sistemas de riego y drenaje agrícola, validando la introducción de nuevas tecnologías y su eficiente explotación, así como las regulaciones para su asistencia técnica;
- b) desarrollar los sistemas integrales de ingeniería agrícola que viabilicen la implementación armónica de tecnologías de riego y drenaje, energía postcosecha, conservación ambiental y construcciones rurales sobre la base del uso eficiente de los recursos naturales, para contribuir a la seguridad alimentaria del país;
- c) proponer y controlar las normas y disposiciones sobre la asistencia técnica, reparación, mantenimiento, planificación económica, organización y control de las diferentes técnicas de riego y el drenaje agrícola;
- d) contribuir al impulso de la producción nacional de sistemas de riego, y sus partes y piezas, estableciendo las demandas pertinentes;
- e) aprobar y aplicar los modelos propuestos por los órganos subordinados y el Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, que captan la información necesaria de riego y drenaje agrícola, insertando la información más importante y global en el sistema estadístico;

- f) participar en la elaboración de las políticas de manejo de agua para la conservación y preservación del medio ambiente en los ecosistemas de regadíos.

En esencia, constituye una política nacional, regional y local del agua - integrada, armónica y coherente encaminada a su uso racional, productivo y eficiente, optimizando la gestión de riesgos asociada a su calidad y eventos extremos, así como al mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura hidráulica existente, incluyendo en ello, el fortalecimiento de las redes de observación sistemática de las variables del ciclo hidrológico.

4. Gestión del agua por los protagonistas de la agricultura familiar: los campesinos.

La agricultura familiar tiene un “rol clave en la seguridad alimentaria en América Latina y el Caribe” (FAO, Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura [IICA], 2013), pero una alta proporción de las tierras en manos del campesinado son áridas o semiáridas lo que hace necesario preservar el agua, tanto en cantidad como en calidad, para la producción y el consumo de las familias. Sin embargo, a pesar del reconocimiento de la importancia de la agricultura familiar y del recurso agua para su actividad productiva y la vida de sus protagonistas, los actuales conflictos entre agua para el consumo y la agricultura versus la requerida por las industrias, constituyen una amenaza constante a la sostenibilidad de la actividad agropecuaria.

Para el año 2050, la evapotranspiración que se requiere para aumentar la producción de alimentos podría incrementarse entre un 60 y 90 %. Pero la agricultura ya utiliza más de dos terceras partes del agua que los humanos consumen, gran parte de ello para la producción bajo riego. Así que los incrementos deberán provenir de la agricultura de secano. Los agricultores tendrán que cultivar más alimentos en aproximadamente la misma cantidad de tierra que ahora tienen bajo cultivo, y muchas veces con menos precipitación. En otras palabras, deben mejorar tanto la captura y el almacenamiento de agua de lluvia como la productividad del agua. Esto puede parecer imposible, sobre todo en áreas donde el agua es escasa y los agricultores ya luchan para cultivar alimentos y criar animales. Pero cuando se combinan en el mismo campo prácticas agrícolas para

mejorar el manejo del suelo, el manejo de cultivos y el manejo del agua, las ventajas de cada práctica refuerzan los beneficios de las otras. De esta manera, el agua se utiliza de manera más eficiente. No es imposible cultivar alimentos con menos precipitación (Burpee *et al.*, 2015).

En regiones semiáridas y subhúmedas secas, donde los agricultores se enfrentan a estaciones secas largas, el principal reto respecto al agua en la agricultura de secano no es la cantidad total de agua. En realidad, hay suficiente precipitación total para cultivar. El reto principal es que las precipitaciones son muy variables. Cerca de dos de cada cinco habitantes en zonas rurales ya viven en áreas donde el agua es escasa y donde los agricultores producen en condiciones de secano.

Aunque hay agua disponible, la lluvia en ocasiones cae en momentos en que no existe un déficit hídrico y gran parte del agua se pierde. En las áreas con severa degradación del suelo, también se presenta escorrentía masiva de agua, la mayor parte del agua se pierde en vez de penetrar el suelo para ser utilizada por las plantas para la formación de raíces y tubérculos, granos y producción de frutos. El agricultor que puede mejorar la disponibilidad de agua y manejar el cultivo de tal manera que su capacidad de absorción de agua también mejora, aumentará la producción de su finca.

Sin embargo, muchas veces los agricultores tienen poca información y conocimientos técnicos al igual que recursos limitados para adaptarse a estos cambios. El clima inclemente es especialmente perjudicial para la agricultura en áreas donde viven muchas de estas familias campesinas los suelos suelen ser pobres, los bosques degradados y el agua escasa. Los sistemas agrícolas en estas áreas tienen una capacidad muy limitada para resistir al cambio y recuperarse del mismo. Por lo tanto, una buena parte importante del papel de los agentes de extensión agrícola es compartir información y capacitar a los agricultores en prácticas básicas comprobadas en agronomía y manejo del agua que pueden aumentar la producción.

Algunas de estas prácticas son las siguientes:

- Conservación del agua y del suelo mediante sistemas de labranza mínima.
- Cosecha de agua de lluvia a nivel de finca.

- Riego temporal, llamado riego suplementario, para cubrir períodos de baja precipitación o períodos de sequía que pueden presentarse ahora con más frecuencia durante la estación de lluvias.
- Tecnologías modernas como el riego por goteo.
- Mejoramiento de la fertilidad del suelo para que las plantas pueden aumentar la absorción de agua y tolerar estrés leve en períodos secos.

Otras prácticas también harán que el cultivo sea más resistente al estrés hídrico. Es posible recomendar variedades de cultivos que fueron desarrolladas para ser resistentes a plagas o enfermedades o que tengan mayor tolerancia al tiempo seco. También son de utilidad las variedades de cultivos de maduración temprana. Cada situación local será diferente, y su elección de prácticas variará de un lugar a otro.

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Descripción del área donde se desarrolla la investigación.

En la caracterización de la finca familiar campesina, como etapa de diagnóstico, se realizó una revisión de los documentos disponibles de la misma, relativos al clima, suelos, uso de la tierra, historial de campo y de fuerza de trabajo, valorando los mismos con el propietario a partir de una entrevista, auxiliada con la representación gráfica satelital de la finca y un recorrido exploratorio y evaluativo de cada uno de los campos de cultivo e instalaciones.

a) Ubicación geográfica.

El estudio se realizó en la finca familiar campesina "Los Alonsos", municipio de Matanzas, en la cabecera de la provincia del mismo nombre. Para la caracterización de la finca familiar campesina, se desarrolló el trabajo de campo, a partir de un recorrido exploratorio por toda la finca, acompañado por su administrador y propietario en usufructo, el cual participó como guía activo y fue verbalmente entrevistado sobre el uso histórico de los campos y el manejo realizado tradicionalmente.

Con la utilización del GPS se trazaron los linderos de los campos, procediéndose a enumerar cada uno para su identificación y se georreferenciaron los límites de los mismos.

b) Suelos y clases agrológicas.

En el recorrido se georreferenciaron los límites de cada instalación, accidente geográfico y campos de producción con el auxilio del sistema Quantum Geographical Information System (QGIS, siglas en inglés), el cual es un software libre y de código abierto que nos proporciona una aplicación GIS para el manejo y análisis de información geográfica que podemos utilizar en forma de mapas, además, mediante la observación descriptiva en los

recorridos de campo, se evaluó de estos últimos, la cobertura actual y calidad de la misma, relieve, pendiente máxima, profundidad del solum, características morfológicas del perfil, reacción al HCl al 10%, pedregosidad, rocosidad, características de la agrotecnia desarrollada sobre rotación de cultivos, fertilización, laboreo u otras, así como la susceptibilidad o manifestación de procesos degradativos en los suelos.

A partir de lo anterior se establecieron las limitantes agroproductivas de cada campo de cultivo y se determina la Clase Agrológica, según metodología adaptada por Álvarez (2015), a partir de las bases del sistema *Land Capability Classification* propuesto por Klingebiel y Montgomery (USDA 1961, citado por Gómez 2013).

c) Clima.

Para obtener la información del comportamiento de las variables climáticas se solicitó al Centro Meteorológico Provincial (CMP) de Matanzas la información correspondiente al período 2016 - 2022, como servicio científico técnico, procesadas mediante software SARAM 2.24. Datos emitidos y certificados por el CMP de Matanzas el 4 de octubre de 2022 y obtenidos de la Estación Meteorológica de Unión de Reyes. Latitud 22°46'00", Longitud 81° 22'30" y Altitud 29,9 m.

Las variables meteorológicas con sus correspondientes unidades de medidas solicitadas e informadas por el CMP de Matanzas, fueron:

- Temperatura máxima (T máx med) y mínima (T mín med) media decenal en grados Celsius (°C).
- Humedad relativa media decenal (Hr med) en por cientos (%).
- Velocidad media del viento predominante decenal (FF ned pred) en kilómetros por hora (km/h).
- Acumulados de precipitación decenal (R acum) en milímetros (mm).

d) Caracterización de la Cuenca Hidrográfica.

Los datos de la caracterización de la Cuenca Hidrográfica fueron tomados de la revisión de documentos en la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Matanzas (GEARH), según NC-ISO 9001:2015, NC-ISO 14001:2015 y NC 18001:2016 del Registro No.016-2017 del Sistema Integrado de Gestión Certificada del GEARH.

e) Caracterización del Estrés Hídrico.

Los datos de la caracterización del Estrés Hídrico fueron tomados de la revisión de documentos en la Empresa de Aprovechamiento Hidráulico de Matanzas (GEARH), correspondientes a los 12 meses del año 2021, basados en:

- El volumen de extracción de agua total mensual acumulado expresado en hectómetros cúbicos (hm^3), o sea la cantidad de agua a extraer desde enero hasta cada mes y la proyección del 2022, todos ellos correspondientes al municipio Matanzas.
- El nivel de estrés hídrico a alcanzar mensual acumulado desde enero hasta cada mes y comparados con los recursos hídricos renovables totales anuales; expresados en hectómetros cúbicos (hm^3), la proyección hasta el 2030, la línea base y el plan para el año base 2021, expresados en por cientos (%), y la proyección del 2022, todos ellos correspondientes al municipio Matanzas.

-

2. Mediciones que se realizaron durante la investigación.

a) Características del estado del manejo de los recursos hídricos en la finca: "Los Alonsos".

Para la caracterización del estado del manejo de los recursos hídricos en la finca se utilizó la metodología propuesta por la Secretaría de Agricultura y Pesca de España en documento titulado Plan Nacional de Regadíos-Horizontes 2008.

El esquema metodológico fue adaptado a las necesidades de trabajo del autor, basadas en la propuesta de Resultados de la aplicación de la metodología para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en la Cuenca Hidrográfica Cochino-Bermejo (Hernández y González, 2013).

3. Modelos matemáticos y paquetes estadísticos que se emplean.

Para la determinación de la Evapotranspiración media mensual y anual de los cultivos, las precipitaciones aprovechables media mensual y anual y las necesidades hídricas de los cultivos, se empleó el software CROPWAT versión 8.0.

Para la georreferenciación de los suelos de la finca se empleó el QGIS versión 2.18, que es un software libre y de código abierto que nos proporciona una aplicación GIS para el manejo y análisis de información geográfica que podemos utilizar en forma de mapas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ubicación geográfica.

El estudio se realizó en la finca familiar campesina "Los Alonsos", municipio de Matanzas, en la cabecera de la provincia del mismo nombre. Geográficamente se encuentra a $23^{\circ}00'24.75''N$ y entre los $81^{\circ}30'50.44''O$, a una altitud media de 54.85 m.s.n.m.

Como se puede observar en el mapa (Figura 2), está localizada a la derecha de la carretera central saliendo de la ciudad de Matanzas, de fácil acceso y posee, además de la casa del administrador, otras instalaciones, tales como; un punto de venta a la entrada de la finca, un rancho/aula, que es utilizado para diversos fines y dentro de ellos; como aula para actividades docentes con estudiantes de la carrera Agronomía de la Universidad de Matanzas y de capacitación a otros productores, también en ella se desarrolló el II Taller Internacional Desarrollo Agrario y Sostenible, dentro del marco del evento Convención Internacional Universidad de Matanzas (CIUM) 2022.



Figura 2. Imagen satelital finca "Los Alonsos".

Fuente: Google Earth (2022).

Suelos y clases agrológicas.

Clasificación del suelo:

El suelo presente en la finca es un Ferralítico Rojo típico, sobre caliza, con más de 90 cm de profundidad en la generalidad del área, relieve llano, con pocas piedras ubicadas de forma localizadas. También se presenta una zona en una esquina periférica del área de este mismo tipo de suelo, pero de mediana profundidad (50 - 90 cm)

Factores formadores:

Topografía del terreno circundante: Llano (Pendiente menor de 2%)

Material de origen: Roca caliza dura

Drenaje: Interno: Bueno; Externo: Bueno

Descripción del perfil

La descripción del perfil se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Descripción del perfil

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
A _{1p}	0 – 17	Arcilla de color pardo rojizo oscuro (2.5YR3/6) en húmedo, estructura poliédrica media, porosa, friable a ligeramente compactado, poco plástico, abundantes raíces, transición con el próximo horizonte notable e irregular, no reacciona al HCl.
B ₁	17 - 38	Arcilla de color pardo rojizo claro (2.5YR4/6) en húmedo, estructura poliédrica, ligeramente compactado, poco plástico, algunas raíces, pasa al próximo horizonte de forma gradual, no reacciona al HCl.
B ₂₁	38 – 80	Arcilla de color pardo rojizo (2.5YR4/6) en húmedo, estructura poliédrica a nuciforme media, consistencia medianamente firme, pocas raíces, transición poco notable, no reacciona al HCl.
B ₂₂	80 – 120	Arcilla de color rojo pardusco (2.5YR5/6) en húmedo, estructura poliédrica no bien definida, consistencia friable, poco plástica y ligeramente adhesiva, escasas raíces y no reacciona al HCl.

Caracterización agrológica de la finca.

Los suelos de la finca poseen dos clases agrológicas, predominando la Clase Agrológica I en la generalidad del área agrícola y en una zona localizada posee Clase Agrológica III, las cuales aparecen reflejadas en el mapa de clases agrológicas.

La disposición de los campos dentro de la finca se presenta en la figura 3. Las áreas 9, 1 y 12, que responden respectivamente a organopónico, huerto intensivo y casa de cultivo. La primera es un área de organopónico con 47 canteros con guarderas, sembrados de habichuela, acelga, lechuga, pimiento y ajo puerro, además de 43 canteros chinos sembrados de habichuela (uso dado en el momento del diagnóstico). Presenta riego localizado con microjet y cercas de postes de hormigón. El campo uno es un huerto intensivo y el área 12 es una casa de cultivo con tomate y pimiento sembrados.



Figura 3. Disposición de los campos dentro de la finca

Fuente: Google Earth (2022).

Las áreas dos, cuatro y cinco con extensiones respectivas de 1,86; 0,78 y 0,25 ha, se caracterizan por presentar de forma semejante un suelo Ferralítico Rojo típico, profundo (mayor de 90 cm), sin piedras, de relieve llano, con Clase Agrológica I, sin limitantes, aptos para el desarrollo intensivo de cultivos limpios o densos de ciclo corto en rotación,

siendo importante el desarrollo de policultivos cuando se disponga de riego en el período poco lluvioso. El área cinco se separa de la cuatro porque en la actualidad está cultivada de col, tomate y guayaba en franjas, mientras que las restantes no están cultivadas.

Las áreas tres y seis con extensiones de 2,57 y 0,37 ha respectivamente, poseen características semejantes a las tres áreas anteriores, con la diferencia de la presencia de algunas piedras medianas aisladas fundamentalmente en la zona noroeste del campo tres; lo mismo ocurre en el campo seis con la presencia de pocas piedras, pequeñas a medianas, de forma menos localizada en su extensión, pero en ambos casos poco significativas para influir en los rendimientos, por lo que se mantienen ambos en la Clase Agrológica I, con un uso recomendado similar a las áreas dos, cuatro y cinco.

Las áreas siete y ocho con extensiones de 0,37 y 0,35 ha, poseen el mismo tipo de suelo que las anteriores, característicamente profundos (mayor de 90 cm), relieve llano, sin piedras, ambos con Clase Agrológica I, se diferencian por la cobertura actual de cultivos permanentes, el campo siete con cobertura de mango y viveros con riego y el campo ocho con diversos frutales, tales como mango, café, noni y coco, con posibilidades de riego.

El área 10 con 0,39 ha de extensión de suelo Ferralítico Rojo típico, de forma irregular es poco profundo (25 - 50 cm), llano, presencia de pocas piedras, con Clase Agrológica III, resulta el área más limitada de la finca para la producción agrícola, por lo cual, se recomienda mantener las plantaciones de frutales existentes, y cultivos que no requieran de mucho laboreo debido a las irregularidades en la profundidad de la roca caliza.

Clima.

El comportamiento de las variables climatológicas, dado en reporte del Centro Meteorológico Provincial de Matanzas, obtenidas de la Estación Meteorológica ubicada en Unión de Reyes, y correspondientes al período 2016 - agosto 2022, son las siguientes:

- Temperatura máxima (T máx med) y mínima (T mín med) media decenal en grados Celsius (°C).

Tabla 2. Promedio anual de Temperatura máxima (T máx med) y mínima (T min med) media decenal en grados Celsius (°C).

Año	Promedio anual Tmáx (°C)			Promedio anual Tmín (°C)		
	1	2	3	1	2	3
2016	31,1	31,0	30,9	19,2	20,0	19,0
2017	31,1	30,5	30,6	18,8	19,8	19,0
2018	30,5	32,1	30,8	18,9	19,4	18,3
2019	31,1	31,3	31,8	23,5	18,9	22,2
2020	30,5	32,2	32,5	22,3	19,9	22,1
2021	30,9	31,2	31,2	21,1	21,2	21,3
Agosto/2022	-	-	-	21,3	21,9	22,5

Tabla 3. Promedio anual de la Humedad relativa media decenal (Hr med) en por cientos (%), Velocidad media del viento predominante decenal (FF ned pred) en kilómetros por hora (km/h) y Acumulados de precipitación decenal (R acum) en milímetros(mm).

Año	Hr med (%)			FF ned pred (km/h)			(R acum) (mm)		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2016	78,33	77,00	77,41	7,26	6,21	7,4	43,22	43,1	45,79
2017	77,25	76,83	78,16	7,12	8,07	4,48	50,78	33,28	56,09
2018	78,33	78,33	78,91	8,19	7,45	9,66	25,29	32,8	73,67
2019	78,58	78,08	77,33	5,18	5,42	5,95	38,74	44,4	36,14
2020	-	-	-	6,22	6,99	6,49	31,45	40,62	46,65
2021	-	-	-	6,14	6,65	6,86	61,29	29,08	43,91
Agost/2022	-	-	-	9,66	8,05	8,2	80,9	36,07	44,88

Caracterización de la Cuenca Hidrográfica.

Trabajo realizado para dotar a la red de observación hidrogeológica de la mayor operatividad posible y mejorar el manejo de las reservas de abasto de agua subterráneas el cual tomó como base la aplicación de diferentes proyectos tales como: Rediseño de la Red de Observación Hidrogeológica de la Provincia Matanzas (2000), realizado por las ingenieras Ada Esther Días Pons y Katia Del Rosario Rodríguez, de la Dirección Provincial de Recursos Hidráulicos. Mapa de

Isopiésticas representativo de las condiciones hidrogeológicas y superficie Piezométrica de la provincia, año 2000, de los autores mencionados. Esquema Regional Precisado de Hidrología e Ingeniería geológica de la Provincia Matanzas, año 2003, colectivo de autores de la Empresa de investigaciones y proyectos de ingeniería hidráulica (EIPIH) Matanzas del año 2003. Software HIDROCUBA, aplicado en el sistema del GEARH a partir del 2017 para la gestión y contabilización del agua subterránea. Análisis de la Base de datos de sondeos de la red de observación mensual JAXMT 2019, Red Lignigráfica y Red pluviométrica de la provincia.

La cuenca se encuentra en la unidad hidrográfica Canímar, formada por el Río Canímar, se localiza en el municipio Limonar, al Este de la ciudad de Matanzas y desemboca en la Bahía de Matanzas (Figura 4). La presa Las Nieves se localiza en la parte alta de la cuenca y la Presa Cidra en la parte media. Área de la cuenca 470 Km².

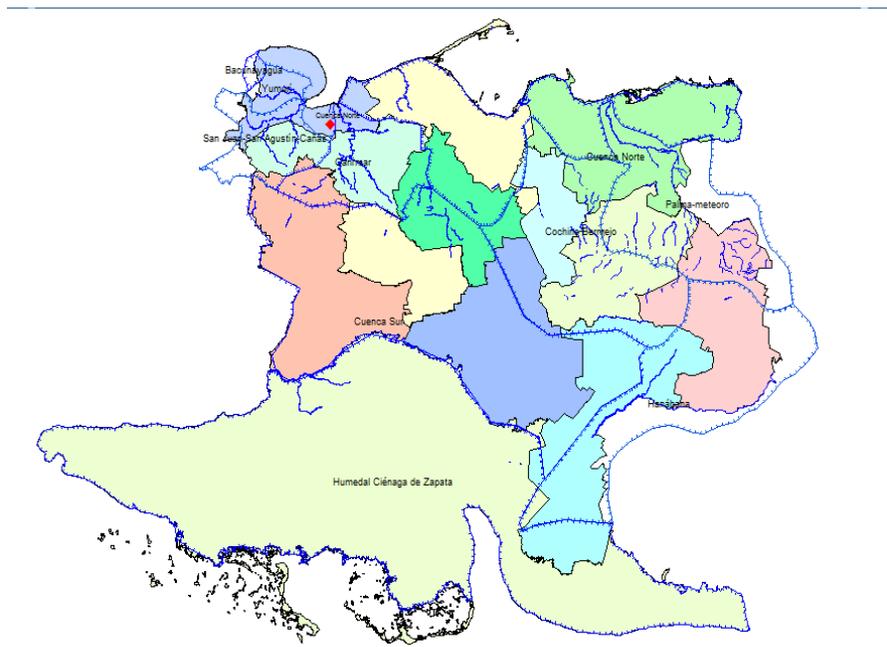


Figura 4. Mapa de ubicación de la Cuenca Canímar (Norte) donde se encuentra ubicada la finca "Los Alonsos".
Fuente: GEARH (2019).

Fisiográficamente, el área se caracteriza por una litología de sedimentos de la formación Güines, compuesto por rocas calizas organodetríticas, margas, margas arcillosas. Estas rocas presentan un alto desarrollo de carso y altos coeficientes de permeabilidad y almacenamiento. El suelo es Ferralítico Rojo, con un espesor considerable en el área.

Cuenca hidrográfica: Canímar

Puntos geográficos de observación de las diferentes redes:

Red de Observación mensual	5
Red de Observación Semestral	9
Red Lignigráfica	1
Red Batométrica	2

La vegetación representada por bosques, matorrales y comunidades herbáceas secundarias con restos de la vegetación original, cuya degradación antrópica no permite que se describan su estructura y sólo se reconozcan en ellas elementos florísticos relictos. En el caso de su variante boscosa puede alcanzar hasta 15 m de altura y 50% de cobertura. Las especies heliófilas, de rápido crecimiento que indican con su abundancia a estas formaciones, son entre otras: *Cecropia schreberiana*, *Roystonea*

regia, *Ricinus comunis*, *Bursera simaruba*, *Dichrostachys cinerea*, *Leucaena leucocephala*, *Muntigia calabura* y *Bidens pilosa* (Vilamajó, 2010).

La Cuenca Hidrológica Arroyo Buey Baca y la Cuenca Subterránea M-I se presentan en las figuras 5 y 6.

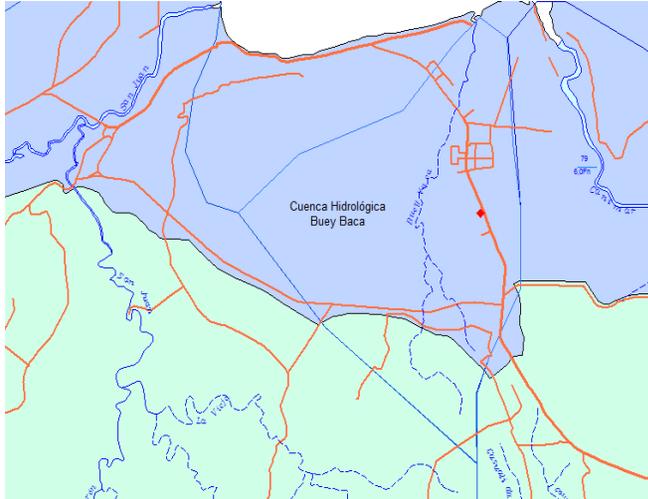


Figura 5. Ubicación de la Cuenca Hidrológica Arroyo Buey Baca

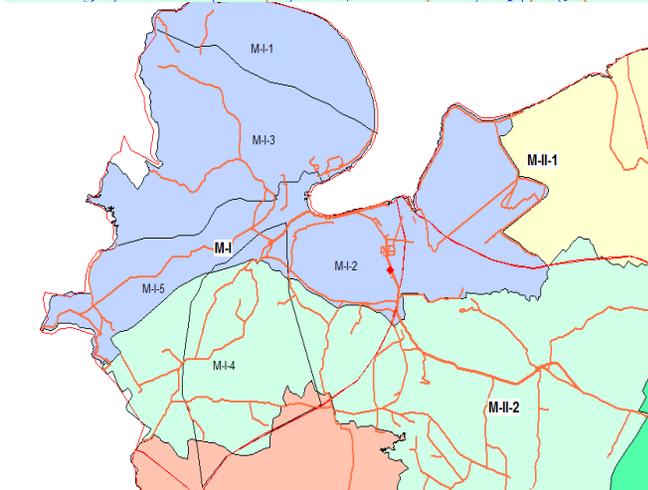


Figura 6. Ubicación de la Cuenca Subterránea M-I

Características del agua subterránea:

Coordenadas del punto propuesto para perforar el pozo.

- Cota del punto 54,90 m.s.n.m.
- Profundidad del Nivel Freático: 53,80 m.

Dada las características del agua subterránea en la ubicación de la Cuenca Subterránea M-I-2 fundamentalmente en cuanto a profundidad del nivel freático que se tiene en la finca de estudio no es factible la apertura de un pozo para utilizarlo como fuente de abasto.

La Red Hidrogeológica Semestral es una herramienta utilizada para conocer el comportamiento del acuífero en los puntos escogidos al finalizar los períodos lluvioso y seco de cada año hidrológico y con ello se obtiene una densificación de la red para el momento de elaborar los informes y planos necesarios que ilustran toda la información

necesaria en los estudios realizados. En nuestra provincia, a pesar de poseer un recurso acuífero sub explotado, se aplica la política de mantener en activo dicha red, ya que en caso de inversiones futuras.

La Red de Observación semestral en la provincia de Matanzas está conformada por 166 pozos de observación, a continuación, enumeramos, organizados por cuencas y/o Tramos Hidrogeológicos.

Cuenca M-I

Tabla 4. La Red de Observación semestral en la provincia de Matanzas organizados por cuencas y/o Tramos Hidrogeológicos.

No.	Cuenca	Número	Nombre	Este	Norte	Municipio	Otro Uso
1	M-I	1117	La Cámara	422650	351400	Matanzas	
2	M-I	1005	Vict.de Girón	439550	356730	Matanzas	Batometría
3	M-I	1011	Cruce C. Trav.	426400	353200	Matanzas	
4	M-I	243-A	Pan de Mtzas	429500	354300	Matanzas	
5	M-I	1002	1002 Ganadera	443519	361100	Matanzas	Batometría
6	M-I	1003	1003 El Ingles	439167	364414	Matanzas	Batometría
7	M-I	1010	San Francisco	432650	347650	Limonar	
8	M-I	1009	La Campana	434750	350700	Limonar	
9	M-I	IV-4	Guaval	446450	344850	Limonar	
10	M-I	1006	Matadero de aves	436770	353130	Limonar	
11	M-I	203	Bella Unión	429700	345500	Limonar	

Caracterización del Estrés Hídrico.

1. Extracción de agua total en el municipio Matanzas.

Tabla 5. Extracción de agua total en el municipio Matanzas

Matanzas	Proyección 2030 (hm ³)	Línea Base (hm ³)	Plan 2021 (hm ³)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Estimado o cierre 2021	Plan 2022
Municipio	55,5	67,5	61,2	5,3			5,4			4,6	5,8	4,7	4,4	61,1	75,8		
Provincia	479,9	579	571,6												557	614,7	

2. Nivel de estrés hídrico municipio Matanzas.

Tabla 6. Nivel de estrés hídrico municipio Matanzas

Matanzas	Proyección 2030 (hm ³)	Línea Base (hm ³)	Plan 2021 (hm ³)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Estimación 2021 %	Plan 2022 %
Municipio	64,8	76,8	71,4	6,1			6,3	5,6			6,8	5,5		5,1	71,3	88,4	
Provincia	24,9 %	30,1%	29,7	2,6				2,4			2,5	2,1	2,0	2,4	29	32	

Resumen

Tabla 7. Resumen información tablas 5 y 6

Matanzas	Proy 2030 (%)	Línea Base (%)	Plan 2021 (%)	Plan cierre diciembre (%)	Real cierre diciembre (%)	Estimación 2021 %	Plan 2022 %	Real/Plan	Real Plan	Estim /Plan 2021	Estim/Plan 2022
Municipio	64,8	76,8	71,4	5,1	5,0	71,3	88,4	97,7	7,0	99,8	80,6
Provincia	24,9	30,	29,7	2,4	1,7	29	32	68,8	5,7	97,4	90,786

Como se puede apreciar en tablas 5, 6 y 7 la extracción real de agua total en el municipio matanzas en el año 2021 fue de 61,1hm den un plan 61,2hm lo que significa que la disponibilidad real planificada se cumple no creándose ninguna situación por déficit hídrico en el territorio y con respecto a la media provincial 10,96% dado a que existen municipios en la provincia con prioridades mayores consumo por tener mayor impacto y compromiso social con las producciones agropecuarias en el país y la provincia.

Con respecto al nivel de estrés hídrico en el municipio se cumple lo establecido por el grupo (GEARH) en cuanto a plan y real, no existiendo situaciones críticas en cuanto a disponibilidad de agua para la atención del riego a los cultivos.

Conociendo que en la finca objeto de estudio no existen condiciones en el manto acuífero de la cuenca para establecer fuentes de abasto mediante el uso de aguas subterráneas se hace necesario, sabiendo que el productor solamente cuenta con un reservorio con una capacidad de 72 m³, necesita ajustar las normas calculadas de riego que se ofrecen

en este trabajo y que aparecen en la tabla 11, teniendo en cuenta los períodos críticos de los cultivos que el productor desarrolla en la finca y que a continuación se refieren:

Tabla 8. Períodos críticos de algunos cultivos al déficit hídrico.

Cultivos	Períodos críticos
Lechuga	Todo el ciclo
Pepino	Desde floración hasta la cosecha
Tomate	Desde floración hasta la formación y crecimiento del fruto
Zanahoria	Alargamiento de la raíz
Melón	Floración y desarrollo del fruto
Boniato	Floración hasta formación y desarrollo de la raíz
Yuca	Floración hasta formación y desarrollo de la raíz
Frijol	Floración y llenado de las vainas; el período vegetativo no es sensible cuando está seguido de un suministro abundante de agua.
Col de repollo	Durante el desarrollo de las cabezas y su maduración.
Maíz	Floración > que la formación del grano; la floración es muy sensible si no hubo un déficit anterior de agua.
Cebolla	Desarrollo del bulbo, especialmente durante el crecimiento rápido del bulbo > que el período vegetativo y para la producción de semilla, en la floración.
Pimiento	Durante todo el tiempo, pero en especial inmediatamente antes y en el comienzo de la floración.

Características del estado del manejo de los recursos hídricos en la finca: "Los Alonsos".

El esquema metodológico empleado se presenta en la figura 8.

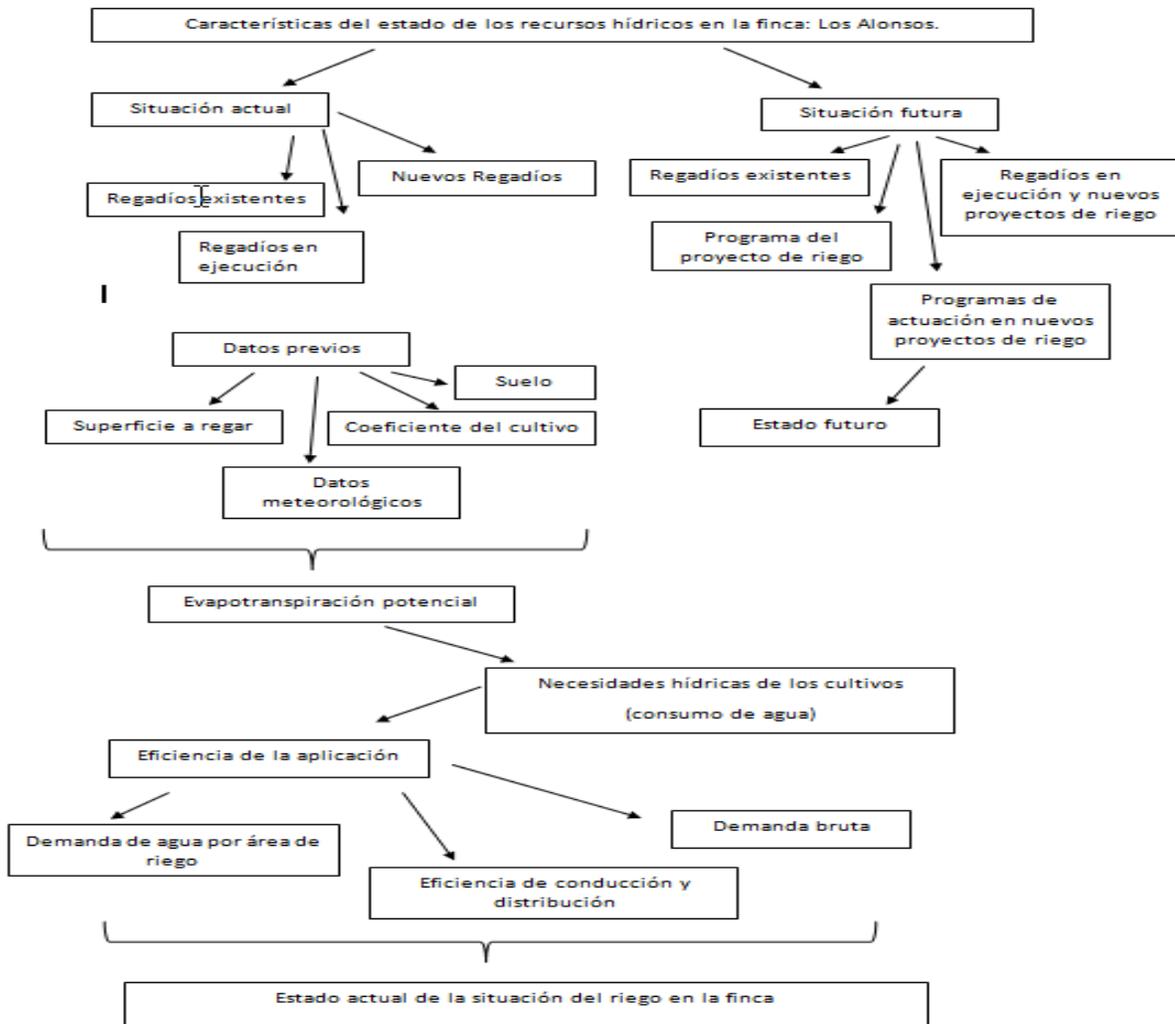


Figura 8. Esquema metodológico empleado

Fuente: Elaboración propia

Demanda de la situación actual.

Demanda bruta. La demanda bruta de los cultivos equivale al coeficiente entre las necesidades netas de los cultivos y el coeficiente de eficiencia en riego. Este último está en consonancia con el sistema de riego actualmente aplicado.

Demanda bruta por área. Una vez calculada la demanda bruta en cabecera de área, ésta se integra en los sistemas de explotación, y éstos en las cuencas hidrográficas a las que

correspondan. A continuación, se detallan las dotaciones brutas medias en cabecera de área para cada cuenca hidrográfica.

Tabla 9. Demanda neta y bruta teórica de agua (m³/ha) en la situación actual de la Finca Familiar Campesina "Los Alonsos".

Área/Cultivos	Demanda neta teórica de agua (m ³ /ha)	Demanda bruta teórica de agua (m ³ /ha)	Superficie regada (ha)
Campo 9/ Hortalizas	19 680	23 152,94	0,39
Campo 7/ Habichuela Canteros chinos	3 407	4 008,23	0,37
Campo 2/ Yuca	3 920	4 611,76	1,86
Campo 3/ Boniato	4 720	5 552,94	2,57
Campo 4/ Frijol	3 407	4 008,23	0,78
Campo 5/ Maíz	Invierno 2 575 Primavera 2 404	3 029,41 2 828,23	0,25
Campo 6/ Calabaza	3 000	3 529,41	0,37
Casa Cult. Protegido (12) /Tomate	3 800	4 470,6	0,06

Demanda Futura

Una vez definido el programa de actuaciones para los regadíos existentes, y la superficie de regadíos a consolidar y mejorar, así como la rotación de cultivos prospectivos, se calcula la demanda futura de estos regadíos donde se corrige la demanda total actual de acuerdo con las actuaciones de consolidación y mejora de los regadíos definidas.

Consumo actual de agua de riego

El consumo actual de agua en un área de regadío se compone del agua suministrada en cabecera de área (suministro bruto) menos los retornos de agua originados por el riego. Se define como área de regadío el ámbito territorial resultante de subdividir las unidades de gestión hidráulicas de las cuencas hidrográficas dentro del cual los regadíos presentan

un grado de uniformidad y un origen del agua suficientemente homogéneo para su caracterización agrupada.

El agua suministrada en cabecera de área se ha estimado a partir de los datos recogidos en las entrevistas y recorridos de campo con el administrador de la finca y del análisis de las demandas agrarias incluidas en los Planes Hidrológicos de Cuenca y de Estrés Hídrico territorial, ya que su conocimiento exacto exigiría disponer de elementos de control y medida, que en la actualidad no existen.

Dividiendo el agua suministrada en cabecera de área entre la superficie regada obtenemos el suministro actual por unidad de superficie (ha).

El consumo actual total de agua de riego asciende a 32 996.6(m³/ha), que por áreas bajo riego en la finca sería el siguiente:

Tabla 10. Suministro bruto y consumo de agua (m³/ha) en la situación actual de áreas bajo riego en la Finca Familiar Campesina "Los Alonsos".

Áreas	Suministro bruto (m³/ha)	Superficie regada (ha)	Consumo de agua (m³/ha)
Campo 9/ Hortalizas	19 680	0,39	7675,2
Campo 7/ Habichuela Canteros chinos	3407	0,37	1260,59
Campo 2/ Yuca	3920	1,86	7291,2
Campo 3/ Boniato	4720	2,57	12130,4
Campo 4/ Frijol	3407	0,78	2657,46
Campo 5/ Maíz	2575	0,25	643,75
Campo 6/ Calabaza	3000	0,37	1110
Casa Cult. Protegido (12) /Tomate	3800	0,06	228

Tabla 11. Análisis económico del manejo eficiente de los recursos hídricos.

Áreas	Norma bruta teórica (m ³ /ha)	Consumo actual de agua (m ³ /ha)	Diferencia entre norma bruta teórica y consumo actual de agua (m ³ /ha)	Ventaja económica
Campo 9/ Hortalizas	23 152,94	7675,2	15 477,74	2063,69
Campo 7/ Habichuela Canteros chinos	4 008,23	1260,59	2747,64	366,35
Campo 2/ Yuca	4611,76	7291,2	-2679,44	+357,25
Campo 3/ Boniato	5552,94	12130,4	-6577,46	+876,99
Campo 4/ Frijol	4 008,23	2657,46	1350,77	180,10
Campo 5/ Maíz	2828,23	643,75	2184,48	291,26
Campo 6/ Calabaza	3529,41	1110	2419,41	322,58
Casa Cult. Protegido (12) /Tomate	4470,6	228	4242,6	565,68

Ahorro Económico: Si por cada 1000 m³ de agua se paga actualmente 7,5 cup, entonces, dejaría de pagar el productor 2555,42 cup.

Tablas 12. Resultados de la determinación de las necesidades hídricas de los cultivos con el empleo del software CROPWAT versión 8.0.

cultivo	Lamina total (mm)		Pérdida total de riego (mm)	Uso de agua del cultivo (mm)		programación del riego (%)		Precipitación (mm)		Pérdida total del prec (mm)	Defic de Humedad en Cosecha (mm)	Requerimiento real de riego (mm)	Efic de precipitación (%)
	bruta	neta		real	potencial	efic	defic	total	efectiva				
Lechuga	250,5	175,3	0,0	220,2	220,2	100	0,0	97,8	44,8	53,0	0,0	175,3	45,8
Col de repollo	540,9	378,6	0,0	409,3	409,3	100	0,0	151,8	96,1	55,8	0,0	313,2	63,3
Cebolla	842,8	590,0	0,0	645,1	645,1	100	0,0	145,1	111,2	33,9	11,2	533,9	76,6
Pimiento	1176,6	823,6	0,0	864,2	864,2	100	0,0	145,7	139,9	5,9	0,0	724,4	96,0
Yuca	900,5	630,4	0,0	776,2	776,2	100	0,0	465,6	381,1	84,5	26,6	395,1	81,8
Boniato	523,1	366,1	0,0	441,6	441,6	100	0,0	772,8	248,6	24,1	24,1	192,9	91,1
Frijol	72,3	50,6	0,0	67,1	67,1	100	0,0	19,4	18,8	0,6	15,6	48,3	96,8
Habichuela	239,4	167,6	0,0	191,3	191,3	100	0,0	17,0	15,0	2,0	23,4	176,3	88,4
Maíz	570,3	399,2	0,0	435,1	435,1	100	0,0	25,4	23,7	1,6	24,8	411,4	98,3
Tomate	799,7	559,8	0,0	590,1	590,1	100	0,0	71,3	62,7	8,6	9,8	527,3	88,0
Zanahoria	1029,8	720,8	0,0	783,8	783,8	100	0,0	185,5	153,0	32,5	24,8	630,9	82,5
Calabaza	496,5	347,6	0,0	375,6	375,6	100	0,0	146,6	118,1	28,6	10,3	257,5	80,5
Pepino	632,6	442,8	0,0	507,6	507,6	100	0,0	194,5	155,3	39,1	23,4	352,3	79,9

CONCLUSIONES

La cuenca hidrográfica Canímar y su red de estaciones favorece una disponibilidad de agua suficiente para el riego a los cultivos agrícolas.

El reservorio de agua teniendo una capacidad de 72 m³ no satisface la demanda actual de la finca familiar campesina "Los Alonsos" en el municipio Matanzas y no es posible la utilización del agua subterránea ya que la profundidad del nivel freático es de 53.80m resultando compleja la utilización de la misma.

Dadas las escasas posibilidades de explotar fuentes de abasto con eficiencia es necesario el empleo de normas de riego ajustadas para el período crítico de los cultivos e instrumentar medidas para la cosecha de agua.

RECOMENDACIONES

1. Aumentar el reservorio de agua e incursionar en la cosecha de la misma para un mejor manejo de las condiciones existentes del agua en la finca familiar campesina "Los Alonsos".
2. Realizar un manejo eficiente de los períodos de demanda crítica de los cultivos con normas de riego ajustadas.
3. Generalizar el estudio realizado a las demás fincas familiares campesinas de la provincia a fin de evaluar y manejar adecuadamente los recursos hídricos y garantizar en cada territorio la seguridad alimentaria y nutricional a la población.

BIBLIOGRAFÍA

1. Álvarez, J. 2015. las clases agrológicas de los suelos. facultas de ciencias agropecuarias. universidad de matanzas. 28 p. (monografía)
2. Bonet, C.; Abad, A.; Guerrero, P.; Rodríguez, D.; Mola, B. y Avilés, G. 2019. Propuesta de estrategia energética para abasto de agua en la ganadería. Ingeniería Agrícola. 9(3): 23-28
3. Burpee, G.; Janet, B. S. y Schmidt, A. 2015. Preparando a familias campesinas con pequeñas fincas para adaptarse al cambio climático: Manual de Bolsillo 3; Manejo de los recursos hídricos. Catholic Relief Services: Baltimore, MD, Estado Unidos. 89 p.
4. Centella, A.; Llanes, J. y Paz, L. 2015. Segunda Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ed. Grupo Nacional de Cambio Climático-Instituto de Meteorología. La Habana, Cuba. 228 p.
5. CEPAL, FAO, IICA. 2013. Perspectivas de la agricultura y del Desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 176 p.
6. CITMA (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente). 2021. Estrategia ambiental nacional 2016/2020 [en línea] Disponible en: <https://www.citma.gob.cu> [Consulta: noviembre, 20 2022]
7. Cuba 2019. Constitución de la República de Cuba. La Habana. Editora (Política). p. 52 - 53.
8. Díaz, J. A. 2008. El Cambio Climático y su Impacto en la Seguridad Alimentaria. Conferencia Magistral impartida en el Taller Internacional sobre Tecnologías Sostenibles con el Medio Ambiente en la Industria Agroalimentaria. La Habana, Cuba. p. 13-17.
9. Díaz, J. A. 2016. El agua en Cuba: un desafío a la sostenibilidad. Ingeniería Hidráulica y Ambiental. 39(2): 46-59.
10. FAO. 2012. El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura. La gestión de los sistemas en situación de riesgo [en línea]. Disponible en: <https://www.fao.org> [Consulta: octubre, 15 2022]

11. FAO. 2016. Día mundial del Agua. Usos a nivel agrícola ganadero [en línea]. Disponible en: <https://diamundialdelagua2016.wordpress.com>. [Consulta: noviembre, 20 2022]
12. Gaceta Oficial de la República de Cuba. 2020. Decreto Ley 2 del 2019. [en línea]. Disponible en: <http://www.gacetaoficial.gob.cu/> [Consulta: octubre, 15 2022]
13. Gaceta Oficial de la República de Cuba. 2020. Decreto 21 “Reglamento del Decreto-Ley de la Mecanización, el riego, el drenaje agrícola y el abasto de agua a los animales” [en línea]. Disponible en: <http://www.gacetaoficial.gob.cu/> [Consulta: octubre 11 2022]
14. García, J. M. 2007. Aplicación del enfoque ecosistémico a la gestión integrada de los recursos hídricos. Aproximación al caso cubano. *Voluntad Hidráulica*. 99(45): 18-29.
15. Gómez, S. 2013. Manejo y conservación de suelos. Contenido didáctico del curso: Metodología del trabajo académico. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Bogotá, Colombia.
16. Hernández, D. y González, J. 2013. Resultados de la aplicación de la metodología para la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca hidrográfica Cochino-Bermejo. En: V Convención Cubana de Ciencias de la Tierra (Geociencias' 2013). La Habana. (CD).
17. NC-ISO 9001. Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos. 2015.
18. NC-ISO 14001. Guía de Implantación para Sistemas de Gestión Medioambiental. 2015.
19. NC-ISO 18001. Seguridad y salud en el Trabajo. Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. Requisitos. 2005.
20. ONEI (Oficina Nacional de Estadísticas e Información). 2008. Panorama Medioambiental Cuba 2007. La Habana, Cuba. 68 p.
21. Rodríguez, R. 2006. Nuevos logros en el estudio de la pluviosidad en Cuba Mapa Isoyético para el período 1961-2000. *Voluntad Hidráulica*. 44(98): 2-14.
22. Stewart, J.I.; Danielson, R.E.; Hanks, R.J.; Jackson, E.B.; Hagan, R.M.; Pruitt, W.O.; Franklin, W.T. and Riley, J.P.: Optimizing crop production through control off water and salinity levels in the soil. *Utah Water Res. lab., logan, Utah, PRS 151-1; 1977.*

23. Stewart, B. A., and Nielsen, D. R. 1990 Irrigation of agricultural crops in *Agricultural Water Management* 20(4):341-342. 1992
24. Vilamajó, D.; Ricardo, N. E.; Capote, R. P.; González, A. y Cabrera, L. 2010. La Vegetación de la Provincia Matanzas, Cuba. *Acta Botánica Cubana* (209):33-50.

ANEXOS

Anexo 1. Listado de la Red Pluviométrica del municipio Matanzas.

No.	Este	Norte	No.Equipo	Nombre del Equipo	UEB	Municipio
1	440900	363100	297	Las Marías	Oeste	Matanzas
2	426000	350200	376	Ceiba Mocha	Oeste	Matanzas
3	431900	350300	378 – B	Manantiales Bello	Oeste	Matanzas
4	440599	356800	379 – B	P. de Mando (DPRH)	Oeste	Matanzas
5	430900	358900	401	Corral Nuevo	Oeste	Matanzas
6	433905	357993	401-C	San Miguel Corral N	Oeste	Matanzas
7	433500	354000	404	Est. San Agustín	Oeste	Matanzas
8	437800	353600	413	Est. San Juan	Oeste	Matanzas
9	447600	350200	493	T.C Guanábana	Oeste	Matanzas
10	431300	349700	289	La Margarita	Oeste	Matanzas
11	428064	354677	526	Caunavaco	Oeste	Matanzas

Anexo 3. Programación de riego del cultivo Col de repollo.

Programación de riego de cultivo

ETo estación

Est. de lluvia

Cultivo

Suelo

Siembra

Cosecha

Red. Rend.

0.0 %

Formato de Tabla

Program. de riego

Bal. diario de agua de suelo

Momento: Regar a agotamiento crítico

Aplicación: Reponer a capacidad de campo

Ef. campo 70 %

Fecha	Día	Etapa	Precipit.	Ks	ETa	Agot.	Lám. Neta	Déficit	Pérdida	Lam.Br.	Caudal
			mm	fracc.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
9 Sep	5	Ini	0.0	1.00	100	93	20.0	0.0	0.0	28.5	0.66
18 Sep	14	Ini	0.0	1.00	100	86	19.4	0.0	0.0	27.8	0.36
26 Sep	22	Ini	0.0	1.00	100	81	18.8	0.0	0.0	26.9	0.39
5 Oct	31	Ini	0.0	1.00	100	84	20.3	0.0	0.0	29.1	0.37
16 Oct	42	Des	0.0	1.00	100	86	21.9	0.0	0.0	31.3	0.33
26 Oct	52	Des	0.0	1.00	100	81	21.4	0.0	0.0	30.6	0.35
6 Nov	63	Des	0.0	1.00	100	85	23.5	0.0	0.0	33.6	0.35
18 Nov	75	Des	0.0	1.00	100	85	24.7	0.0	0.0	35.3	0.34
30 Nov	87	Des	0.0	1.00	100	83	24.9	0.0	0.0	35.6	0.34
13 Dic	100	Des	0.1	1.00	100	85	26.6	0.0	0.0	38.0	0.34
25 Dic	112	Med	0.0	1.00	100	82	26.0	0.0	0.0	37.1	0.36
6 Ene	124	Med	0.0	1.00	100	86	27.1	0.0	0.0	38.6	0.37
17 Ene	135	Med	0.2	1.00	100	83	26.0	0.0	0.0	37.2	0.39
27 Ene	145	Med	0.6	1.00	100	80	25.2	0.0	0.0	36.0	0.42
6 Feb	155	Fin	0.0	1.00	100	87	27.4	0.0	0.0	39.1	0.45
15 Feb	164	Fin	0.0	1.00	100	81	25.4	0.0	0.0	36.3	0.47
16 Feb	Fin	Fin	0.0	1.00	0	0					

Totales

Lámina bruta total	540.9 mm	Precipitación total	151.8 mm
Lámina neta total	378.6 mm	Precipitación Efectiva	96.1 mm
Pérdida total de riego	0.0 mm	Pérdida tot.prec.	55.8 mm
Uso real de agua del cultivo	409.3 mm	Def. de hum. en cosecha	0.0 mm
Uso pot. de agua del cultivo	409.3 mm	Requer. reales de riego	313.2 mm

Efic. de programación de riego	100.0 %	Efic. de precipitación	63.3 %
Deficiencia de programación de riego	0.0 %		

Reducción de rendimiento

Stagelabel	A	B	C	D	Estación	
Reducciones en ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Factor de respuesta del rend.	0.50	1.80	0.80	0.40	0.95	
Red. del rend.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Reducc. acum. del rendimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	%

Anexo 4. Programación de riego del cultivo Cebolla.

Programación de riego de cultivo

ETo estación Union de Reyes **Cultivo** Cebolla **Siembra** 06/10 **Red. Rend.**
Est. de lluvia **Suelo** ferralítico rojo **Cosecha** 03/05 **0.0 %**

Formato de Tabla
 Program. de riego
 Bal. diario de agua de suelo

Momento: Regar a agotamiento crítico
Aplicación: Reponer a capacidad de campo
Ef. campo 70 %

Fecha	Día	Etapa	Precipit.	Ks	ETa	Agot.	Lám.Neta	Déficit	Pérdida	Lam.Br.	Caudal
			mm	frac.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
8 Oct	3	Ini	0.0	1.00	100	82	9.0	0.0	0.0	12.9	0.50
12 Oct	7	Ini	0.0	1.00	100	86	10.2	0.0	0.0	14.6	0.42
18 Oct	13	Ini	0.0	1.00	100	89	11.6	0.0	0.0	16.6	0.32
25 Oct	20	Ini	0.0	1.00	100	93	13.4	0.0	0.0	19.1	0.32
1 Nov	27	Des	0.0	1.00	100	88	13.7	0.0	0.0	19.6	0.32
10 Nov	36	Des	0.0	1.00	100	89	15.5	0.0	0.0	22.1	0.28
19 Nov	45	Des	0.0	1.00	100	91	17.3	0.0	0.0	24.7	0.32
28 Nov	54	Des	0.0	1.00	100	88	18.4	0.0	0.0	26.2	0.34
6 Dic	62	Med	0.0	1.00	100	81	16.9	0.0	0.0	24.2	0.35
14 Dic	70	Med	0.0	1.00	100	81	17.0	0.0	0.0	24.3	0.35
23 Dic	79	Med	0.2	1.00	100	88	18.5	0.0	0.0	26.4	0.34
31 Dic	87	Med	0.0	1.00	100	81	17.0	0.0	0.0	24.3	0.35
8 Ene	95	Med	0.0	1.00	100	83	17.4	0.0	0.0	24.8	0.36
16 Ene	103	Med	0.0	1.00	100	87	18.2	0.0	0.0	26.1	0.38
24 Ene	111	Med	0.0	1.00	100	91	19.1	0.0	0.0	27.4	0.40
31 Ene	118	Med	0.0	1.00	100	84	17.7	0.0	0.0	25.3	0.42
7 Feb	125	Med	1.3	1.00	100	84	17.7	0.0	0.0	25.3	0.42
14 Feb	132	Med	0.0	1.00	100	94	19.8	0.0	0.0	28.2	0.47
20 Feb	138	Med	0.0	1.00	100	83	17.4	0.0	0.0	24.9	0.48
26 Feb	144	Med	0.0	1.00	100	94	19.8	0.0	0.0	28.3	0.55
3 Mar	149	Med	0.6	1.00	100	86	18.1	0.0	0.0	25.8	0.60
8 Mar	154	Med	0.0	1.00	100	89	18.7	0.0	0.0	26.7	0.62
13 Mar	159	Med	0.1	1.00	100	96	20.2	0.0	0.0	28.8	0.67
18 Mar	164	Med	0.0	1.00	100	99	20.8	0.0	0.0	29.7	0.69
22 Mar	168	Fin	0.0	1.00	100	82	17.2	0.0	0.0	24.6	0.71
26 Mar	172	Fin	0.0	1.00	100	84	17.7	0.0	0.0	25.3	0.73
30 Mar	176	Fin	0.0	1.00	100	84	17.7	0.0	0.0	25.3	0.73
3 Abr	180	Fin	1.1	1.00	100	83	17.5	0.0	0.0	25.0	0.72
7 Abr	184	Fin	1.1	1.00	100	85	17.8	0.0	0.0	25.4	0.73
11 Abr	188	Fin	0.0	1.00	100	91	19.1	0.0	0.0	27.3	0.79
15 Abr	192	Fin	0.0	1.00	100	88	18.5	0.0	0.0	26.4	0.77
19 Abr	196	Fin	0.0	1.00	100	88	18.5	0.0	0.0	26.4	0.77
24 Abr	201	Fin	0.0	1.00	100	101	21.3	0.0	0.0	30.4	0.70
29 Abr	206	Fin	0.0	1.00	100	101	21.2	0.0	0.0	30.3	0.70
3 May	Fin	Fin	0.0	1.00	100	53					

Totales		Lámina bruta total	842.8	mm	Precipitación total	145.1	mm
		Lámina neta total	590.0	mm	Precipitación Efectiva	111.2	mm
		Pérdida total de riego	0.0	mm	Pérdida tot.prec.	33.9	mm
		Uso real de agua del cultivo	645.1	mm	Def. de hum. en cosecha	11.2	mm
		Uso pot. de agua del cultivo	645.1	mm	Requer. reales de riego	533.9	mm

Efic. de programación de riego	100.0	%	Efic. de precipitación	76.6	%
Deficiencia de programación de riego	0.0	%			

Reducción de rendimiento					
Stagelabel	A	B	C	D	Estación
Reducciones en ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Factor de respuesta del rend.	0.40	0.90	0.50	0.20	0.54 %
Red. del rend.	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Reducc. acum. del rendimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %

Anexo 6. Programación de riego del cultivo Yuca.

Programación de riego de cultivo

ETo estación: Union de Reyes Cultivo: Yuca Siembra: 02/05 Red. Rend.: 0.0 %
 Est. de lluvia: Suelo: ferralítico rojo Cosecha: 26/04

Formato de Tabla:
 Program. de riego
 Bal. diario de agua de suelo

Momento: Regar a agotamiento crítico
 Aplicación: Reponer a capacidad de campo
 Ef. campo: 70 %

Fecha	Día	Etap	Precipit.	Ks	ETa	Agot.	Lám.Neta	Déficit	Pérdida	Lam.Br.	Caudal
			mm	fracc.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
12 May	11	Ini	0.0	1.00	100	86	18.8	0.0	0.0	26.8	0.28
1 Jun	31	Ini	0.0	1.00	100	82	19.4	0.0	0.0	27.7	0.16
30 Jun	60	Ini	0.0	1.00	100	84	21.7	0.0	0.0	31.0	0.12
26 Jul	86	Ini	0.0	1.00	100	81	22.7	0.0	0.0	32.4	0.14
22 Ago	113	Ini	0.0	1.00	100	80	24.3	0.0	0.0	34.7	0.15
1 Oct	153	Des	0.0	1.00	100	82	27.8	0.0	0.0	39.7	0.11
22 Oct	174	Des	0.0	1.00	100	84	29.8	0.0	0.0	42.6	0.23
5 Nov	188	Des	0.0	1.00	100	86	31.4	0.0	0.0	44.9	0.37
18 Nov	201	Med	0.0	1.00	100	81	29.9	0.0	0.0	42.7	0.38
1 Dic	214	Med	0.0	1.00	100	84	30.7	0.0	0.0	43.9	0.39
15 Dic	228	Med	0.0	1.00	100	82	30.0	0.0	0.0	42.9	0.35
29 Dic	242	Med	0.0	1.00	100	85	31.1	0.0	0.0	44.4	0.37
11 Ene	255	Med	0.0	1.00	100	82	30.3	0.0	0.0	43.3	0.39
23 Ene	267	Med	0.6	1.00	100	81	29.7	0.0	0.0	42.4	0.41
3 Feb	278	Med	1.3	1.00	100	81	29.7	0.0	0.0	42.4	0.45
14 Feb	289	Med	0.0	1.00	100	88	32.2	0.0	0.0	46.1	0.48
24 Feb	299	Med	0.0	1.00	100	88	32.2	0.0	0.0	46.0	0.53
5 Mar	308	Fin	0.0	1.00	100	87	31.8	0.0	0.0	45.4	0.58
14 Mar	317	Fin	0.0	1.00	100	89	32.9	0.0	0.0	46.9	0.60
23 Mar	326	Fin	1.1	1.00	100	84	31.0	0.0	0.0	44.3	0.57
2 Abr	336	Fin	0.0	1.00	100	88	32.2	0.0	0.0	46.0	0.53
13 Abr	347	Fin	1.3	1.00	100	84	30.7	0.0	0.0	43.9	0.46
26 Abr	Fin	Fin	0.0	1.00	0	72					

Totales

Lámina bruta total	900.5 mm	Precipitación total	465.6 mm
Lámina neta total	630.4 mm	Precipitación Efectiva	381.1 mm
Pérdida total de riego	0.0 mm	Pérdida tot.prec.	84.5 mm
Uso real de agua del cultivo	776.2 mm	Def. de hum. en cosecha	26.6 mm
Uso pot. de agua del cultivo	776.2 mm	Requer. reales de riego	395.1 mm
Efic. de programación de riego	100.0 %	Efic. de precipitación	81.8 %
Deficiencia de programación de riego	0.0 %		

Reducción de rendimiento

Stagelabel	A	B	C	D	Estación
Reducciones en ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Factor de respuesta del rend.	0.40	1.10	0.60	0.20	0.79
Red. del rend.	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Reducc. acum. del rendimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %

Anexo 7. Programación de riego del cultivo Boniato.

Programación de riego de cultivo

ETo estación Union de Reyes **Cultivo** boniato **Siembra** 05/05 **Red. Rend.**
Est. de lluvia **Suelo** ferralítico rojo **Cosecha** 27/08 **0.0 %**

Formato de Tabla
 Program. de riego
 Bal. diario de agua de suelo

Momento: Regar a agotamiento crítico
Aplicación: Reponer a capacidad de campo
Ef. campo 70 %

Fecha	Día	Etapa	Precipit.	Ks	ETa	Agot.	Lám. Neta	Déficit	Pérdida	Lam. Br.	Caudal
			mm	fracc.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
16 May	12	Ini	0.0	1.00	100	84	22.1	0.0	0.0	31.6	0.30
30 May	26	Des	0.0	1.00	100	83	27.0	0.0	0.0	38.6	0.32
8 Jun	35	Des	0.0	1.00	100	85	31.4	0.0	0.0	44.8	0.58
16 Jun	43	Med	0.0	1.00	100	90	33.0	0.0	0.0	47.2	0.68
23 Jun	50	Med	8.6	1.00	100	81	29.7	0.0	0.0	42.4	0.70
30 Jun	57	Med	0.0	1.00	100	83	30.5	0.0	0.0	43.6	0.72
7 Jul	64	Med	12.3	1.00	100	81	29.7	0.0	0.0	42.5	0.70
14 Jul	71	Med	0.0	1.00	100	91	33.6	0.0	0.0	47.9	0.79
21 Jul	78	Med	0.0	1.00	100	92	34.0	0.0	0.0	48.5	0.80
28 Jul	85	Med	0.0	1.00	100	80	29.5	0.0	0.0	42.2	0.70
5 Ago	93	Fin	0.0	1.00	100	91	33.5	0.0	0.0	47.8	0.69
15 Ago	103	Fin	0.0	1.00	100	88	32.2	0.0	0.0	46.0	0.53
27 Ago	Fin	Fin	0.0	1.00	100	66					

Totales

Lámina bruta total	523.1	mm	Precipitación total	272.8	mm
Lámina neta total	366.1	mm	Precipitación Efectiva	248.6	mm
Pérdida total de riego	0.0	mm	Pérdida tot. prec.	24.1	mm
Uso real de agua del cultivo	441.6	mm	Def. de hum. en cosecha	24.1	mm
Uso pot. de agua del cultivo	441.6	mm	Requer. reales de riego	192.9	mm
Efic. de programación de riego	100.0	%	Efic. de precipitación	91.1	%
Deficiencia de programación de riego	0.0	%			

Reducción de rendimiento

Stagelabel	A	B	C	D	Estación
Reducciones en ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Factor de respuesta del rend.	0.40	1.05	0.80	0.20	1.67
Red. del rend.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Reducc. acum. del rendimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %

Anexo 8. Programación de riego del cultivo Frijol.

Programación de riego de cultivo

ETo estación Union de Reyes **Cultivo** Frijol **Siembra** 05/11 **Red. Rend.**
Est. de lluvia **Suelo** ferralítico rojo **Cosecha** 12/02 **0.0 %**

Formato de Tabla
 Program. de riego
 Bal. diario de agua de suelo

Momento: Regar a agotamiento crítico
Aplicación: Reponer a capacidad de campo
Ef. campo 70 %

Fecha	Día	Etapa	Precipit.	Ks	ETa	Agot.	Lám.Neta	Déficit	Pérdida	Lam.Br.	Caudal
			mm	fracc.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
19 Nov	15	Ini	0.0	1.00	100	80	20.7	0.0	0.0	29.6	0.23
22 Ene	79	Med	0.0	1.00	100	81	29.9	0.0	0.0	42.7	0.08
12 Feb	Fin	Fin	0.0	1.00	100	42					

Totales

Lámina bruta total	72.3	mm	Precipitación total	19.4	mm
Lámina neta total	50.6	mm	Precipitación Efectiva	18.8	mm
Pérdida total de riego	0.0	mm	Pérdida tot.prec.	0.6	mm
Uso real de agua del cultivo	67.1	mm	Def. de hum. en cosecha	15.6	mm
Uso pot. de agua del cultivo	67.1	mm	Requer. reales de riego	48.3	mm
Efic. de programación de riego	100.0	%	Efic. de precipitación	96.8	%
Deficiencia de programación de riego	0.0	%			

Reducción de rendimiento

Stagelabel	A	B	C	D	Estación
Reducciones en ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Factor de respuesta del rend.	0.20	1.10	0.75	0.20	1.07 %
Red. del rend.	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Reducc. acum. del rendimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %

Anexo 10. Programación de riego del cultivo Maíz.

Programación de riego de cultivo

ETo estación Union de Reyes **Cultivo** Maíz **Siembra** 12/11 **Red. Rend.**
Est. de lluvia **Suelo** ferralítico rojo **Cosecha** 10/04 **0.0 %**

Formato de Tabla
 Program. de riego
 Bal. diario de agua de suelo

Momento: Regar a agotamiento crítico
Aplicación: Reponer a capacidad de campo
Ef. campo 70 %

Fecha	Día	Etap	Precipit.	Ks	ETa	Agot.	Lám.Neta	Déficit	Pérdida	Lam.Br.	Caudal
			mm	fracc.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
18 Nov	7	Ini	0.0	1.00	100	84	18.7	0.0	0.0	26.6	0.44
30 Nov	19	Ini	0.0	1.00	100	82	19.6	0.0	0.0	28.0	0.27
14 Dic	33	Des	0.0	1.00	100	84	22.2	0.0	0.0	31.8	0.26
26 Dic	45	Des	0.0	1.00	100	82	23.2	0.0	0.0	33.2	0.32
6 Ene	56	Des	0.0	1.00	100	83	25.0	0.0	0.0	35.7	0.38
16 Ene	66	Med	0.0	1.00	100	82	25.9	0.0	0.0	37.0	0.43
25 Ene	75	Med	0.0	1.00	100	81	25.6	0.0	0.0	36.6	0.47
3 Feb	84	Med	1.3	1.00	100	85	26.8	0.0	0.0	38.3	0.49
11 Feb	92	Med	0.0	1.00	100	84	26.5	0.0	0.0	37.8	0.55
19 Feb	100	Med	0.0	1.00	100	84	26.6	0.0	0.0	38.0	0.55
26 Feb	107	Med	0.0	1.00	100	87	27.3	0.0	0.0	39.0	0.65
4 Mar	113	Med	0.0	1.00	100	81	25.6	0.0	0.0	36.6	0.71
10 Mar	119	Fin	0.0	1.00	100	83	26.2	0.0	0.0	37.5	0.72
16 Mar	125	Fin	0.0	1.00	100	80	25.2	0.0	0.0	36.0	0.70
23 Mar	132	Fin	1.1	1.00	100	85	26.7	0.0	0.0	38.1	0.63
31 Mar	140	Fin	0.0	1.00	100	89	27.9	0.0	0.0	39.9	0.58
10 Abr	Fin	Fin	0.0	1.00	100	79					

Totales				
Lámina bruta total	570.3	mm	Precipitación total	25.4 mm
Lámina neta total	399.2	mm	Precipitación Efectiva	23.7 mm
Pérdida total de riego	0.0	mm	Pérdida tot.prec.	1.6 mm
Uso real de agua del cultivo	435.1	mm	Def. de hum. en cosecha	24.8 mm
Uso pot. de agua del cultivo	435.1	mm	Requer. reales de riego	411.4 mm

Efic. de programación de riego	100.0	%	Efic. de precipitación	98.3	%
Deficiencia de programación de riego	0.0	%			

Anexo 11. Programación de riego del cultivo Tomate.

Programación de riego de cultivo

ETo estación Union de Reyes **Cultivo** tomate **Siembra** 10/11 **Red. Rend.**
Est. de lluvia **Suelo** ferralítico rojo **Cosecha** 08/05 **0.0 %**

Formato de Tabla
 Program. de riego
 Bal. diario de agua de suelo

Momento: Regar a agotamiento crítico
Aplicación: Reponer a capacidad de campo
Ef. campo 70 %

Fecha	Día	Etapa	Precipit.	Ks	ETa	Agot.	Lám.Neta	Déficit	Pérdida	Lam.Br.	Caudal
			mm	fracc.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
16 Nov	7	Ini	0.0	1.00	100	84	18.7	0.0	0.0	26.7	0.44
1 Dic	22	Ini	0.0	1.00	100	84	21.3	0.0	0.0	30.4	0.23
19 Dic	40	Des	0.0	1.00	100	81	23.5	0.0	0.0	33.5	0.22
3 Ene	55	Des	0.2	1.00	100	81	25.7	0.0	0.0	36.8	0.28
16 Ene	68	Des	0.0	1.00	100	82	28.3	0.0	0.0	40.4	0.36
28 Ene	80	Des	0.0	1.00	100	87	32.1	0.0	0.0	45.8	0.44
7 Feb	90	Med	1.3	1.00	100	81	29.6	0.0	0.0	42.3	0.49
16 Feb	99	Med	0.0	1.00	100	83	30.4	0.0	0.0	43.5	0.56
24 Feb	107	Med	0.0	1.00	100	81	29.7	0.0	0.0	42.4	0.61
4 Mar	115	Med	0.0	1.00	100	87	32.0	0.0	0.0	45.8	0.66
11 Mar	122	Med	0.0	1.00	100	84	30.9	0.0	0.0	44.1	0.73
18 Mar	129	Med	0.0	1.00	100	91	33.5	0.0	0.0	47.8	0.79
25 Mar	136	Med	0.0	1.00	100	92	33.8	0.0	0.0	48.3	0.80
1 Abr	143	Med	0.0	1.00	100	94	34.6	0.0	0.0	49.5	0.82
7 Abr	149	Med	1.1	1.00	100	82	30.0	0.0	0.0	42.9	0.83
13 Abr	155	Fin	1.3	1.00	100	84	30.8	0.0	0.0	44.0	0.85
19 Abr	161	Fin	0.0	1.00	100	84	30.7	0.0	0.0	43.9	0.85
26 Abr	168	Fin	0.0	1.00	100	84	31.0	0.0	0.0	44.3	0.73
4 May	176	Fin	0.0	1.00	100	90	33.2	0.0	0.0	47.4	0.69
8 May	Fin	Fin	0.0	1.00	100	27					

Totales
 Lámina bruta total 799.7 mm Precipitación total 71.3 mm
 Lámina neta total 559.8 mm Precipitación Efectiva 62.7 mm

Pérdida total de riego	0.0 mm	Pérdida tot.prec.	8.6 mm
Uso real de agua del cultivo	590.1 mm	Def. de hum. en cosecha	9.8 mm
Uso pot. de agua del cultivo	590.1 mm	Requer. reales de riego	527.3 mm
Efic. de programación de riego	100.0 %	Efic. de precipitación	88.0 %
Deficiencia de programación de riego	0.0 %		

Reducción de rendimiento

Stagelabel	A	B	C	D	Estación
Reducciones en ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Factor de respuesta del rend.	0.20	1.00	0.50	0.20	0.57
Red. del rend.	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Reducc. acum. del rendimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %

Anexo 12. Programación de riego del cultivo Zanahoria.

Programación de riego de cultivo

ETo estación Union de Reyes **Cultivo** Zanahoria **Siembra** 03/02 **Red. Rend.**
Est. de lluvia **Suelo** ferralítico rojo **Cosecha** 02/07 **0.0 %**

Formato de Tabla
 Program. de riego
 Bal. diario de agua de suelo

Momento: Regar a agotamiento crítico
Aplicación: Reponer a capacidad de campo
Ef. campo 70 %

Fecha	Día	Etapa	Precipit.	Ks	ETa	Agot.	Lám.Neta	Déficit	Pérdida	Lam.Br.	Caudal
			mm	fracc.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
8 Feb	6	Ini	0.0	1.00	100	87	19.0	0.0	0.0	27.1	0.52
18 Feb	16	Ini	0.0	1.00	100	86	20.1	0.0	0.0	28.8	0.33
27 Feb	25	Ini	1.4	1.00	100	83	20.7	0.0	0.0	29.5	0.38
7 Mar	33	Des	0.6	1.00	100	88	22.9	0.0	0.0	32.7	0.47
14 Mar	40	Des	0.0	1.00	100	94	25.4	0.0	0.0	36.2	0.60
20 Mar	46	Des	0.0	1.00	100	87	24.3	0.0	0.0	34.8	0.67
25 Mar	51	Des	0.0	1.00	100	87	24.8	0.0	0.0	35.5	0.82
30 Mar	56	Des	0.0	1.00	100	84	24.8	0.0	0.0	35.5	0.82
4 Abr	61	Des	0.0	1.00	100	99	30.0	0.0	0.0	42.8	0.99
8 Abr	65	Des	0.0	1.00	100	81	24.8	0.0	0.0	35.4	1.02
12 Abr	69	Des	0.0	1.00	100	89	27.9	0.0	0.0	39.9	1.15
16 Abr	73	Med	0.0	1.00	100	94	29.8	0.0	0.0	42.5	1.23
20 Abr	77	Med	0.0	1.00	100	94	29.8	0.0	0.0	42.5	1.23
24 Abr	81	Med	0.0	1.00	100	83	26.1	0.0	0.0	37.3	1.08
28 Abr	85	Med	0.0	1.00	100	83	26.1	0.0	0.0	37.3	1.08
2 May	89	Med	0.0	1.00	100	91	28.6	0.0	0.0	40.9	1.18
6 May	93	Med	0.0	1.00	100	89	28.1	0.0	0.0	40.2	1.16
10 May	97	Med	0.0	1.00	100	89	28.1	0.0	0.0	40.2	1.16
15 May	102	Med	0.0	1.00	100	100	31.5	0.0	0.0	45.0	1.04
20 May	107	Med	0.0	1.00	100	100	31.5	0.0	0.0	45.0	1.04
25 May	112	Med	0.0	1.00	100	96	30.4	0.0	0.0	43.4	1.01
30 May	117	Med	0.0	1.00	100	96	30.4	0.0	0.0	43.4	1.01
4 Jun	122	Med	0.0	1.00	100	93	29.2	0.0	0.0	41.6	0.96
9 Jun	127	Med	0.0	1.00	100	92	28.8	0.0	0.0	41.2	0.95
14 Jun	132	Fin	0.0	1.00	100	83	26.1	0.0	0.0	37.3	0.86
19 Jun	137	Fin	0.0	1.00	100	81	25.4	0.0	0.0	36.3	0.84
25 Jun	143	Fin	0.0	1.00	100	83	26.3	0.0	0.0	37.5	0.72
2 Jul	Fin	Fin	0.0	1.00	100	79					

Totales					
Lámina bruta total	1029.8	mm	Precipitación total	185.5	mm
Lámina neta total	720.8	mm	Precipitación Efectiva	153.0	mm
Pérdida total de riego	0.0	mm	Pérdida tot.prec.	32.5	mm
Uso real de agua del cultivo	783.8	mm	Def. de hum. en cosecha	24.8	mm
Uso pot. de agua del cultivo	783.8	mm	Requer. reales de riego	630.9	mm
Efic. de programación de riego	100.0	%	Efic. de precipitación	82.5	%
Deficiencia de programación de riego	0.0	%			

Reducción de rendimiento					
Stagelabel	A	B	C	D	Estación
Reducciones en ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Factor de respuesta del rend.	0.60	0.33	0.70	0.20	0.98
Red. del rend.	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Reducc. acum. del rendimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %

Anexo 13. Programación de riego del cultivo Calabaza.

Programación de riego de cultivo

ETo estación: Union de Reyes **Cultivo:** calabaza **Siembra:** 03/03 **Red. Rend.:** 0.0 %
Est. de lluvia: **Suelo:** ferralítico rojo **Cosecha:** 10/06

Formato de Tabla:
 Program. de riego **Momento:** Regar a agotamiento crítico
 Bal. diario de agua de suelo **Aplicación:** Reponer a capacidad de campo
Ef. campo: 70 %

Fecha	Día	Etapa	Precipit.	Ks	ETa	Agot.	Lám.Neta	Déficit	Pérdida	Lam.Br.	Caudal
			mm	fracc.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
6 Mar	4	Ini	0.0	1.00	100	82	17.9	0.0	0.0	25.6	0.74
14 Mar	12	Ini	0.0	1.00	100	88	20.8	0.0	0.0	29.7	0.43
22 Mar	20	Ini	0.0	1.00	100	88	22.3	0.0	0.0	31.8	0.46
30 Mar	28	Des	0.0	1.00	100	86	23.1	0.0	0.0	33.0	0.48
6 Abr	35	Des	0.0	1.00	100	87	24.7	0.0	0.0	35.3	0.58
12 Abr	41	Des	0.0	1.00	100	81	24.1	0.0	0.0	34.4	0.66
18 Abr	47	Des	0.0	1.00	100	84	25.9	0.0	0.0	37.0	0.71
25 Abr	54	Med	0.0	1.00	100	94	29.8	0.0	0.0	42.5	0.70
1 May	60	Med	0.0	1.00	100	80	25.3	0.0	0.0	36.1	0.70
8 May	67	Med	0.0	1.00	100	83	26.1	0.0	0.0	37.2	0.62
15 May	74	Med	0.0	1.00	100	91	28.6	0.0	0.0	40.9	0.68
22 May	81	Fin	0.0	1.00	100	88	27.7	0.0	0.0	39.5	0.65
29 May	88	Fin	0.0	1.00	100	82	25.7	0.0	0.0	36.8	0.61
6 Jun	96	Fin	0.0	1.00	100	82	25.8	0.0	0.0	36.8	0.53
10 Jun	Fin	Fin	20.9	1.00	100	33					

Totales

Lámina bruta total	496.5	mm	Precipitación total	146.6	mm
Lámina neta total	347.6	mm	Precipitación Efectiva	118.1	mm
Pérdida total de riego	0.0	mm	Pérdida tot.prec.	28.6	mm
Uso real de agua del cultivo	375.6	mm	Def. de hum. en cosecha	10.3	mm
Uso pot. de agua del cultivo	375.6	mm	Requer. reales de riego	257.5	mm
Efic. de programación de riego	100.0	%	Efic. de precipitación	80.5	%
Deficiencia de programación de riego	0.0	%			

Reducción de rendimiento

Stagelabel	A	B	C	D	Estación
Reducciones en ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Factor de respuesta del rend.	0.50	1.80	0.80	0.40	0.95
Red. del rend.	0.0	0.0	0.0	0.0	%
Reducc. acum. del rendimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %

Anexo 14. Programación de riego del cultivo Pepino.

Programación de riego de cultivo

ETo estación Union de Reyes **Cultivo** pepino **Siembra** 12/06 **Red. Rend.**
Est. de lluvia **Suelo** ferralítico rojo **Cosecha** 24/09 **0.0 %**

Formato de Tabla
 Program. de riego
 Bal. diario de agua de suelo

Momento: Regar a agotamiento crítico
Aplicación: Reponer a capacidad de campo
Ef. campo 70 %

Fecha	Día	Etapa	Precipit.	Ks	ETa	Agot.	Lám.Neta	Déficit	Pérdida	Lam.Br.	Caudal
			mm	fracc.	%	%	mm	mm	mm	mm	l/s/ha
16 Jun	5	Ini	0.0	1.00	100	84	18.5	0.0	0.0	26.4	0.61
25 Jun	14	Ini	0.0	1.00	100	86	20.6	0.0	0.0	29.4	0.38
4 Jul	23	Des	0.0	1.00	100	83	21.4	0.0	0.0	30.5	0.39
11 Jul	30	Des	0.0	1.00	100	83	22.5	0.0	0.0	32.2	0.53
17 Jul	36	Des	14.4	1.00	100	83	23.7	0.0	0.0	33.9	0.65
22 Jul	41	Des	0.0	1.00	100	92	27.2	0.0	0.0	38.8	0.90
26 Jul	45	Des	0.0	1.00	100	81	24.6	0.0	0.0	35.2	1.02
31 Jul	50	Des	0.0	1.00	100	98	30.8	0.0	0.0	44.0	1.02
5 Ago	55	Med	0.0	1.00	100	94	29.5	0.0	0.0	42.2	0.98
10 Ago	60	Med	0.0	1.00	100	94	29.5	0.0	0.0	42.2	0.98
15 Ago	65	Med	0.0	1.00	100	90	28.5	0.0	0.0	40.7	0.94
20 Ago	70	Med	0.0	1.00	100	90	28.5	0.0	0.0	40.7	0.94
25 Ago	75	Med	0.0	1.00	100	87	27.5	0.0	0.0	39.3	0.91
30 Ago	80	Med	0.0	1.00	100	87	27.5	0.0	0.0	39.3	0.91
4 Sep	85	Med	0.0	1.00	100	85	26.6	0.0	0.0	38.1	0.88
9 Sep	90	Med	0.0	1.00	100	84	26.4	0.0	0.0	37.7	0.87
16 Sep	97	Fin	0.0	1.00	100	93	29.4	0.0	0.0	42.0	0.69
24 Sep	Fin	Fin	0.0	1.00	100	74					

Totales

Lámina bruta total	632.6	mm	Precipitación total	194.5	mm
Lámina neta total	442.8	mm	Precipitación Efectiva	155.3	mm
Pérdida total de riego	0.0	mm	Pérdida tot.prec.	39.1	mm
Uso real de agua del cultivo	507.6	mm	Def. de hum. en cosecha	23.4	mm

Uso pot. de agua del cultivo 507.6 mm Requer. reales de riego 352.3 mm
 Efic. de programación de riego 100.0 % Efic. de precipitación 79.9 %
 Deficiencia de programación de riego 0.0 %

Reducción de rendimiento

Stagelabel	A	B	C	D	Estación
Reducciones en ETc	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Factor de respuesta del rend.	0.50	1.80	0.80	0.40	0.95
Red. del rend.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %
Reducc. acum. del rendimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0 %

Anexo 17. Extracción de agua total. Nivel de estrés hídrico 2020.

2.6. Nivel de Estrés Hídrico

Mes a evaluar: 11 Noviembre
Año a evaluar: 2020

a) Extracción de Agua Total

Territorio	Necesario y Bédricos Reservados	Valor óptimo	Línea Base	Plan 2020	Plan mensual (cantidad de agua a extraer cada mes)												Real mensual (cantidad de agua extraída cada mes)												Estimo de cierre 2020	Plan 2021				
					Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre						
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)				
Unidad	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³	km ³				
Matanzas	115.0	73.8	61.5	75.3	177.3	8,541	5,183	6,190	6,842	3,855	5,204	5,565	3,563	4,645	3,939	4,668	3,559	7,412	1,111	1,801	1,535	3,335	4,867	4,738	3,033	4,233	5.6	3.9	66.3	15.8	73,240	64,455		
Cárdenas	176.3	176.3	125	79.2	4,085	4,202	5,223	7,854	7,104	8,203	8,798	7,205	8,446	5,205	5,571	5,822	4,431	3,452	3,295	6,889	6,650	8,204	7,693	7,541	3,254	4,638	5.0	5.4	14.4	20.0	25,410	27,254		
Marí	114.6	76.8	25.1	23.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
Colón	122.7	62.2	43.5	36.7	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3	4.3
Perico	75.0	50.4	27.8	27.8	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Jovellanos	112.0	75.0	43.1	39.2	4,043	4,354	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202	4,202
Pedro Botascourt	103.2	75.2	38.0	31.2	1,221	1,106	1,336	5,134	5,541	4,846	5,023	5,198	4,888	5,361	5,315	1,007	3,381	6,111	5,533	4,822	5,036	4,866	4,888	4,934	4,178	4,637	0.9	0.9	36.0	43.6	10,538	6,634		
Limonar	97.0	65.2	31.1	10.8	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Unión de Reyes	181.6	121.7	6.3	3.3	1,111	1,129	1,032	1,040	0,518	0,951	0,712	0,710	0,714	0,733	0,931	0,877	0,969	0,886	0,599	0,508	0,352	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358	0,358
Ciénaga de Zapata	323.3	619.0	2.4	2.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Jaquím Grande	254.4	115.1	16.2	30.7	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1	10.1
Calimeta	220.3	148.0	105.5	39.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3
Los Arzobis	160.2	107.5	25.4	24.0	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4
Provincia Matanzas	2672.0	1730.2	575.1	602.3	52.1	52.4	54.1	63.0	62.7	59.6	47.1	47.4	46.5	39.5	39.2	39.2	37.2	47.3	44.0	49.0	59.3	59.3	57.1	45.0	44.7	44.6	34.9	34.3	37.2	36.2	619.8	602,316	565,639	

b) Nivel de Estrés Hídrico

Territorio	Necesario y Bédricos Reservados	Valor óptimo	Línea Base	Plan 2020	Plan mensual (Nivel de Estrés Hídrico a alcanzar cada mes)												Real mensual (Nivel de Estrés Hídrico obtenido cada mes)												Estimo de cierre 2020	Plan 2021					
					Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)	(31)					
Unidad	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z	z			
Matanzas	115.0	0.3	0.3	0.3	3.1	19.0	23.8	33.3	43.4	34.0	50.1	65.3	75.3	75.0	80.6	85.4	8.6	11.0	25.4	33.0	44.5	46.5	32.1	37.9	41.9	46.3	10.9	15.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3		
Cárdenas	176.3	0.3	0.3	0.3	3.9	7.4	11.5	17.9	23.2	30.0	36.4	43.9	53.6	57.6	62.2	3.5	6.2	3.3	14.1	19.3	26.7	32.7	44.3	48.6	32.7	36.3	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	
Marí	114.6	0.3	0.3	0.4	2.8	5.7	8.5	12.1	16.8	19.4	21.6	23.1	25.3	28.2	34.5	2.8	5.7	8.5	12.1	16.7	19.3	21.5	23.7	25.9	27.7	29.9	33.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
Colón	122.7	0.3	0.3	0.6	4.8	9.6	14.4	21.6	28.8	34.4	40.1	47.1	54.1	61.1	68.1	4.7	9.3	14.0	20.5	27.0	33.4	39.7	44.4	49.1	52.9	56.7	60.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
Perico	75.0	0.3	0.3	0.7	6.7	13.4	20.1	27.3	34.6	41.8	49.3	56.0	64.1	72.5	81.4	6.5	13.0	20.0	27.2	34.4	41.6	48.7	55.7	62.7	69.7	76.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	
Jovellanos	112.0	0.3	0.6	0.6	3.0	10.0	20.8	26.4	32.3	37.3	43.1	49.3	54.0	58.3	63.5	3.9	10.5	14.8	19.3	24.3	30.0	34.3	38.9	45.0	50.3	54.3	58.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
Pedro Botascourt	103.2	0.3	0.3	0.5	1.6	3.0	4.7	6.3	7.9	9.5	11.0	12.5	14.0	15.5	17.0	1.2	2.0	2.7	3.4	4.1	4.8	5.5	6.2	6.9	7.6	8.3	9.0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
Limonar	97.0	0.3	0.2	0.2	1.3	2.4	3.8	5.1	6.3	7.8	9.0	10.3	12.6	13.3	15.1	1.0	1.9	2.7	3.5	4.3	5.0	5.4	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
Unión de Reyes	181.6	0.3	0.0	0.1	0.8	1.7	2.5	3.1	3.5	4.2	4.8	5.3	5.8	6.4	6.9	0.7	1.0	1.3	1.7	2.0	2.5	2.6	2.7	3.2	3.4	4.1	4.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
Ciénaga de Zapata	323.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
Jaquím Grande	254.4	0.3	0.5	0.5	6.5	13.0	19.5	24.8	30.2	35.5	41.1	46.4	51.7	56.9	62.2	4.6	9.1	13.6	18.1	22.6	27.1	31.6	36.1	40.6	45.1	49.6	54.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Calimeta	220.3	0.3	0.1	0.6	4.5	9.0	13.5	18.0	22.5	27.0	31.5	36.0	40.5	45.0	49.5	4.6	9.1	13.6	18.1	22.6	27.1	31.6	36.1	40.6	45.1	49.6	54.1	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Los Arzobis	160.2	0.3	0.2	0.2	2.1	4.2	6.3	8.4	10.5	12.6	14.7	16.8	18.9	21.0	23.1	2.0	4.1	6.1	8.0	9.9	11.8	13.7	15.6	17.5	19.4	21.3	23.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Provincia Matanzas	2672.0	0.3	0.3	0.3	2.7	5.4	8.2	11.0	13.8	16.6	19.4	22.2	25.0	27.8	30.6	2.7	5.4	8.1	10.8	13.5	16.2	18.9	21.6	24.3	27.0	29.7	32.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3

Anexo 18. Resumen 2020.

C) Resumen

Territorio	Valor óptimo	Línea Base	Plan 2020	Plan cierre de 2020	Real cierre de 2020	Estim ado cierre 2020	Plan 2021	Real mbre/ Plan 2020	Estim ado/Plan 2020	Estim ado/Plan 2021	2019		2020		2021	
											NEH (%)	Plan 2020	NEH (%)	Real 2020	NEH (%)	Plan 2021
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)=100/76	(10)=100/72	(11)=100/72	2019	Plan 2020				

Anexo 19. Plan 2020 y Real 2020

Matanzas	Plan 2020					Real 2020				
	EAT (hm ³)	RHRT (hm ³)	RHA (hm ³)	NEH (%)		Matanzas	EAT (hm ³)	RHRT (hm ³)	RHA (hm ³)	NEH (%)
1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Matanzas	73,24	119	33,3	85,45		Matanzas	60,54	119	33,33	70,63
Cárdenas	79,258	176,9	49,5	62,24		Cárdenas	66,88	176,9	49,52	52,52
Martí	29,41	114,6	32,1	35,64		Martí	24,58	114,6	32,09	29,79
Colón	56,747	122,7	34,4	64,22		Colón	49,94	122,7	34,36	56,51
Perico	37,835	75,28	21,1	69,81		Perico	34,41	75,28	21,08	63,48
Jovellanos	51,186	112	31,4	63,47		Jovellanos	43,76	112	31,36	54,26
Pedro Betancourt	37,196	109,2	30,6	47,32		Pedro Betancourt	32,32	109,2	30,57	41,12
Limonar	10,598	97,3	27,2	15,13		Limonar	5,84	97,3	27,23	8,346
Unión de Reyes	3,883	181,59	50,8	7,559		Unión de Reyes	5,307	181,59	50,84	4,059
Ciénaga de Zapata	2,438	323,31	259	0,366		Ciénaga de Zapata	2,164	323,31	258,7	0,325
Jagüey Grande	90,67	258,42	72,4	48,73		Jagüey Grande	85,31	258,42	72,36	45,85
Calimete	99,858	220,31	61,9	62,78		Calimete	94,122	220,31	61,85	59,18
Los Arabos	23,397	160,21	44,9	20,8		Los Arabos	21,278	160,21	44,86	18,45
Provincia Matanzas	602,316	2672	748	31,3		Provincia Matanzas	526,45	2672	748,2	27,4

Anexo 20. Lineas Bases.

2019 Línea base					2019
Matanzas	EAT (hm ³)	RHRT (hm ³)	RHA (hm ³)	NEH (%)	
1	2	3	4	5	
Matanzas	67,5	119	33,33	78,7527	
Cárdenas	73,5	176,9	49,52	57,7206	
Martí	25,1	114,6	32,09	30,4168	
Colón	49,5	122,7	34,36	56,0215	
Perico	37,9	75,28	21,08	69,9253	
Jovellanos	48,1	112	31,36	59,6412	
Pedro Betancourt	38	109,2	30,57	48,3379	
Limonar	10,7	97,3	27,23	15,2657	
Unión de Reyes	6,34	181,59	50,84	4,84923	
Ciénaga de Zapata	2,402	323,31	258,7	0,36109	
Jagüey Grande	86,2	258,42	72,36	46,328	
Calimete	108,5	220,31	61,85	68,2161	
Los Arabos	25,365	160,21	44,86	21,9894	
Provincia Matanzas	579,1	2672	748,2	30,1	

2021					Plan 2021
Matanzas	EAT (hm ³)	RHRT (hm ³)	RHA (hm ³)	NEH (%)	
1	2	3	4	5	
Matanzas	75,77	119	33,33	88,4	
Cárdenas	80,03	176,9	49,52	62,8	
Martí	26,6	114,6	32,09	32,2	
Colón	54,89	122,7	34,36	62,1	
Perico	35,85	75,28	21,08	66,1	
Jovellanos	55,62	112	31,36	69,0	
Pedro Betancourt	43,57	109,2	30,57	55,4	
Limonar	12,5	97,3	27,23	17,9	
Unión de Reyes	3,845	181,59	50,84	7,5	
Ciénaga de Zapata	2,4	323,31	258,7	0,4	
Jagüey Grande	88,4	258,42	72,36	47,5	
Calimete	105,73	220,31	61,85	66,5	
Los Arabos	23,521	160,21	44,86	20,4	
Provincia Matanzas	614,77	2672	748,2	32,0	

2030					2030
Matanzas	EAT (hm ³)	RHRT (hm ³)	RHA (hm ³)	NEH (%)	
1	2	3	4	5	
Matanzas	79,7592	119	33,33	93,1	
Cárdenas	118,4946	176,9	49,52	93,1	
Martí	76,78968	114,6	32,09	93,1	
Colón	82,22285	122,7	34,36	93,1	
Perico	50,43675	75,28	21,08	93,1	
Jovellanos	75,04833	112	31,36	93,1	
Pedro Betancourt	73,15394	109,2	30,57	93,1	
Limonar	65,1635	97,3	27,23	93,1	
Unión de Reyes	121,662963	181,59	50,84	93,1	
Ciénaga de Zapata	619,016359	323,31	258,7	93,1	
Jagüey Grande	173,143361	258,42	72,36	93,1	
Calimete	148,007889	220,31	61,85	93,1	
Los Arabos	107,340557	160,21	44,86	93,1	
Provincia Matanzas	7190,24	2672	748,2	93,1	
2026	652	2672	748,2	33,9	
2022	627	2672	748,2	32,6	
2023	634	2672	748,2	33,0	
2024	641	2672	748,2	33,3	
2025	648	2672	748,2	33,7	
2027	662	2672	748,2	34,4	
2028	669	2672	748,2	34,8	
2029	676	2672	748,2	35,1	
2030	683	2672	748,2	35,5	

Anexo 21. Plan y real 2020.

Plan 2020	7,773	8,541	9,189	8,150	8,642	3,985	5,204	5,366	3,369	4,848	3,999	4,168	73,24
	4,865	4,502	5,229	7,864	7,124	8,603	8,186	7,905	8,466	5,505	5,157	5,852	79,258
	2,3	2,3	2,3	3,0	3,0	3,0	1,8	1,8	1,8	2,7	2,7	2,7	29,41
	4,3	4,3	4,3	5,9	5,9	5,9	5,0	5,0	5,0	3,8	3,8	3,8	56,747
	3,6	3,6	3,6	3,9	3,9	3,9	2,2	2,2	2,2	2,8	2,8	2,8	37,835
	4,043	4,054	4,032	4,620	4,521	4,719	4,596	4,214	4,977	3,803	3,905	3,702	51,186
	1,221	1,106	1,336	5,194	5,541	4,846	5,023	5,158	4,888	0,961	0,915	1,007	37,196
	0,890	0,810	0,970	0,871	0,840	0,903	0,869	0,845	0,893	0,902	0,965	0,840	10,598
	1,111	1,128	1,093	0,740	0,518	0,961	0,712	0,710	0,714	0,732	0,587	0,877	9,883
	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	2,438
	12,1	12,1	12,1	3,9	3,9	3,9	3,1	3,1	3,1	5,1	5,1	5,1	30,67
	7,3	7,3	7,3	10,5	10,5	10,5	9,3	9,3	9,3	6,2	6,2	6,2	99,858
	2,4	2,4	2,4	2,2	2,2	2,2	1,5	1,5	1,5	1,9	1,9	1,9	23,997
	52,1	52,4	54,1	63,0	62,7	59,6	47,7	47,4	46,5	39,5	38,2	39,2	602,32
Real 2020	7,358	7,212	7,171	7,187	7,535	3,395	4,967	4,798	3,099	4,233	3,6		60,540
	4,431	3,452	3,856	6,888	6,660	8,204	7,663	7,541	8,254	4,838	5,0		66,880
	2,3	2,3	2,3	3,0	3,0	3,0	1,8	1,8	1,8	1,6	1,7		24,581
	4,1	4,1	4,1	5,7	5,7	5,7	4,9	4,9	4,9	2,5	3,3		49,936
	3,6	3,6	3,6	3,9	3,9	3,9	2,2	2,2	2,2	2,4	2,9		34,406
	4,781	3,672	3,496	3,991	4,155	4,079	3,960	3,979	4,847	3,618	3,2		43,762
	0,981	0,611	0,533	4,822	5,036	4,686	4,998	4,914	4,178	0,697	0,9		32,324
	0,672	0,692	0,504	0,579	0,290	0,802	0,330	0,380	0,678	0,255	0,7		5,844
	0,368	0,286	0,508	0,502	0,358	0,632	0,128	0,159	0,646	0,367	0,8		5,307
	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2		2,164
	12,1	12,1	12,1	3,9	3,9	3,9	3,0	3,0	3,0	5,2	5,1		85,310
	7,3	7,3	7,3	10,5	10,5	10,5	9,3	9,3	9,3	7,4	5,5		94,122
	2,4	2,4	2,4	2,1	2,1	2,1	1,5	1,5	1,5	1,6	1,7		21,278
	51,2	47,9	48,0	59,3	59,3	57,1	45,0	44,7	44,6	34,8	34,5		526,454

Anexo 22. Nivel de estrés hídrico en la Provincia de Matanzas 2019-2030.

Nivel	Estrés Hídrico				
	Matanzas	EAT (hm3)	RHRT (hm3)	RHA (hm3)	NEH (%)
2019	Provincia	579,1	2672	748,2	30,1
2020	Provincia	526,5	2672	748,2	27,4
Real Nov 2020	Provincia	526,5	2672	748,2	27,4
2021	Provincia	614,8	2672	748,2	32,0
2022	Provincia	627	2672	748,2	32,6
2023	Provincia	634	2672	748,2	33,0
2024	Provincia	641	2672	748,2	33,3
2025	Provincia	648	2672	748,2	33,7
2026	Provincia	652	2672	748,2	33,9
2027	Provincia	662	2672	748,2	34,4
2028	Provincia	669	2672	748,2	34,8
2029	Provincia	676	2672	748,2	35,1
2030	Provincia	683	2672	748,2	35,5