



***Caracterización de suelos de las veredas Mesitas y Hoya Vargas del municipio de Quetame, Cundinamarca, utilizados para el cultivo de Sagú.***

**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO**

**BOGOTA D.C. JUNIO 2019**



***Caracterización de suelos de las veredas Mesitas y Hoya Vargas del municipio de Quetame, Cundinamarca, utilizados para el cultivo de Sagú.***

**Estudiante:**

**Marvin Dayanna Sabogal Benavides**

**Asesora interna:**

**Martha Lucia Posada Buitrago, Ph.D.**

**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**BACTERIOLOGÍA Y LABORATORIO CLÍNICO**

**BOGOTA D.C. JUNIO 2019**

## **DEDICATORIA**

Principalmente a mis padres Luz Mariela Benavides y Oscar Antonio Sabogal Ruiz quienes siempre me han apoyado y guiado para ser una persona con los mejores valores éticos, a mi hermana y mi sobrina por su apoyo motivacional y en especial a mi esposo Luis Alejandro Garcia Cruz quien me acompañó en todo el proceso de campo de este trabajo y me animo en los momentos que podía decaer y nunca me dejo renunciar porque sabía que los resultados eran en pro de la comunidad del Municipio de Quetame.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la comunidad del municipio de Quetame y a su alcaldía municipal en representación del alcalde Wilder Enrique Moreno quien aprobó el financiamiento del proyecto y por su compromiso con trabajos de investigación que apoyen el progreso de la comunidad del municipio de Quetame en todos los ámbitos académicos; de igual forma a la unidad tecnológica agropecuaria y ambiental (UTA) municipal y especialmente a su director Edwin Mauricio Romero por su acompañamiento en la fase de campo del proyecto, a la comunidad de las veredas Mesitas y Hoya Vargas quien me recibieron siempre con amabilidad en sus casas y me permitieron utilizar sus terrenos para el estudio; a la señora Marina Florez por recibirme en su hogar y hacerme parte de su familia, e indispensablemente a mi tutora de investigación la doctora Martha Lucia Posada Buitrago que nunca dejó de creer en mí y en lo que esta investigación arrojaría, para lograr mitigar la problemática social y cultural de la comunidad quetameña.

Dayanna Sabogal

## Tabla de Contenido

Lista de tablas .....	9
Lista de figuras.....	10
Lista de anexos .....	11
Resumen.....	12
1. Introducción .....	15
2. Objetivos .....	17
2.1 Objetivo general .....	17
2.2 Objetivos específicos .....	17
3. Antecedentes .....	18
4. Marco referencial .....	20
4.1 Municipio de Quetame .....	20
4.2 Sagú.....	20
4.3 Clasificación taxonómica de la planta <i>Canna edulis</i> Ker.....	21
4.4 Enfermedades y plagas de la planta de Sagú.....	22
4.6 Contexto de producción de Sagú en el periodo 2007 al 2016 en Colombia.....	22
4.7 Almidón .....	25
4.8 Propiedades del almidón de Sagú .....	26
4.9 Suelos .....	27
4.10 Propiedades físicas y químicas del suelo .....	28
4.11 Técnicas utilizadas para el análisis de suelos.....	30
4.12 Microorganismos en el suelo. ....	31

5. Materiales y métodos .....	33
5.1 Criterios de selección de las muestras.....	33
5.2 Criterios de exclusión.....	34
5.3 Técnicas y procedimientos.....	34
6. Resultados.....	38
7. Discusión .....	59
8. Conclusiones .....	66
Referencias.....	68
Anexos .....	80

## Lista de tablas

Tabla 1:Comparación de componentes del almidón de yuca con el de Sagú.....	26
Tabla 2: Coordenadas puntos de muestreo M1. ....	35
Tabla 3.Coordenadas puntos de muestreo M2. ....	36
Tabla 4.Coordenadas puntos de muestreo M3. ....	36
Tabla 5.Coordenadas puntos de muestreo M4. ....	36
Tabla 6. Características de las muestras .....	39
Tabla 7. Resultado físico químicos M1. ....	41
Tabla 8. Resultados físicoquímicos M2.....	42
Tabla 9. Resultados físicoquímicos M3.....	42
Tabla 10. Resultados físicoquímicos M4.....	43
Tabla 11. Matriz DOFA .....	55
Tabla 12.Cruce matriz DOFA. ....	56
<i>Tabla 13. Plan de acción.....</i>	<i>57</i>

## Lista de figuras

Figura 1: Planta de Sagú .....	21
Figura 2: Área y cosecha de producción de Sagú durante el periodo 2008 al 2016	23
Figura 3: Participación de producción nacional de Sagú .....	24
Figura 4: Rendimiento de producción en toneladas por hectárea.....	25
Figura 5: Diseño metodológico. ....	33
Figura 6. Plantas de Sagú con tonalidades amarillas en sus hojas (M1 y M2) .....	40
Figura 7. Rizoma de Sagú dañado y con coloración amarilla pálida.....	41
Figura 8. Crecimiento de M1 en los diferentes medios de cultivo. ....	44
Figura 9. Crecimiento de M2 en los diferentes medios de cultivo. ....	45
Figura 10. Crecimiento de M3 en los diferentes medios de cultivo. ....	45
Figura 11. Crecimiento de M4 en los diferentes medios de cultivo. ....	45
Figura 12. Crecimiento microbiológico de las 4 muestras de suelo (M1, M2, M3, M4).....	47
Figura 13. Medio de cultivo sabouraud, A y B morfología macroscópica 7x, C morfología microscópica Penicillium sp en 40 x.....	48
Figura 14. Medio de cultivo sabouraud, A y B Morfología macroscópica 7x, C y D morfología microscópica 40x Botrytis sp.....	49
Figura 15. (A) Morfología microscópica 100X, (B) morfología macroscópica Pseudomonas sp 5X.....	49
Figura 16. Pruebas bioquímicas Pseudomonas sp.....	50
Figura 17. Microscopia Micrococcus sp 100X.....	52
Figura 18. Pruebas bioquímicas Micrococcus sp.....	52
Figura 19.. Morfología microscópica 100X Acinetobacter sp. ....	53
Figura 20. Pruebas bioquímicas Acinetobacter sp. ....	54



## Lista de anexos

Anexo 1: Tabla de rangos .....	80
Anexo 2. Indicadores. ....	81
Anexo 3. Componentes de algunos de los medios de cultivos utilizados. ....	83
Anexo 4. Fórmula utilizada para determinar el crecimiento poblacional en cada medio de cultivo. ....	83
Anexo 5. Encuesta y consentimiento. ....	84
Anexo 6. Resultados emitidos por el instituto geográfico Agustín Codazzi (IGAC)..	86



**UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**PROGRAMA DE BACTERIOLOGÍA.**

***Caracterización de suelos de las veredas Mesitas y Hoya Vargas del municipio de Quetame, Cundinamarca, utilizados para el cultivo de Sagú.***

**RESUMEN**

El cultivo de Sagú es de gran importancia para la comunidad del municipio de Quetame, pues en torno a él se ven reflejadas sus costumbres, alimentación y algunas festividades. En la última década la producción de harina de Sagú ha disminuido en el municipio debido a la baja concentración de almidón en el rizoma de la planta de Sagú, generando pérdidas económicas para el agricultor; por lo que esta investigación tiene como objetivo determinar el estado actual de los suelos de las veredas Mesitas y Hoya Vargas de Quetame, mediante análisis físico-químico y microbiológico, y su capacidad para el cultivo de Sagú. Se recolectaron dos muestras de suelo de cultivos de Sagú por vereda que tenían un promedio de sembrados de 3 a 4 meses y no habían sido fertilizados, las cuales se tomaron a 30

cm de profundidad. Se determinó que el suelo de las dos veredas cuenta con variedad de texturas y pH ácido, el cual impide el desarrollo óptimo de la planta. La cuantificación de microorganismos presentes se realizó mediante microbiología convencional, llegando a la conclusión que el suelo de las muestras analizadas tiene bajos recuentos de bacterias y hongos y ya no es apto para el cultivo de Sagú. Se recomendó a los agricultores de esta región un plan de recuperación de suelos mediante el uso de abono y rotación de cultivos con leguminosas.

***Palabras claves: Sagú, suelo, rizoma, almidón.***

**Characterization of soils of the Mesitas and Hoya Vargas areas of the municipality of Quetame, Cundinamarca, used for the cultivation of sago.**

## **SUMMARY**

The cultivation of sago is of great importance for the community of the municipality of Quetame, because around it are reflected their customs, food and some festivities. In the last decade sago flour production has decreased in the municipality due to the low concentration of starch in the rhizome of the sago plant, generating economic losses for the farmer; so this research aims to determine the current state of the soils of the areas Mesitas and Hoya Vargas from Quetame, through physico chemical and microbiological analysis, and their capacity for the cultivation of sago. Two samples of sago crop soil were collected for each area that had an average of 3 to 4 months of sowing and had not been fertilized, which were taken at a depth of 30

cm. It was determined that the soil of the two areas has a great variety of textures and acidic pH, which prevents the optimal development of the plant. The quantification of microorganisms present was done by conventional microbiology, reaching the conclusion that the soil of the analyzed samples has low counts of bacteria and fungi and is no longer suitable for the cultivation of sago. A plan of soil recovery was recommended to the farmers of these region through the use of fertilizer and rotation of crops with legumes.

**Keywords: Sago, soil, rhizome, starch.**

## 1. Introducción

La planta de Sagú (*Canna edulis Ker*) pertenece a la región andina y se cultiva cotidianamente en el departamento de Cundinamarca, en algunos de sus municipios uno de ellos es Quetame y es utilizada especialmente para la extracción del almidón y a su vez utilizarla como materia prima para productos de panadería como el pan de Sagú alimento característico del municipio. El cultivo es de gran importancia siendo una forma de sustento para el agricultor el cual es el encargado de todo el proceso de elaboración, desde la siembra hasta la extracción del almidón, este proceso ha ido disminuyendo a causa de una deficiencia de almidón presente en el rizoma generando pérdidas económicas para el agricultor.

El suelo es la parte más extensa del planeta tierra el cual cuenta con distintos componentes; al pasar los años la explotación del suelo se ha incrementado, haciendo uso excesivo de este generando cambios estructurales y nutricionales, por este motivo es importante los análisis de suelo para saber a ciencia cierta el estado del suelo y de esta manera determinar su adecuado tratamiento. El municipio de Quetame se encarga del cultivo de diversos productos como el frijol, maíz, Sagú entre otros, el manejo inadecuado e intensivo del suelo disminuye la calidad de los productos cosechados esto se ve demostrado en el cultivo de Sagú y se cree que la disminución del cultivo es por falencias nutricionales en el suelo.

El presente estudio quiere determinar si el suelo donde se está cultivando Sagú tiene las características nutricionales y microbiológicas para el crecimiento óptimo de la planta de Sagú y obtener buenas concentraciones de almidón en el rizoma, generando posibles soluciones para obtener cultivos sanos y así se incrementar su siembra y comercialización.

Los resultados expuestos en el trabajo una parte fueron realizados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), el resto de resultados se realizaron mediante

microbiología convencional y revisión documental sobre planeación estratégica y matriz DOFA, llegando a la conclusión que los suelos de las fincas estudiadas de las veredas Mesitas y Hoya Vargas no cuentan con las condiciones mínimas para ser utilizados para el cultivo de sagú como: pH de 5.0 a 6.5 y altas concentraciones de potasio además se debe suplementar el suelo con materia orgánica aportándole nutrientes y microorganismos que le aportan diferentes beneficios al suelo.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Determinar el estado actual de los suelos de las veredas Mesitas y Hoya Vargas, mediante el análisis físico-químico y microbiológico y su capacidad para el cultivo de Sagú.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Establecer las condiciones fisicoquímicas de suelos con cultivos activos de sagú en las veredas Mesitas y Hoya Vargas del municipio de Quetame, Cundinamarca.
- Cuantificar la comunidad bacteriana y fúngica presente en los suelos de las veredas Mesitas y Hoya Vargas que han sido utilizados para el cultivo de Sagú, mediante microbiología convencional.
- Proponer estrategias de recuperación del suelo y la comercialización del cultivo de Sagú en el municipio de Quetame, Cundinamarca.

### 3. Antecedentes

El suelo constantemente sufre cambios, dependiendo del cultivo y el tiempo de este, tanto estructurales como funcionales que podrían limitar su productividad<sup>1</sup>, por lo tanto, es indispensable determinar los indicadores de calidad del suelo y la comunidad microbiana presente en él, ya que esta interactúa con los diferentes cultivos<sup>2</sup>. La importancia de un análisis de suelo es determinar la eficiencia de este; el suelo puede presentar condiciones adversas que pueden perjudicar los cultivos, tales como la acidez excesiva, salinidad, y la toxicidad de algunos elementos<sup>3</sup> de igual forma, permite determinar el grado de fertilidad del suelo este está determinado por sus características químicas y físicas, se debe tener en cuenta los puntos de muestreo ya que este proceso es importante para hacer un análisis del suelo incluyendo teniendo haciendo participe a distintas partes del mismo terreno <sup>4</sup>. Para determinar las características de un suelo óptimo para un cultivo es importante conocer su morfología en este caso el de la planta de *Canna edulis Ker* <sup>5</sup> y sus necesidades nutricionales para un óptimo crecimiento Suquilanda Manuel <sup>6</sup>.

El cultivo de Sagú es de uno de los cultivos autóctonos de la región andina y está clasificada en el grupo de las raíces andinas, Tapiá y Fires <sup>7</sup>; en el 2007 elaboran la Guía de campo de los cultivos andinos de la organización de las naciones unidas para la alimentación (FAO) con el fin de incrementar y diversificar el consumo de cultivos autóctonos y evitar la deficiencia de micronutrientes en la dieta. La forma más utilizada de consumo de Sagú es la extracción del almidón y de esta forma utilizarlo en panificación, tradicionalmente todo el proceso de extracción del almidón era manual, pero, hay documentado formas un poco más industriales para la extracción del mismo mejorando su calidad <sup>8</sup> y disminuyendo el tiempo en su proceso de elaboración.

Corpoica en el año 2003 elabora una cartilla especializada en el cultivo de Sagú enfocada al campesino para que obtenga mejores resultados de producción, determinando que es una alternativa agroindustrial para áreas rurales para mejorar



su economía<sup>9</sup>. CORPOICA se ha enfocado en el estudio de diferentes cultivares de achira según la región obteniendo que las plantas con mejor rendimiento de almidón son los “cultivares: Nativa (Altamira II.), Verde o Lisa (Cáqueza. C.), Roja (Pasto. N.), Morada de San Agustín (H), Raizuda (Cáqueza. C.), Extranjera (Cáqueza. C.), y Blanca de Pasto (N)<sup>9</sup>. de igual forma, el cultivo de Sagú tiene gran importancia sociocultural, económica y ambiental<sup>10</sup>, esto se veía representado en el municipio de Quetame Cundinamarca y quedó documentado en el proyecto investigación participativa en el cultivo de Sagú o Achira en el municipio de Quetame, un trabajo en conjunto con CORPOICA en el año 2001<sup>11</sup>.

Las especies de canáceas encontradas en Colombia son: entre las ornamentales se encuentran Roja, Amarilla jaspeada, Amarilla entre otras, las especies industriales se encuentran la Nativa de Altamira, Verde o lisa de Cáqueza Roja y Blanca de Pasto Roja, blanca y raizuda de Cáqueza entre otras<sup>12</sup>; el libro “Botánica de los cultivos tropicales” describe las distintas especies de canáceas , utilizadas para la elaboración de achira, nombrando a *Canna edulis* Ker como una de las plantas más utilizadas para la extracción de almidón y la elaboración de achira<sup>14</sup>.

No se describen claramente las necesidades nutricionales que puede necesitar la planta de Sagú para su óptimo crecimiento, aunque, se relata que necesita altas concentraciones de nitrógeno ya que hace uso eficiente del mismo al igual que necesita suelos abonados con estiércol al igual que puede crecer en climas 7 – 33°C<sup>15,16</sup>.

## 4. Marco referencial

### 4.1 Municipio de Quetame

El municipio de Quetame, su nombre es de origen indígena. QUETAME en la lengua chibcha quiere decir "Nuestra Labranza del Monte", está ubicado en el departamento de Cundinamarca, según la página oficial del municipio "la cabecera municipal se localiza a los 04°19'59'' de latitud norte y a los 73°51'56'' de longitud al oeste de Greenwich y a una altitud de 1.560 m.s.n.m" tiene una temperatura habitual de 18 °C<sup>17</sup>. Su economía se basa en la agricultura especialmente en el cultivo de Sagú y otros cultivos al igual que la ganadería en menor proporción, otra fuente de ingresos son los trabajos de jornal los cuales se aumentan en tiempos de cosechas.

### 4.2 Sagú.

La planta de Sagú o achira en Colombia es conocida con una gran diversidad de nombres (chisgua, capacho, bendigo, entre otros)<sup>9</sup>, al igual que en otros países se le conoce como, "Queensland arrowroot" en Australia, capacho en Venezuela, Biri en Brasil, Sagú en Tailandia, Zembu en Filipinas, y *edible canna* en Estados Unidos<sup>16</sup>. En Colombia se cultiva Sagú en el departamento de Cundinamarca y Nariño con fines comerciales para la elaboración del conocido bizcocho de achira o el pan de Sagú, por otra parte, también es importante en su alimentación ya que con el almidón extraído del rizoma además de los productos ya mencionados se elaboran tortas, arepas, coladas y almojábanas las cuales se consumen y comercializan diariamente.

El cultivo de Sagú se considera como uno de los cultivos promisorios gracias a sus pocas necesidades agronómicas pero la falta de información sobre el cultivo hace que este tenga limitaciones para su propagación<sup>18</sup>.

#### 4.3 Clasificación taxonómica de la planta *Canna edulis* Ker.

**Figura 1: Planta de Sagú**



Clasificación taxonómica Achira.

Reino: Vegetal

Subreino: Fanerógamas

División: Angiospermas

Clase: Monocotiledóneas

Orden: scitaminales

Familia: Cannáceas

Género: Canna

Especie: Edulis Ker

Imagen 1: Planta de Achira *Canna edulis*.

Fuente: CORPOICA (2004)<sup>6</sup>

**Fuente:** Tecnología para el cultivo de Sagú o achira (*Canna edulis* Ker). *Tecnología para el cultivo de Sagú o achira (Canna edulis Ker)*. 2004<sup>8</sup>

La planta de Sagú se puede desarrollar en diferentes tipos de suelo, su mejor crecimiento es en suelos francos, francos-arenoso y franco limoso con gran cantidad de materia orgánica, crece en diferentes concentraciones de pH su mejor comportamiento es en pH de 5.0 a 6.5 pero al crecer en estas condiciones necesita mayores concentraciones de N y K<sup>4</sup> el Sagú se puede cultivar en lugares hasta 3.000 m.s.n.m pero su mejor rendimiento es entre 800 y los 2.500 m.s.n.m dando mejores rizomas ( raíz de la planta) para la extracción del almidón.

La adición de cal dolomita le proporciona a la planta mejores rizomas y aporta magnesio y calcio al suelo se puede añadir 1.5 Ton /Ha; el cultivo responde a la

adición de materia orgánica (MO) procedente de gallinas ponedoras (gallinaza) de este se debe adicionar de 4 a 5 Ton/Ha, la aplicación de fosforo debe ser de 800 a 1.200kg/Ha. La Cal se debe adicionar al momento de la preparación del suelo y los suplementos de MO y químicos luego de los 30 días de sembrado<sup>18</sup>.

#### **4.4 Enfermedades y plagas de la planta de Sagú**

Se presentan muy pocas enfermedades y plagas en el cultivo de Sagú por este motivo no se anuncian productos químicos ni biológicos para dichas enfermedades y plagas<sup>18</sup>, pero puede presentar:

Gusano tornillo: (*Castniomera humboltti*) Lepidóptera: Castnidae. Esta plaga se presenta con cierta incidencia, ocasiona la disminución de los rendimientos por las perforaciones que ocasiona en los cormos o rizomas, las cuales son vías para otros insectos y patógenos<sup>8,9,18</sup>.

Chiza, cuzo o mojoy (Platycelia valida, Podischuus agenor, Anomala sp.) Lame o roe las raicillas, su daño no es de importancia económica<sup>8,9,18</sup>.

Gusano gogollero: (*Spodoptera* sp.) Lepidoptera: Noctidae. Es de presencia ocasional y sus poblaciones no causan daños económicos<sup>8,9,18</sup>.

Otras especies que se presentan *Calpodes athlius*, *Cobalus cannae*, *Caligo meninon*, *Scaphy topius*, *Nodonota* sp., *Ancognata* sp<sup>8,9,18</sup>

La planta puede presentar pudrición radicular en suelos húmedos y zonas de mayor pluviosidad. Se reportan en los cultivos de achira los patógenos *Fusarium* sp., *Puccinia cannae*, *Rhizoctonia* sp., *Myrmaecium cannae*, y el virus del Mosaico<sup>8,9</sup>.

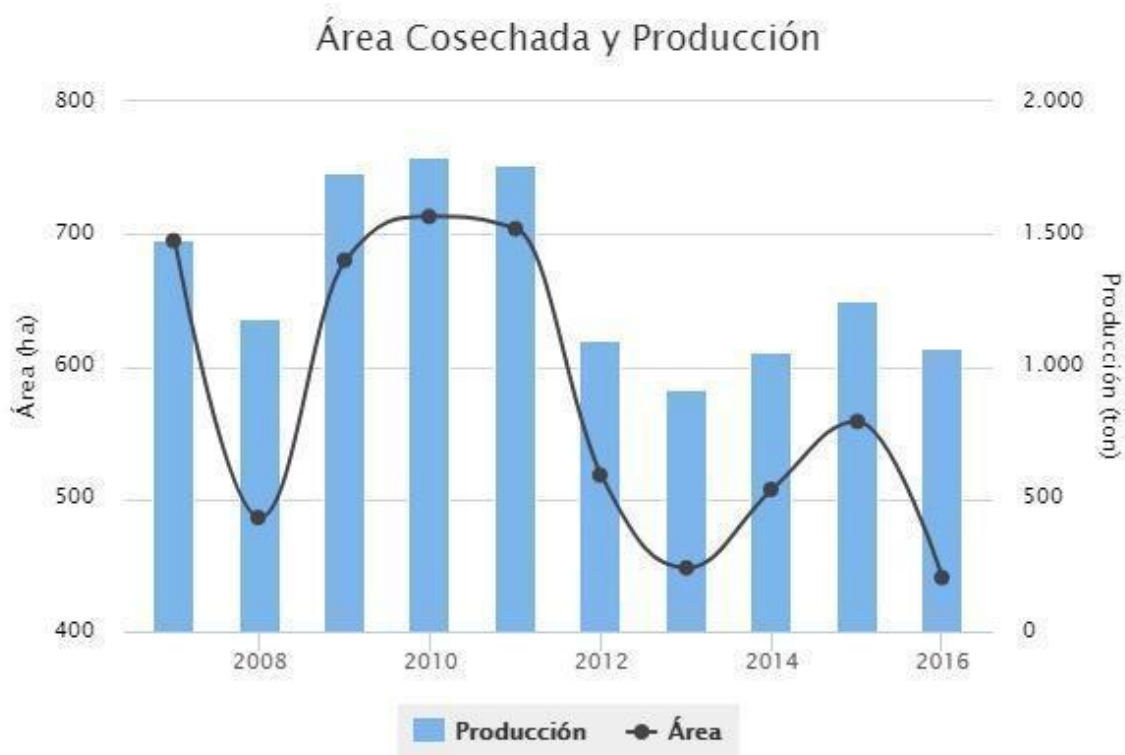
#### **4.6 Contexto de producción de Sagú en el periodo 2007 al 2016 en Colombia.**

En la página Agronet del ministerio de agricultura <sup>19</sup> se logra ver el contexto del cultivo de Sagú desde áreas cultivadas y el rendimiento de producción según el contenido de almidón extraído por hectárea, en la página sólo se tiene en cuenta

tres departamentos Meta, Boyacá y Cundinamarca durante el periodo del 2007 al 2016.

En la figura 2 se observa el comportamiento del cultivo de Sagú durante 9 años teniendo en cuenta los 3 departamentos, determinando un decaimiento en área cosechada y la producción nacional de Sagú.

**Figura 2: Área y cosecha de producción de Sagú durante el periodo 2008 al 2016**



**Fuente: Agronet**

A continuación, se muestra gráficamente los datos publicados en la página Agronet donde se determina la participación de producción nacional de Sagú en tres

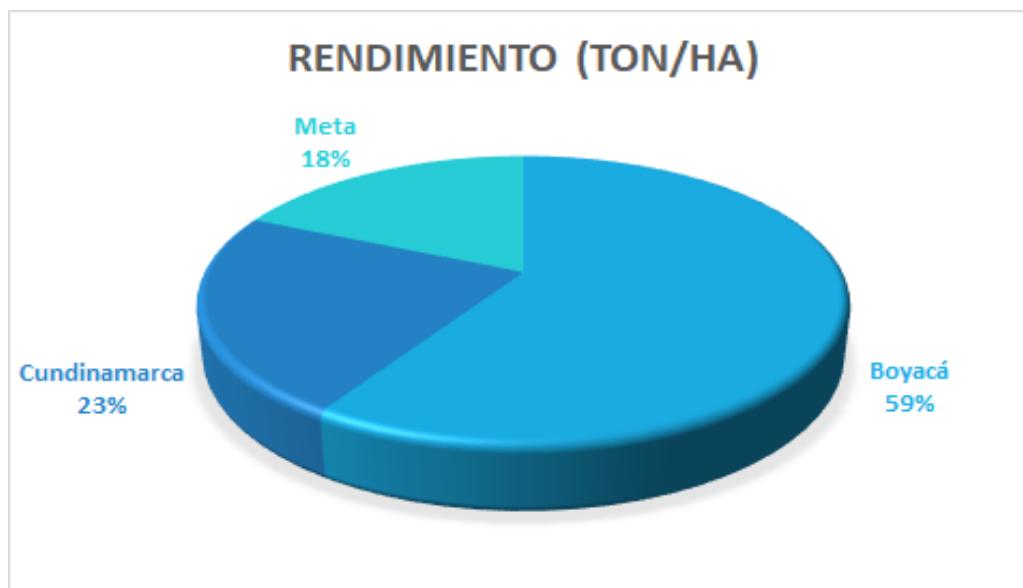
departamentos de Colombia y a su vez el rendimiento en toneladas de almidón por hectárea cosechada.

**Figura 3: Participación de producción nacional de Sagú**



Fuente: Autor

**Figura 4: Rendimiento de producción en toneladas por hectárea.**



Fuente: Autor

Al hacer un comparativo de los tres departamentos analizados donde se ve demostrado que el departamento de Cundinamarca logra tener una participación nacional del 75 % demostrando que el cultivo de Sagú es importante para el departamento, sin embargo el rendimiento del cultivo no logra tener el auge esperado y se ve demostrado en la gráfica de rendimiento de toneladas por hectáreas donde ocupa la segunda posición con un 23% siendo un porcentaje muy bajo al tener 343,80 hectáreas cosechadas en el año 2016 comparado con el departamento de Boyacá con 20.85 hectáreas cosechadas en el mismo año y ocupa el primer puesto de rendimiento con un porcentaje del 59% <sup>19</sup>

#### **4.7 Almidón**

El almidón es un polímero natural el cual se encuentra en varios tipos de semillas, tubérculos, raíces, leguminosas, frutas, troncos y hojas, está constituido por

unidades de glucosa dispuestas en dos componentes: amilosa y amilopectina; su proporción varía de un tipo a otro según sea su fuente <sup>20</sup>. Según la norma regional para la harina de Sagú <sup>20</sup> se entiende como almidón o harina de Sagú al producto que “elaborado a partir de la médula del núcleo blando de palmera como la de Sagú (Metroxylon sp.) es extraído por medios mecánicos (pulverización y molienda) seguido de remojo y decantación, y luego secado”<sup>21</sup>.

#### 4.8 Propiedades del almidón de Sagú

El almidón de Sagú al observarse en el microscopio es de forma poligonal al igual que los almidones de maíz, tiene un tamaño de 10.64µm, “tiene una temperatura de gelatinización de 78,4 y 74,9°C logrando que esto sea importante para la elaboración de productos que sean sometidos a altas concentraciones de temperatura”<sup>22</sup>, a continuación, se muestra una tabla con la composición química del almidón de Sagú comparada con la composición química del almidón de yuca:

**Tabla 1: Comparación de componentes del almidón de yuca con el de Sagú**

<b>% Componentes</b>	<b>Yuca</b>	<b>Sagú</b>
Humedad	9,5	10,4
Proteína cruda	0,062	0,65
Grasa cruda	0,20	0,36
Fibra cruda	1,02	0,06
Cenizas	0,30	0,21
ELN	98,5	98,71

Fuente: composición química de los almidones de yuca y Sagú <sup>22</sup>



## 4.9 Suelos

El suelo es un recurso no renovable el cual se va perdiendo por su utilización inadecuada volviéndose improductivo generando desertificación, este cuenta con una macro-fauna y una micro-fauna ayudándole a deteriorar o asimilar nutrientes provenientes de la materia orgánica generando un beneficio para el mismo. Todas las plantas necesitan nutrientes los cuales son proporcionados por el suelo estos pueden ser: minerales y no minerales; los cuales se clasifican en macronutrientes “mayor cantidad” y micro nutrientes “menor cantidad”<sup>23</sup>, la cantidad de nutrientes necesaria dependerá del tipo de planta y el tamaño de la misma, al igual que factores externos como el clima, tipo de suelo, extensión del cultivo entre otros factores que intervienen al momento de determinar la cantidad de nutrientes necesarios para su crecimiento óptimo.

Un suelo fértil debe tener una cantidad de nutrientes balanceados y adecuados para los requerimientos de las plantas, puede haber dos tipos de suelos fértiles <sup>24</sup>.

- Suelos que no han sido modificados y tienen un equilibrio con las plantas ya existentes.
- Suelos fértiles utilizados para cultivos y son intervenidos con productos para proporcionar unas cantidades específicas de nutrientes según el tipo de planta a sembrar.

Para evaluar la fertilidad del suelo se deben hacer análisis físicoquímicos estos se pueden apoyar con análisis microbiológicos para que estos sean detallados logrando una mejora en el pronóstico del suelo, el éxito del análisis del suelo dependerá de la toma de la muestra un adecuado análisis y una correcta interpretación de los mismos <sup>25</sup>. Un análisis de suelo determina las propiedades estableciendo la cantidad de nutrientes disponibles logrando determinar un posible tipo de cultivo según la correlación con los resultados obtenidos y las necesidades de la planta para un crecimiento óptimo, el análisis del suelo también determina las falencias o excesos de nutrientes que este puede contener <sup>4</sup>.

#### **4.10 Propiedades físicas y químicas del suelo**

Las propiedades físicas de suelo son las que se pueden evaluar mediante inspección visual o por tacto y se pueden medir por escalas de consistencia, tamaño; los suelos están compuestos por sólidos, líquidos y gases mezclados en diferentes cantidades. La cantidad relativa de aire y agua dependen de las partículas sólidas dependiendo así tanto de la textura y la estructura influyendo así en la formación de poros y en la distribución del mismo<sup>26</sup>.

La textura del suelo es determinada por la cantidad de arcilla, limo y arena presente al igual que el tamaño de las partículas que lo conforman “La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene, la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa”<sup>27</sup> esto es importante para determinar “el incremento y disminución en contenido de arcilla dentro de las clases texturales y para comparar estimaciones de campo con los resultados analíticos”<sup>28</sup>, la textura del suelo se clasifica en 7 grupos: arenosos, franco- arenosos, limosos, franco-limosos, francos, franco-arcillosos y arcillosos que se determinan mediante el diagrama triangular.

Un suelo arenoso tiene las siguientes proporciones 90% de arena, 5% de limo y 5% arcilla se caracteriza por ser un suelo fácil de manejar, pero poco fértil por este motivo se le adiciona frecuentemente suplementos nutricionales <sup>28</sup>.

El suelo franco arenoso tiene las siguientes proporciones 65% de arena, 20% de limo y 15 % de arcilla se caracterizan por ser suelos parecidos a los suelos arenosos <sup>28</sup>.

Los suelos limosos tienen la siguiente proporción 85% limo, 10% de arcilla y 5 % de arcilla, se caracteriza por ser suave, pegajosa y se expande poco al estar húmeda<sup>28</sup>.

El suelo franco tiene una proporción del 40% de limo y 40% arena y un 20% de arcilla es un suelo apto para uso agrícola <sup>28</sup>.

El suelo franco limoso cuenta con una proporción del 65% de arena, 20 % de limo y 15% de arcilla, este suelo es caracterizado por ser agrícola gracias a su retención de agua y nutrientes <sup>28</sup>.

El suelo franco arcilloso su proporción de arcilla es alrededor de un 40%, 30% de arena y 30 % de limo se caracteriza por ser un suelo difícil de labrar y de fertilizar <sup>28</sup>.

El suelo arcilloso en este suelo el porcentaje de arcilla puede llegar a un 60 % y tiene 20% de arena y 20% limo al igual que el suelo franco arcilloso es difícil de labrar y no permite con facilidad la circulación del agua; los porcentajes de cantidades de las partículas del suelo están expresadas en el manual de fertilización y productividad del suelo agrícola <sup>28</sup>.

Si el suelo no contara con poros no sería apto para la vida vegetal, aunque, se conoce como espacios vacíos en su interior se encuentra aire y agua; el suelo cuenta con poros grandes los cuales contienen aire, que en momentos de encharcamiento del suelo contienen agua, y poros pequeños contenidos de agua que en momentos de sequían disminuyen el volumen de agua en su interior<sup>26</sup>.

La química del suelo representa una conexión esencial entre las consideraciones de fertilidad, comprendiendo aspectos de la química de soluciones y la química de fases sólidas. El intercambio iónico es un proceso reversible este ocurre en la fase solida liquida del suelo o entre dos fases sólidas, este está conformado por los coloides del suelo (arcillas minerales, materia orgánica y amorfos minerales). Los iones que intervienen en el intercambio son cationes (Ca, Mg, H, Al, Na, K) y aniones (SO<sub>4</sub>, Cl, NO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, HPO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>) y se mide en miliequivalentes de iones absorbidos por 100 gramos de material<sup>29</sup>.

La capacidad de intercambio catiónico (C.I.C) es un proceso reversible por el cual un anión o catión es retenido en la fase solida es intercambiado por un anión o catión en la fase liquida; algunos coloides pueden formar cargas externas positivas que generan procesos de intercambio aniónico, bajo condiciones acidas y generalmente bajo su punto isoeléctrico<sup>30</sup>.

La saturación de bases refleja la extensión de la lixiviación e interpretación del suelo, definiéndose como el porcentaje total de C.I.C que es ocupada por los cationes básicos, este está relacionado con el pH del suelo y el nivel de fertilidad del suelo<sup>30</sup>.

La acidez del suelo puede ser intercambiable y no intercambiable, esta se determina mediante titulación, en el concepto de acidez intercambiable se incluye las formas monomérica de hierro o aluminio al igual que las formas iónicas de hidrogeno, las formas monomérica de aluminio se encuentran en pH inferiores de 5,5 y las de hidrogeno en pH inferiores a 4<sup>30</sup>, en los suelos que cuentan con pH 5,5 a 7.0 presentan solo acidez titulable y intercambiable<sup>31</sup>.

La acidez intercambiable incluye reacciones que consumen iones hidroxilos como producto de las siguientes reacciones: neutralización de polímeros de hidroxialuminio, neutralización de protones de grupos funcionales orgánicos entre otros<sup>31</sup>.

#### **4.11 Técnicas utilizadas para el análisis de suelos**

Análisis de gas desprendido (EGA): este método emplea un diseño de horno de tubo primario y secundario consta de una rampa lineal lenta tapando el flujo de una atmósfera oxidante, el gas desprendido es medido respecto a la temperatura utilizando un espectrofotómetro infrarrojo de transformación de Fourier (FTIR)<sup>32</sup>.

Hidrómetro de Bouyoucos: es un método rápido el cual se basa en la velocidad diferencial de sedimentación de partículas, en el cual se utiliza un hidrómetro calibrado midiendo la cantidad de sólidos en suspensión por litro de agua en una escala de 0 a 60g/L; para el análisis la muestra se debe pasar por un tamiz con una abertura de 2mm y se procede a apretar la muestra garantizando una mejor dispersión de la muestra<sup>33</sup>.

Método Bray II: es un método colorimétrico para la detección del fósforo presente en el suelo, se utiliza una solución de fluoruro de amonio en ácido clorhídrico

causando la dilución de algunos fosfatos (calcio, hierro y aluminio), después de este proceso el fósforo extraído se cuantifica por medio de la reacción del molibdeno con el fósforo generando una tonalidad azul<sup>34</sup>.

Bases intercambiables: (calcio, magnesio, potasio y sodio): se realizó la extracción de las diferentes bases con Acetato de Amonio 1M a un pH 7 y se cuantificó por absorción-emisión atómica<sup>34</sup>.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC): extracción con Acetato de Amonio 1M pH 7, su cuantificación fue por volumetría<sup>35</sup>.

#### **4.12 Microorganismos en el suelo.**

El suelo cuenta con diferentes componentes como: macrobiota, mesofauna y microbiota. Los microorganismos pertenecen a la microbiota del suelo y son uno de los componentes más importantes del mismo, constituyen una parte viva de él y son los responsables de la dinámica de transformación y desarrollo; se encargan de transformar la materia orgánica presente en el suelo haciendo más fácil su absorción y utilización generando que los nutrientes sean asimilados rápidamente por las raíces de la planta<sup>36</sup>; podemos encontrar bacterias, hongos, virus y actinomicetos; estos pueden ser afectados directamente o indirectamente por las condiciones ambientales presentes, aumentando o disminuyendo las poblaciones microbiológicas<sup>37</sup>.

La microbiota del suelo cumple diferentes funciones, facilitando el crecimiento de las plantas y cumple un papel fundamental en los ciclos biogeoquímicos.

La mayor actividad de los microorganismos se realiza desde la superficie del suelo hasta unos 20 centímetros de profundidad. Las colonias de microorganismos permanecen adheridas a las partículas de arcilla y humus suministrando alimento a las plantas y ayudan en su reproducción<sup>38</sup>. La microbiota del suelo está conformada por bacterias, actinomicetos, hongos y algas unicelulares con diferentes proporciones. El alga presente en el suelo por gramo puede oscilar entre 100.000 y 800.000 por gramo de suelo, los hongos entre un millón por gramo de

suelo y las bacterias puede oscilar entre 60 y 3.000 millones de bacterias por gramo de suelo todas cumpliendo un papel importante en la construcción de suelos fértiles.

## 5. Materiales y métodos

El estudio fue mixto con un alcance correlacional, en él se incluyeron las fincas de 2 veredas del municipio de Quetame Cundinamarca, las cuales presentaron indicios de tener cultivos de Sagú con deterioro en el rizoma.

**Figura 5:Diseño metodológico.**

Universo	Población	Muestra	Variables
Cultivos de sagú del Municipio de Quetame, Cundinamarca.	Cultivos de sagú en las veredas del municipio de Quetame Cundinamarca	Suelo de cultivos de sagú en dos fincas de la Vereda Mesitas y dos fincas de la vereda Hoya Vargas del municipio de Quetame Cundinamarca	Dependiente: características físicas químicas y microbiológicas del cultivo de sagú. Independientes: Mediciones de pH, granulometría, C.I.C , S.B, cuantificación de microorganismos presentes en el suelo de cultivos de sagú

Fuente: Autor

### 5.1 Criterios de selección de las muestras

- Suelos de cultivo de Sagú con buena obtención de almidón (1.000 bultos o más por cultivo equivalente a 50.000 kilos de rizoma).
- Suelos de cultivo de Sagú con una producción media de Sagú (400 a 700 bultos equivalente a 20.000 a 35.000 kilos de rizoma).
- Suelos de cultivo de Sagú con una producción baja de almidón (<400 bultos

equivalente a menos de 20.000 kilos de rizoma o pérdida de toda la cosecha).

- Suelos de terreno utilizado entre 5 y 9 años para el cultivo de Sagú, y al momento de la recolección de la muestra tenga otro cultivo.
- Los suelos de los cultivos seleccionados tenían el mismo o similar tiempo de cultivados.
- Los suelos de los cultivos seleccionados tenían un tiempo mayor a 2 meses de haber sido abonados.

## **5.2 Criterios de exclusión**

- No pertenecer a las veredas Mesitas ni Hoya Vargas del municipio de Quetame, Cundinamarca.
- Cultivo hubiera sido recién abonado.
- El propietario de la finca no hubiera aceptado por escrito la recolección de muestras de suelo.

## **5.3 Técnicas y procedimientos.**

1. Descripción del estudio a los habitantes de las veredas Mesitas y Hoya Vargas del municipio de Quetame, Cundinamarca.
2. Diligenciamiento de encuesta sobre el cultivo de Sagú y consentimiento de la participación en el estudio.

**Encuesta:** documento con una serie de preguntas enfocadas en el cultivo de Sagú, con ítems importantes para la selección de las fincas; este formato contenía el consentimiento de participación en el estudio y si era seleccionado, el propietario daba el aval de extraer muestras del suelo donde



se encontraba el cultivo de Sagú con firma y número de identidad. Se realizó con el permiso de la alcaldía municipal de Quetame, Cundinamarca.

3. Se organizó la jornada de toma de muestras de suelo en ambas veredas de acuerdo a la planificación y cronograma establecido con la Unidad tecnológica agropecuaria (UTA), del municipio de Quetame.
4. Toma de muestras: Se seleccionó una hectárea de cultivo de las 4 fincas elegidas. Se recolectaron 5 submuestras de 200g a 30 cm de profundidad en los diferentes puntos de muestreo (los puntos de muestreo fueron escogidos al azar, entre punto y punto de muestreo había una distancia aproximadamente de 25 m), luego se mezclaron y se pesó un kilogramo en total; se determinaron las coordenadas de cada punto de muestreo con el GPS Gamin Etrex 10; además, se realizó una medición de altura a algunas de las plantas del cultivo. En las tablas 2 a la 5 se encuentran las coordenadas de cada punto de muestreo

**Tabla 2: Coordenadas puntos de muestreo M1.**

M (1)			
PUNTO DE MUESTREO	COORDENADA		ALTITUD
	E0	N	M.S.N.M.
1	3398325	00612450	1680m
2	3398336	003398336	1677m
3	3398351	00612443	1676m
4	3398348	006102442	1677m
5	3398337	00612436	1680m

Fuente: Autor

**Tabla 3.Coordenadas puntos de muestreo M2.**

M (2)			
PUNTO DE MUESTREO	COORDENADA		ALTITUD
	E0	N	M.S.N.M.
1	3396165	00612157	2116m
2	3396169	00612182	2123m
3	3390183	00612187	2116m
4	3396166	00612109	2127m
5	3396171	00612178	2123m

Fuente: Autor

**Tabla 4.Coordenadas puntos de muestreo M3.**

M (3)			
PUNTO DE MUESTREO	COORDENADA		ALTITUD
	E0	N	M.S.N.M.
1	3395580	00612656	2208
2	339556	006126844	2209
3	3395579	00612687	2213
4	3395563	00612681	2207
5	3395555	00612675	2206

Fuente: Autor

**Tabla 5.Coordenadas puntos de muestreo M4.**

M ( 4)			
PUNTO DE MUESTREO	COORDENADA		ALTITUD
	E0	N	M.S.N.M.
1	3398119	00612242	1706m
2	3396121	00612241	1707m
3	3398124	00612246	1712m
4	3398122	00612241	1714m
5	339876	006122441	1706m

Fuente: Autor

Las muestras recolectadas fueron conservadas a 4 °C hasta el día de su procesamiento, tanto para el análisis fisicoquímico como para el análisis microbiológico.

5. Análisis fisicoquímico de suelos: Las muestras de suelo fueron remitidas al Laboratorio de Suelos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), para la realización de análisis físicos y químicos (granulometría, pH, fósforo total, sodio total, bases intercambiables, Capacidad de intercambio catiónico -CIC).
6. Análisis microbiológico: Las muestras de suelo fueron tamizadas, el recuento microbiológico se hizo en placa en diferentes medios de cultivo (nutritivo, Sabouraud, almidón, leche y cetrimide), el cual se hizo a partir de diluciones seriadas del inóculo inicial (10 g de suelo en 90 ml de solución salina estéril) abarcando diluciones de  $10^{-1}$  hasta  $10^{-6}$ , se realizó una siembra masiva y luego se incubaron a 37°C para bacterias y temperatura ambiente para hongos; se hizo el recuento de UFC a las 24h , 48h, 72h, 96h, 120h y 144h de incubación. Se determinaron dos grupos funcionales proteolíticos y amilolíticos utilizando los medios agar leche y agar almidón.
7. Propuesta comercial: Se realizó una recopilación de datos sobre la importancia del cultivo de Sagú enfocándose en el contexto comercial y productivo del municipio de Quetame, y la acogida que tiene este frente al mercado.

## 8. Resultados

Una vez seleccionadas las fincas Las Delicias y Buenos Aires en la vereda Mesitas, La Nevada y El Carmelo de la vereda Hoya Vargas, respectivamente, se determinó el área de recolección en cada una de ellas, una hectárea donde las plantas de Sagú presentaban síntomas de estrés (poca altura, hojas amarillas y rizomas dañados o pequeños de color amarillo, no blanco como el Sagú sano) (Figura 5) para la recolección de las muestras de suelo de cultivo de Sagú (características de las muestras tabla 6); además, se recolectó suelo de rizosfera de maíz. Las muestras fueron transportadas a Bogotá en refrigeración manteniendo la cadena de frío.

Registros fotográficos de plantas de Sagú clorosis notoria (figura 5) muestra M1 (Izquierda) y M2 (derecha). En la figura 6 se puede observar el deterioro del rizoma representado en la tonalidad amarilla en su interior.

**Tabla 6. Características de las muestras**

Identificación	Cultivo	Profundidad de la muestra	Tiempo de sembrado	Promedio de altura de la planta	Observaciones
M1	SAGÙ	30 cm	14 SEMANAS	34.4cm	Hojas de diferentes tonalidades de verdes y amarillas, rizoma de color amarillo y café.  El terreno se encontraba sin deshierbar.
M2	SAGÙ	30 cm	12 SEMANAS	70.1cm	Hojas de tonalidades amarillas en la minoría del cultivo, no se pudo observar el estado del rizoma.
M3	SAGÙ	30 cm	13 SEMANAS	88.7cm	No presentaba ningún inconveniente en sus hojas ni tallo, el color en sus hojas era verde brillante.  No se pudo observar el estado del rizoma.

M4	MAÍZ	30 cm	16 SEMANAS	152.7cm	No presentaba síntomas de estrés en sus hojas ni tallo, el color era verde intenso.  El terreno se encontraba sin deshierbar.
----	------	-------	------------	---------	---

**Figura 6. Plantas de Sagú con tonalidades amarillas en sus hojas (M1 y M2)**



*Fuente: Fotografía tomada por el autor.*

**Figura 7. Rizoma de Sagú dañado y con coloración amarilla pálida**



*Fuente: Fotografía tomada por el autor.*

El análisis fisicoquímico de las muestras de suelo se realizó en el Laboratorio de Suelos del IGAC (Bogotá), cuyo resultado se presenta en las tablas 7 a 10. Se puede determinar que el suelo presenta variedad en textura, pH ácido y similitudes en potasio y sodio.

**Tabla 7. Resultado físico químicos M1.**

GRANULOMETRÍA			Textura	Gravilla %	pH	S.A.I	B.T	S.B %
Arena %	Limo %	Arcilla %						
23.9	24.8	51.3	* Ar	23.80	4.970	44.25	3.940	26.60
Carbono total %	Fósforo disponible mg/kg	CIC cmol(+)/K g	Ca cmol(+)/K g	Mg cmol(+)/Kg	K cmol(+)/Kg	Na cmol(+)/K g	Fósforo total	Nitrógeno total %
2.40	75.28	14.813	2.700	0.780	0.450	0.010	959.28	0.27

\*AR: Arcilloso; S.A.I.% = Porcentaje saturación de acidez intercambiable; S.B% : Porcentaje saturación de bases; B.T: Bases totales; CIC: Capacidad de intercambio catiónico.

**Tabla 8. Resultados físicoquímicos M2.**

GRANULOMETRÍA			Textura	Gravilla %	pH	S.A.I	B.T	S.B %
Arena %	Limo %	Arcilla %						
42.4	28.9	28.7	* F AR	15.40	5.080	44.25	5.940	30.39
Carbono total %	Fósforo disponible mg/kg	CIC cmol(+)/Kg	Ca cmol(+)/Kg g	Mg cmol(+)/Kg g	K cmol(+)/Kg g	Na cmol(+)/Kg	Fósforo total	Nitrógeno total %
3.50	123.28	19.549	4.620	0.870	0.450	N.D	1100.41	0.31

\*F AR: Franco arcilloso; S.A.I.% = Porcentaje saturación de acidez intercambiable; S.B% : Porcentaje saturación de bases; B.T: Bases totales; CIC: Capacidad de intercambio catiónico.

**Tabla 9. Resultados físicoquímicos M3.**

GRANULOMETRÍA			Textura	Gravilla %	pH	S.A.I	B.T	S.B %
Arena %	Limo %	Arcilla %						
39.5	35.5	25.0	F	11.40	5.240	18.03	5.960	23.09
Carbono total %	Fósforo disponible mg/kg	CIC cmol(+)/Kg	Ca cmol(+)/Kg g	Mg cmol(+)/Kg g	K cmol(+)/Kg g	Na cmol(+)/Kg g	Fósforo total	Nitrógeno total %
5.02	61.93	25.817	4.830	0.750	0.370	0.010	1027.81	0.48

\*F: Franco; S.A.I.% = Porcentaje saturación de acidez intercambiable; S.B% : Porcentaje saturación de bases; B.T: Bases totales; CIC: Capacidad de intercambio catiónico.



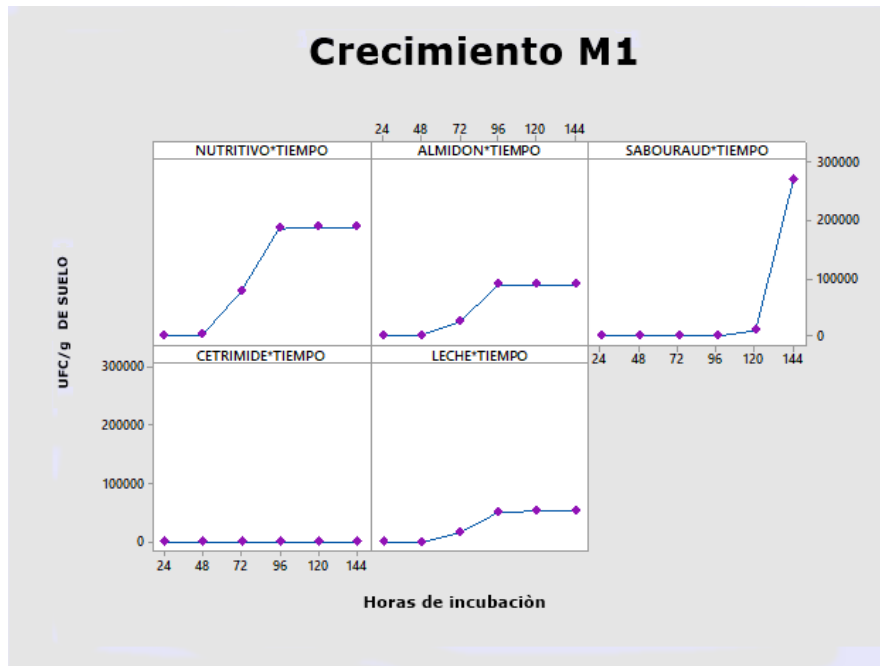
**Tabla 10. Resultados físicoquímicos M4.**

GRANULOMETRÍA			Textura	Gravilla %	pH	S.A.I	B.T	S.B %
Arena %	Limo %	Arcilla %						
43.5	23.2	33.3	F AR	N.A	4.560	18.03	2.160	8.76
Carbono total %	Fósforo disponible mg/kg	CIC cmol(+)/Kg	Ca cmol(+)/Kg	Mg cmol(+)/Kg	K cmol(+)/Kg	Na cmol(+)/Kg	Fósforo total	Nitrógeno total %
6.07	4.92	246.58	1.380	0.490	0.280	0.010	208.25	0.51

\*F AR: Franco arcilloso; S.A.I.% = Porcentaje saturación de acidez intercambiable; S.B% : Porcentaje saturación de bases; B.T: Bases totales; CIC: Capacidad de intercambio catiónico.

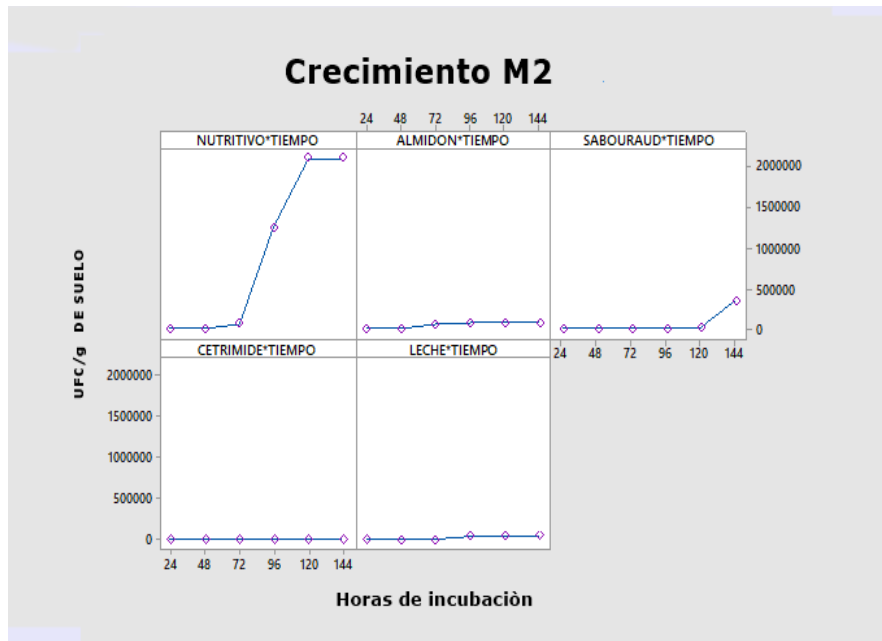
Las figuras 7 a 10 muestran el recuento de las UFC de las cuatro muestras correspondientes durante 144 horas de incubación en los diferentes medios; se pudo observar que el crecimiento sobre agar cetrimide es menor que en los demás medios de cultivo.

**Figura 8. Crecimiento de M1 en los diferentes medios de cultivo.**



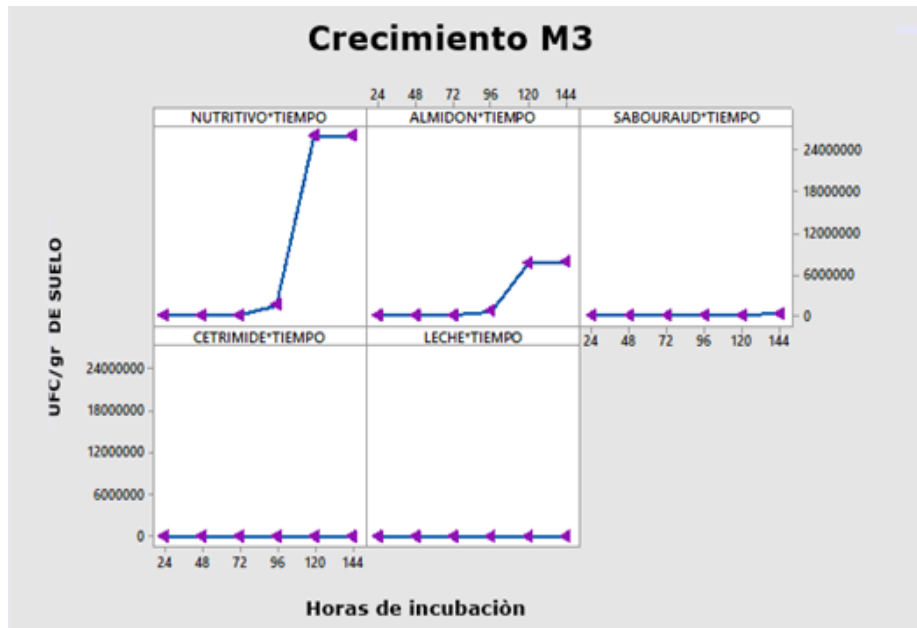
Fuente: Autor

**Figura 9. Crecimiento de M2 en los diferentes medios de cultivo.**



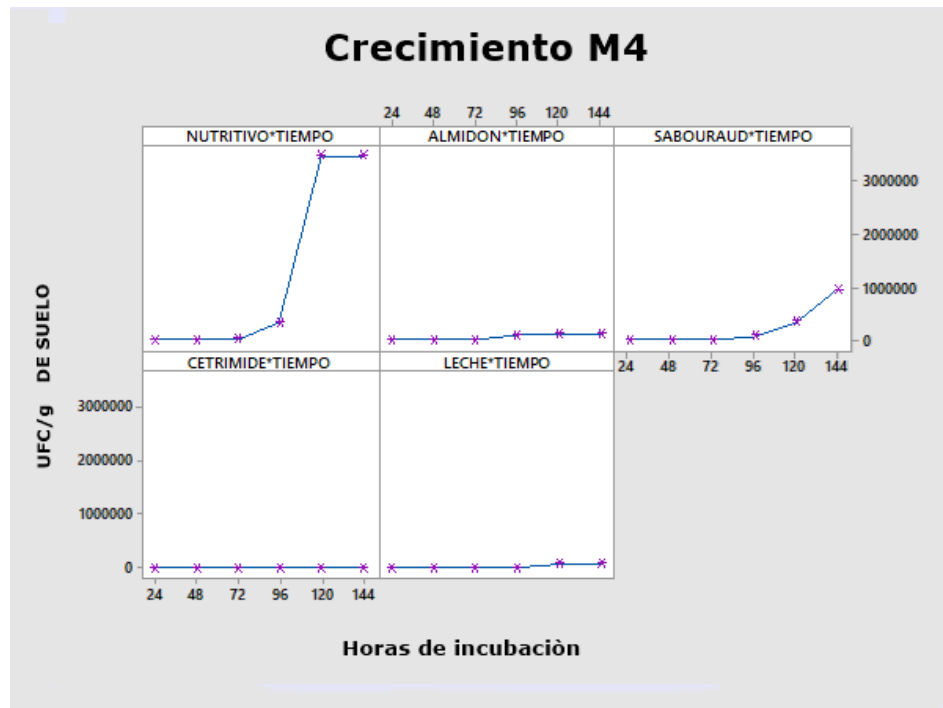
Fuente: Autor

**Figura 10. Crecimiento de M3 en los diferentes medios de cultivo.**



Fuente: Autor

**Figura 11. Crecimiento de M4 en los diferentes medios de cultivo.**



Fuente: Autor

La figura 12 compara el crecimiento de los microorganismos sobre los medios de cultivo en los diferentes suelos analizados. La muestra M3 presentó el mayor crecimiento en el agar nutritivo, almidón y cetrímide a comparación de las demás muestras; M1 fue la muestra que obtuvo los menores recuentos de crecimiento en los diferentes medios a excepción del agar cetrímide donde presentó un crecimiento mayor a M4 donde no presentó crecimiento.

**Figura 12. Crecimiento microbiológico de las 4 muestras de suelo (M1, M2, M3, M4).**



Fuente: Autor

### **Hongos y bacterias identificados en las muestras de suelo.**

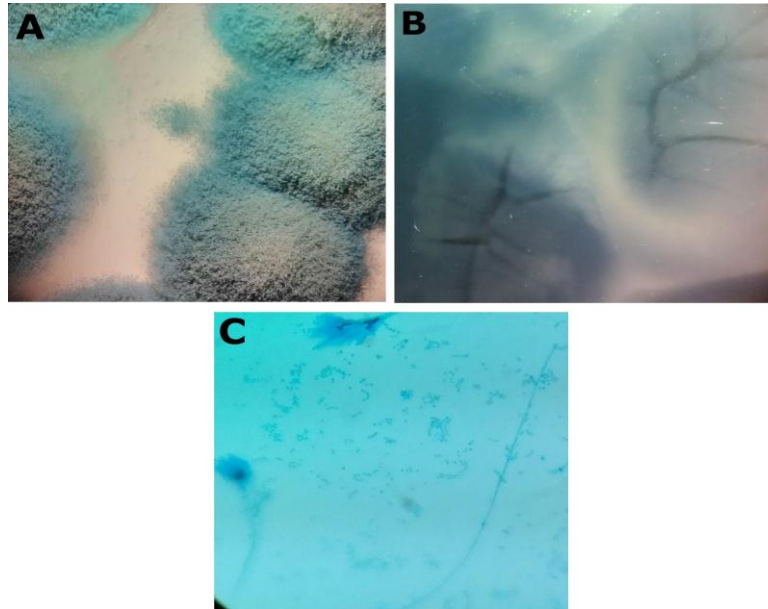
La identificación de bacterias se realizó mediante microbiología convencional. Se aislaron e identificaron las unidades formadoras de colonias (UFC) que presentaban similitudes morfológicas y se encontraban en las 4 muestras analizadas.

#### *Penicillium* sp.

Microscopía: Hifas septadas hialinas, presenta conidióforos simples y ramificados, su metula es ramificada, se forma sobre el conidióforo. Las fiálides se organizan en punta de los conidióforos y es llamada *penicilli* o pincel y sus conidias son redondas y se observan en cadena al extremo de las fiálides.

Macroscopía: Presenta colonias filamentosas de textura algodonosa; inicialmente son de color blanco y van variando de color entre tonos verdosos hasta llegar a un color amarillento, el reverso de la colonia es pálido y amarillento.

**Figura 13. Medio de cultivo sabouraud, A y B morfología macroscópica 7x, C morfología microscópica *Penicillium sp* en 40 x.**



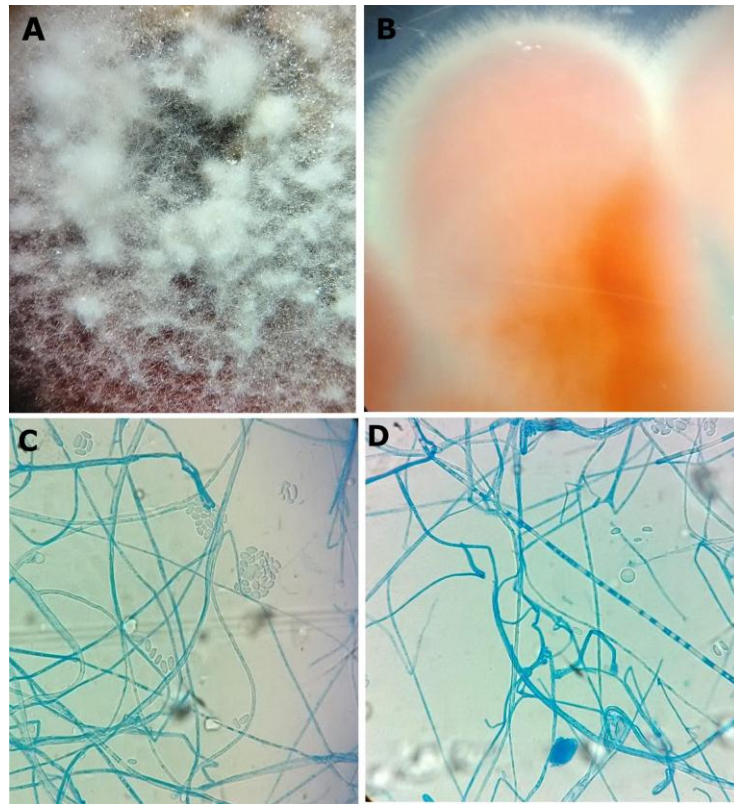
Fuente: Fotografías tomadas por el autor.

#### *Botrytis sp.*

4Microscopía: hifas cenocíticas y filamentos tabicados, su conidióforo se origina de la masa hifal y se ramifica apicalmente de forma alterna, presenta una vesícula globosa donde se disponen las conidias, las cuales tienen forma cilíndrica agrupados como racimos de uvas.

Macroscopía: Se observan colonias algodonosas de color blanco con pigmentos rojizos, al transcurrir el tiempo se torna de color grisáceo.

**Figura 14. Medio de cultivo sabouraud, A y B Morfología macroscópica 7x, C y D morfología microscópica 40x Botrytis sp.**



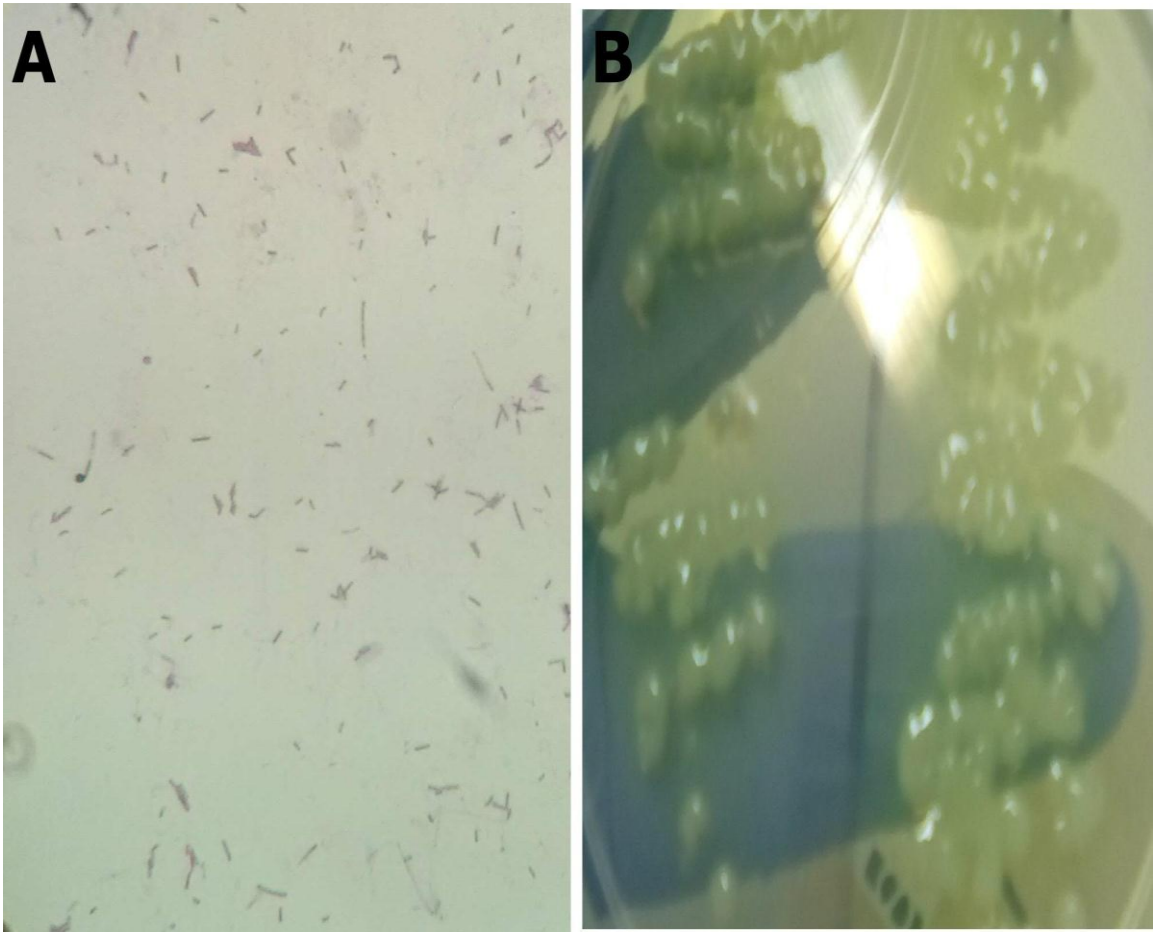
Fuente: Fotografías tomadas por el autor.

*Pseudomonas* sp.

Microscopía: bacilos Gram negativos cortos, no presentan ninguna agrupación representativa.

Macroscopía: Agar cetrímide: colonias de color amarillo brillantes y cremosas. Agar nutritivo: colonias transparentes y cremosas. Agar leche: colonias transparentes y cremosas

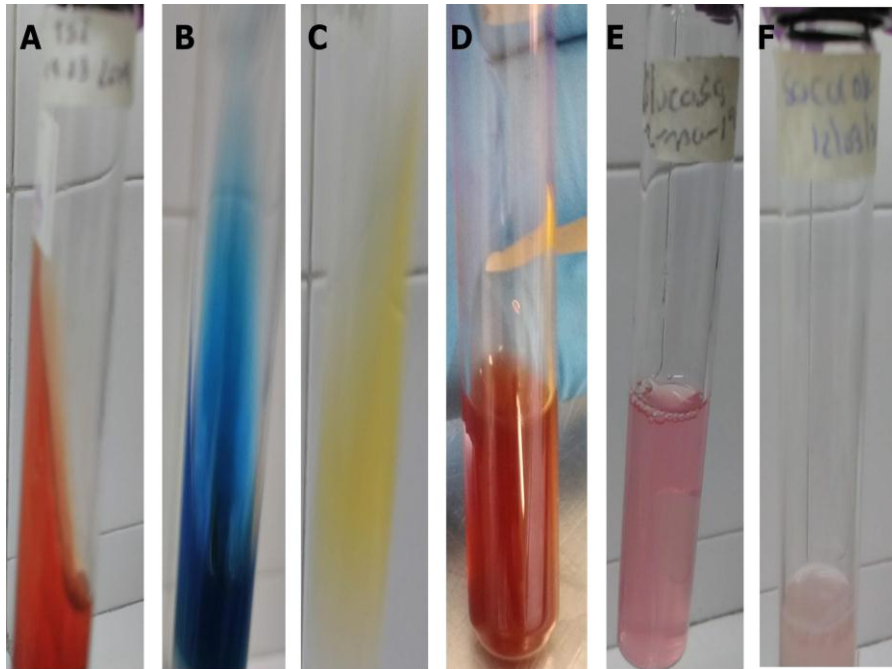
**Figura 15. (A) Morfología microscópica 100X, (B) morfología macroscópica *Pseudomonas* sp 5X en agar cetrímide.**



Fuente: Fotografías tomadas por el autor.



**Figura 16. Pruebas bioquímicas *Pseudomonas sp.***



Fuente: Fotografías tomadas por el autor.

Pruebas Bioquímicas: (A) TSI: K/K H<sub>2</sub>S - CO<sub>2</sub> -, (B) Citrato Simmons + (C) UREA -, (D) Nitritos - (E) Glucosa + y (F) Sacarosa +.

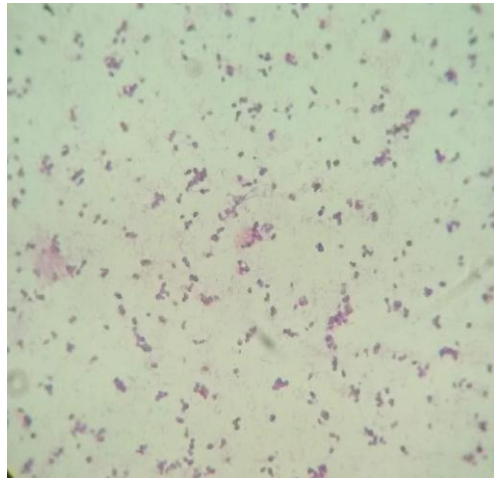
*Micrococcus sp.*

Microscopía: cocos Gram positivos agrupados en duplas, tétradas y en racimo.

Macroscopía: Agar nutritivo: colonias pequeñas de color amarillo.

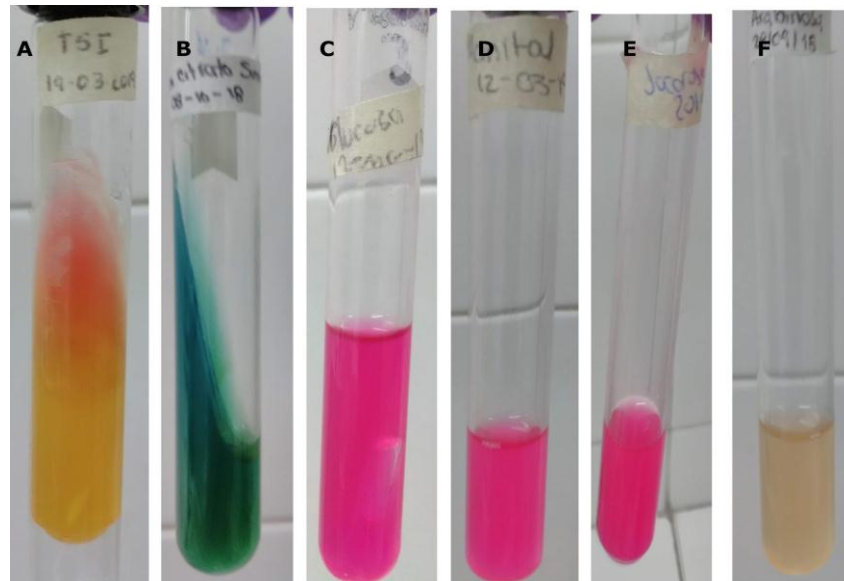
Agar cetrimide: no presentó crecimiento. Agar leche colonias pequeñas de color amarillo intenso.

**Figura 17. Microscopia *Micrococcus sp* 100X.**



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

**Figura 18. Pruebas bioquímicas *Micrococcus sp.***



Fuente: Fotografía tomada por el autor.

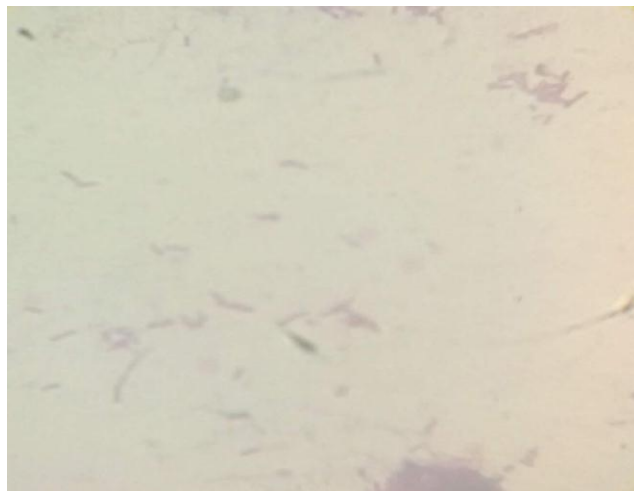
Pruebas bioquímicas: (A) TSI K/A H<sub>2</sub>S- CO<sub>2</sub> +, (B) Citrato Simmons +, (C) Glucosa +, (D) Maltosa +, (E) Sacarosa +, (F) Arabinosa -.

*Acinetobacter* sp

Microscopía: Bacilo Gram negativos largos.

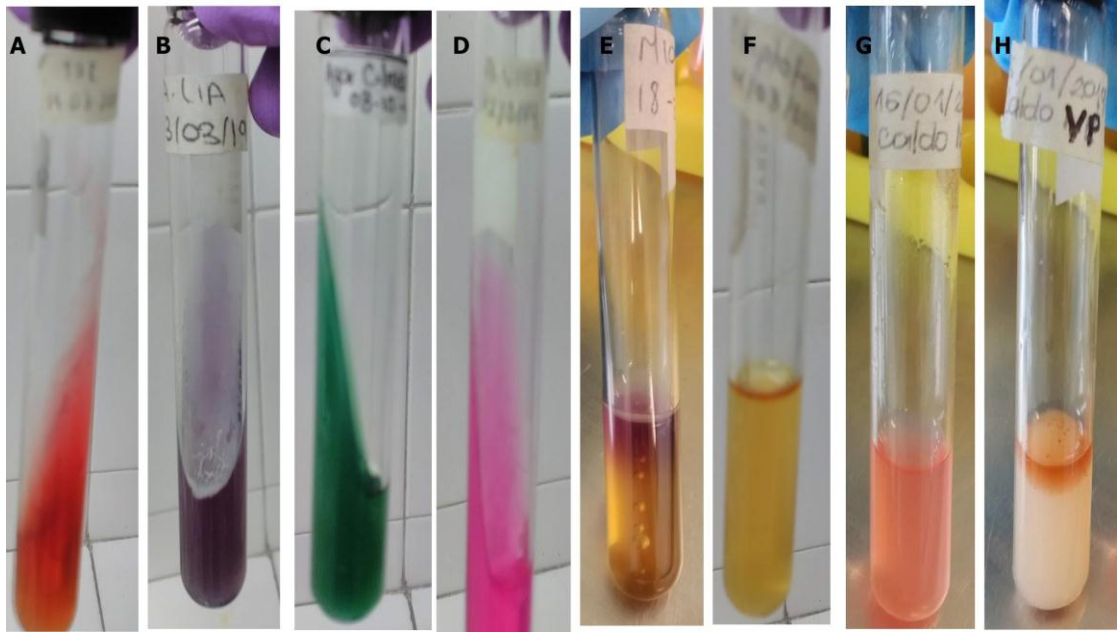
Macroscopía: Agar nutritivo: Colonias grandes y planas redondas, opacas de color crema. Agar cetrimide: no presentó crecimiento. Agar almidón colonias lisas y mucoides.

***Figura 19.. Morfología microscópica 100X Acinetobacter sp.***



Fuente: Fotografía tomada por el autor

**Figura 20. Pruebas bioquímicas *Acinetobacter* sp.**



Fuente: Fotografías tomadas por el autor.

Pruebas bioquímicas: (A) TSI K/K H<sub>2</sub>S - CO<sub>2</sub> -, (B) LIA K/K, (C) Citrato Simmons -, (D) UREA +, (E) MIO +--, (F) Triptófano -, (G) RM +, (H) VP +.

En base a la matriz DOFA presentada en la tabla 11, se dio un diagnóstico generando una visión global e integral de la producción y comercio de Sagú en el municipio de Quetame, Cundinamarca.

**Tabla 11. Matriz DOFA**

<p><b>Debilidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Baja productividad en relación con la obtención del almidón.</li> <li>-Los cultivadores de Sagú solo se han centrado en el comercio local.</li> <li>-Desconocimiento de estándares de calidad según la norma NTCC 3228 DE 1991 EMITIDA POR INCONTEC.</li> <li>-Sin estrategias de comercialización de Sagú.</li> <li>-No tienen preparación para afrontar los cambios climáticos y los impactos sobre los cultivos de Sagú.</li> </ul>	<p><b>Oportunidades</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Nuevas alianzas del agricultor con el sector industrial de panificación.</li> <li>-Ubicación geográfica, condiciones adecuadas para el cultivo.</li> <li>-Alcanzar el uso adecuado del suelo y técnicas de cultivo.</li> <li>-Apertura de nuevos mercados.</li> <li>-Pocos departamentos y municipios cultivan Sagú.</li> <li>-Implementación de otras formas de utilización del Sagú sin involucrar la panificación.</li> </ul>
<p><b>Fortalezas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Comercio local fuerte en la venta de subproductos del cultivo de Sagú.</li> <li>-Identidad cultural del municipio de Quetame sobre el cultivo de Sagú.</li> <li>-Feria cultural del municipio</li> <li>-Los cultivadores conocen técnicas de producción del cultivo de Sagú y extracción del almidón.</li> </ul>	<p><b>Amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Variedades de almidón a menor precio que sirven para la panificación.</li> <li>-Comercialidad y posición en el mercado de otros municipios.</li> <li>-Incumplimiento de los estándares de calidad</li> <li>-Cambio climático generando modificaciones en el cultivo de Sagú y llegada de nuevas plagas.</li> <li>-Disminución del cultivo de Sagú en el territorio del municipio.</li> </ul>

En la tabla 12 se expresan las estrategias FO, FA, DO Y DA. FO es una estrategia donde se aprovechan las fortalezas del municipio y las oportunidades del mercado logrando fortalecerse en el mercado actual y futuro; FA esta estrategia plantea como se pueden mitigar las amenazas según las fortalezas que tienen el municipio de Quetame y sus agricultores; la estrategia DO está enfocada en cómo se puede mitigar las debilidades a través de las oportunidades y por último, la estrategia DA se enfoca en disminuir las debilidades internas y disminuir las amenazas externas según el mercado.

**Tabla 12.Cruce matriz DOFA.**

<p><b>Estrategia FO</b></p> <p>Desarrollo de mercado para el incremento de la comercialización de Sagú soportado en la identidad cultural, los conocimientos técnicos de los productores de Sagú, aprovechando la poca producción nacional interviniendo en nuevos mercados.</p>	<p><b>Estrategia FA</b></p> <p>Diversificación concéntrica y desarrollo de nuevos productos a base de Sagú soportado en el comercio local, los conocimientos técnicos y la identidad cultural lo cual permitirá minimizar el impacto de la baja participación en el mercado y la disminución del cultivo.</p>
<p><b>Estrategia DO</b></p> <p>Alianza estratégica para lograr la certificación de calidad del almidón de Sagú, aprovechando las alianzas con el sector industrial de panificación, la ubicación geográfica y nuevas formas de preparación de la planta, apertura de nuevos mercados y la poca producción nacional.</p>	<p><b>Estrategia DA</b></p> <p>Alianza estratégica con otros productores de la región para incrementar el comercio y expandir a nuevos mercados, lo cual permitirá disminuir el impacto de otros productores de almidón, trabajando bajo altos estándares de calidad exigidos por la norma técnica colombiana NTCC 3228 de 1991 emitida por ICONTEC.</p> <p>Alianzas estratégicas con productores nacionales que mejoran el impacto en la producción generado por los cambios climáticos en los cultivos de Sagú.</p>

En la tabla 13 se postula un plan de acción enfocado en desarrollo de mercado y alianzas estratégicas beneficiando a los cultivadores de Sagú con base a la matriz DOFA y el cruce de la misma. Se sugieren entidades responsables e idóneas según las estrategias planteadas al igual que tiempos de ejecución.

Para la medición de efectividad del plan de acción se postulan indicadores los cuales se presentan en el anexo 1.

**Tabla 13. Plan de acción.**

ESTRATEGIA	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN	TIEMPO	RESPONSABLE
Desarrollo de mercado	Entrega de semillas	La entrega de semillas de Sagú se realiza para incentivar al agricultor del municipio de Quetame a cultivar Sagú.	4 meses	Alcaldía del municipio de Quetame
Desarrollo de mercado	Entrega de fertilizantes	La entrega de fertilizantes es para incentivar a los cultivadores de Sagú y que no dejen a un lado esta tradición.	4 meses	Alcaldía del municipio de Quetame

Alianzas estratégicas	Capacitaciones	Realizar capacitaciones, cursos o talleres, sobre el buen uso del suelo y técnicas adecuadas para el cultivo de Sagú	7 meses a 12 meses	Alianzas con el SENA, UTA, Universidad Nacional de Colombia.
Desarrollo de mercado	Feria cultural convertida en feria empresarial	Invitación a diferentes empresas de industria de panificación y harineras	1 mes antes de la feria de Sagú	Alcaldía municipal de Quetame.
Alianzas estratégicas	Capacitaciones	Realizar capacitaciones, cursos o talleres, sobre la norma técnica colombiana de estándares de calidad NTCC 3228 de 1991 emitida por ICONTEC.	6 meses	ICONTEC.



## 7. Discusión

Las plantas tienen diferentes factores que afectan su crecimiento óptimo como condiciones climatológicas, físicas y nutricionales del suelo<sup>39</sup>. El pH del suelo del municipio de Quetame ha variado, pues según resultados obtenidos en el año 2000 el pH se encontraba entre pH 6,10<sup>40,11</sup> en terrenos donde se cultivaba Sagú en esa época, aunque no referenciaron el lugar (vereda y coordenadas GPS) de la toma de muestra de suelo. Las muestras recolectadas en este estudio presentaron un pH de 4.560 a 5.240. Los pH ácidos, como en este caso, pueden afectar diferentes tipos de cultivos causando alteraciones en el aspecto general de la planta (como deformaciones en sus hojas más recientes) o también, como en el Sagú, perjudicando la asimilabilidad de nutrientes como magnesio, calcio o potasio por el alto contenido de hidrogeniones aluminio es más fácil que estos nutrientes se pierdan con el agua al pasar a su fracción soluble<sup>41</sup>, y de esta manera causando la disminución en el contenido de almidón del rizoma, la mayoría de los macronutrientes son asimilados en pH de 5.5 a 6.5 y los micronutrientes si pueden estar disponibles en pH más bajos.

Las plantas de Sagú de los cultivos estudiados correspondientes a las muestras M1 y M2 presentaron hojas con coloraciones amarillas, tallos delgados y rizomas amarillentos no aptos para la extracción de almidón, la muestra M2 y M3 con pH 5,0 a 5.2 se encuentran entre el rango óptimo de pH para el cultivo de Sagú, siendo este entre 5.0 - 6.5<sup>4</sup>. Las plantas de todos los cultivos muestreados se encontraban en estadio temprano (antes de florecer), por lo tanto, no se pudo observar el efecto de las condiciones de pH ácido sobre el fruto, que normalmente causan estrés a la planta, “produciendo frutos con manchas con aspecto de corcho”<sup>28</sup>.

El suelo presenta diferentes texturas, las cuales permiten determinar el uso del suelo y si es fértil o no, dependiendo de la cantidad de arena, limo y arcilla esto influirá en “la capacidad de retención de agua para las plantas, riesgo de compactación (dificultad de paso de las raíces en horizontes muy arcilloso), disponibilidad de nutrientes, erosionabilidad, rendimiento de los cultivos y comportamiento frente al laboreo”<sup>42</sup>. Los análisis de granulometría de suelos de las dos veredas estudiadas mostraron que la vereda Mesitas tiene suelos arcilloso y franco arcilloso; y la vereda Hoya Vargas tiene suelos franco arcilloso y franco, lo cual sugiere que el suelo de M2 presenta las mejores condiciones para ser utilizado como suelo agrícola; el suelo que presenta mayor dificultad de productividad según su textura es el arcilloso encontrado en la vereda Mesitas, que a pesar de ser suelos fértiles son difíciles de manejar por el alto porcentaje de arcilla que presentan<sup>43</sup>.

Al comparar los resultados de la cantidad de arcilla y C.I.C. se logra determinar que son directamente proporcional, a mayor cantidad de arcilla mayor C.I.C esto dependerá del tipo de arcilla que posea el suelo, en las muestras M3 y M4 al tener valores > 20 según la tabla de interpretación de resultados del (IGAC) (ver anexo 1) tiene una alta capacidad de atracción de cationes; la arcilla al tener cargas negativas atrae los cationes generando reserva de nutrientes y tiene la C.I.C entre 10 a 150  $\text{cmol}(+)/\text{kg}$ <sup>44,45</sup>.

En el año 2000 el porcentaje de magnesio era de 1,62  $\text{cmol}(+)/\text{Kg}$ <sup>8</sup>, y este valor en el año 2018 disminuyó representativamente en las 4 muestras de suelo analizadas (0,49 - 0,89  $\text{cmol}(+)/\text{Kg}$ ). El pH ácido causa la disminución en la disponibilidad y absorción del magnesio por las plantas, llevando a disminución del crecimiento y mayor susceptibilidad a enfermedades se presentan hojas pálidas y clorosis, como es el caso de las plantas de los cultivos estudiados. La disminución del magnesio en las plantas influye en la formación de la molécula de clorofila, por lo tanto, causa la pérdida del color verde.

El potasio cumple diferentes funciones en la nutrición de las plantas, y se han

determinado más de 60 actividades<sup>46</sup> importantes para el desarrollo de la planta; se le atribuye la participación en diferentes procesos metabólicos como la fotosíntesis y la formación de almidones, proceso que estimula el desarrollo de las raíces, por lo tanto, muy importante para el cultivo de Sagú. En los suelos estudiados se encontró pH ácido que causa la disminución del potasio disponible, el cual es necesario para el desarrollo de la planta pues interviene en múltiples procesos enzimáticos, síntesis de proteínas, fotosíntesis, osmorregulación, actividad estomática, transferencia de energía, transporte en el floema, equilibrio anión-cation y resistencia al estrés biótico y abiótico, entre otros.

El fósforo es el segundo elemento más importante para el crecimiento de las plantas, ya que participa en procesos metabólicos como la fotosíntesis, la división celular, la transferencia de energía y la síntesis y degradación de los carbohidratos<sup>47</sup>. El fósforo se encuentra en los suelos en forma orgánica e inorgánica y su solubilidad en él es baja; solamente el fósforo disuelto en la solución del suelo es absorbido a través de las raíces de las plantas, en suelos de pH bajos el fósforo reacciona principalmente con aluminio, hierro y manganeso, y a pH de 6.0 - 7.0 su disponibilidad es mejor para las plantas<sup>48</sup>.

La relación entre el C/N determina que la MO le proporciona un buen suministro de Nitrógeno, fosforo y azufre siendo el caso de la muestra M1 con una relación de 8.88 y en el caso de las muestras M2, M3 y M4 indica que el suministro de nutrientes es normal por la descomposición de MO teniendo valores entre 10.45 a 11.96<sup>31</sup>.

Tradicionalmente en el municipio de Quetame el cultivo de Sagú lo siembran con maíz o papa para generar más ingresos o para consumo propio, el cultivo de maíz al igual que el de sagú necesita altas cantidades de nitrógeno, pero este debe ser adicionado durante todo el proceso de desarrollo del cultivo al hacer la comparación de los resultados físicos y químicos podemos determinar que el suelo del maíz cuenta con mayor C.I.C y nitrógeno, menores cantidades de fosforo, potasio

magnesio y bases totales<sup>49</sup>.

El análisis de suelos (ver anexo 6) mostró que las fincas estudiadas en las dos veredas del municipio de Quetame tienen pH ácido, bajos niveles de potasio, magnesio y fósforo, por lo tanto, se requiere la adición de nutrientes. El IGAC sugirió la adición de Cal Dolomita 600kg/Ha antes de la siembra, puesto que la cal Dolomita se utiliza para estabilizar el pH y aportar al cultivo calcio y magnesio<sup>50</sup>, la cantidad sulfato de potasio que debe aplicarse al momento de la siembra es 150kg/Ha, el cual es una sal neutra que aporta estabilidad de pH al suelo<sup>51</sup>, mejora la absorción de hierro, fósforo y nitrógeno de igual forma proporciona una resistencia a la planta ante el frío, calor excesivo y plagas. El IGAC también recomendó la aplicación de 150kg/Ha de urea al momento del macollamiento del cultivo, proporcionando el nitrógeno esencial para el metabolismo de la planta. En general, se recomienda que se lleven a cabo cultivos rotativos con leguminosas para evitar el agotamiento del suelo y que se perpetúen enfermedades que afecten la planta<sup>2</sup>.

Se pueden utilizar fertilizantes con silicio el cual beneficia a la planta en situaciones de estrés y permite que la planta soporte épocas de sequía esto quedó comprobado en indonesia donde describen que la combinación del es la cantidad óptima para incrementar la altura de la planta<sup>52</sup>; una forma orgánica es la utilización de biofertilizantes el cual le proporciona diversos nutrientes, está constituido por una fracción que no alcanza a fermentarse y al presentarse en consistencia líquidas se puede suministrar en sistemas de riego<sup>53</sup> la utilización de lombrices en cultivos de *Canna edulis* Ker proporciona un mejor desarrollo de la planta presentando tallos más fuertes y hojas más grandes<sup>54</sup>.

En este estudio se encontraron como amilasa positiva *Pseudomonas* sp., *Acinetobacter* sp. y *Micrococcus* sp. que han sido descritas como amilolíticas; además, producen PGPR y otros metabolitos como el AIA que favorecen el

crecimiento de las plantas <sup>55,56,57</sup>. La relación entre las bacterias totales y las amilolíticas podría determinar que estas bacterias son las causantes del cambio de color en el rizoma.

La relación microorganismo-planta es importante ya que los microorganismos son promotores en el crecimiento de la planta y son determinantes para la diversidad de especies vegetales al igual que la calidad del suelo, la mayoría de ellos se encuentra alrededor de la rizosfera “conjunto de interacciones entre suelo, raíces y microorganismos da lugar al desarrollo de un ambiente dinámico”<sup>2</sup>. En el suelo podemos encontrar millones de microorganismos, pero esto no significa que todos generen interacciones con las plantas y sean benéficos para ellas esto también depende del estado físico y químico en el que se encuentre el suelo y los demás organismos presentes.

Está establecido que la población bacteriana presente por gramo de suelo es aproximadamente de 60 a 3.000 millones, pero ninguna de las 4 muestras analizadas alcanzó este valor, siendo la mayor 13'320.000 UFC/g de suelo; ocurre lo contrario con los hongos que aproximadamente por gramo de suelo hay un millón de UFC/g y todos los resultados fueron superiores excluyendo el de M1, esta abundancia de hongos se podría deber al pH ácido presente en las diferentes muestras.

Las *Pseudomonas spp* se han caracterizado por ser agentes de control biológico, es catalogado como un agente promotor de crecimiento<sup>58</sup> y a su vez reduce la incidencia de enfermedades como la de hongos patógenos del suelo, para que la efectividad de *Pseudomonas spp* se vea reflejada esta debe colonizar la raíz por este motivo la mayor concentración de *Pseudomonas* está presente en la rizosfera, en las muestras analizadas se puede obtener una correlación entre *Pseudomonas spp* y el crecimiento realizando el comparativo de M3 la cual obtuvo la mayor cantidad de crecimiento en el agar cetrimide y las plantas de ese cultivo

presentaron la mayor altura a comparación de las demás muestras de Sagú, de igual forma es un microorganismo solubilizador de fosfato al igual que *Micrococcus spp* y *Acinetobacter sp*; *Penicillium spp* y *Botrytis spp*; se encuentran habitualmente en el ambiente y el suelo, pueden causar podredumbre en los cultivos <sup>59,60</sup>, *Botrytis* puede atacar el cultivo de forma exógena generando daños al cultivo siendo de difícil percepción hasta que el hongo colonice la mayoría de la planta <sup>61</sup>.

El suelo al presentar un pH genera un ambiente propicio para el crecimiento de microorganismos solubilizadores de fosfato ya que predominan fosfatos insolubles de hierro y aluminio, como en este caso *Pseudomonas sp*, *Micrococcus sp* y *Penicillium sp* al igual que la presencia de azufre y potasio ya que estos microorganismos pueden transformarlo o movilizarlo <sup>62</sup>.

A través del tiempo la economía agrícola se va enfocando en productos rentables y exportables dejando a un lado los cultivos tradicionales de las diferentes regiones siendo presionado por modelos alimenticios externos; los cultivos autóctonos representan la cultura de una comunidad reflejando sus costumbres, festividades, diversidad alimenticia entre otras. En el municipio de Quetame, el cultivo de Sagú tiene importancia cultural y económica que se ve afectada por la inestabilidad nutricional de los suelos y el incremento de otros cultivos en el municipio, por esto se postulan estrategias para incentivar y comercializar el Sagú en el municipio, evitando la desaparición del cultivo enfocadas en su recurso humano <sup>63</sup>.

Las estrategias de comercialización son desarrolladas según las necesidades reflejadas por la comunidad (en la fase de campo), según producción de Sagú y su comercialización, en el municipio de Quetame, Cundinamarca; a través de una matriz DOFA se postularon estrategias de comercialización, producción y desarrollo para el municipio de Quetame y sus cultivadores de Sagú, partiendo del análisis DOFA una herramienta de diagnóstico que permite relacionar las debilidades,

oportunidades, fortalezas y amenazas mitigando el impacto de las amenazas y disminuyendo las debilidades, elaborando estrategias que aprovechen las oportunidades haciendo uso de las fortalezas <sup>64,65, 66</sup>.

Se establece una propuesta de plan de acción que podrá ejecutar la alcaldía municipal en conjunto con la Unidad Tecnológica Agropecuaria y demás entidades partiendo de un análisis interno y externo<sup>67</sup>, permitiendo disminuir el déficit de producción de Sagú en referencia al uso de suelos y de la comercialización de Sagú, es a través de este plan de acción que se podrán implementar objetivos y/o políticas municipales efectivas para que el municipio logre ser competitivo en la harina de Sagú y productos derivados de este cultivo<sup>65</sup> retomando como un municipio fuerte en el mercado de almidón de Sagú y sus derivados.

Los indicadores propuestos se podrán utilizar para determinar de manera cuantitativa en términos porcentuales, las tareas a desarrollar colectivamente entre la alcaldía municipal (ver anexo 2), sus dependencias administrativas y las entidades estatales o privadas que posiblemente presten ayuda para incentivar la comercialización y la producción del cultivo insignia del municipio, el Sagú. Es por ello que a través de la matriz DOFA y por medio del cruce de ésta, las propuestas de comercialización e incentivo de la producción del Sagú se complementan en conjunto con el plan de acción generando beneficios a la comunidad.

## 8. CONCLUSIONES

El análisis físico químico de los suelos de las veredas Hoya Vargas y Mesitas mostró suelos ácidos con bajas concentraciones de nitrógeno, potasio, magnesio y fósforo disponible, que no son aptos para el desarrollo óptimo del Sagú.

En las veredas Mesitas y Hoya Vargas se encuentran suelos francos, franco arcillosos y arcillosos, y propiedades nutricionales parecidas, por lo tanto, se sugiere el mismo tipo de tratamiento de fertilización (Cal dolomita, sulfato de potasio y urea) y rotación de cultivos para la recuperación de suelos.

La comunidad bacteriana y fúngica de las cuatro muestras es muy parecida en morfología de colonias, predominan *Pseudomonas* spp., *Acinetobacter* spp., *Micrococcus* spp. y *Penicillium* spp. Las primeras son conocidas por ser promotoras del crecimiento vegetal (PGPB) por la producción de AIA y el hongo como solubilizador de fosfatos.

Al hacer una comparación de las bacterias amilolíticas respecto a las bacterias totales, se puede sugerir que el alto porcentaje de estas bacterias podría influir en la calidad del rizoma, pues podrían participar en la degradación y escasez de almidón al interior del rizoma.

El municipio de Quetame no cuenta con estrategias de desarrollo ni comercio enfocadas en el cultivo de Sagú, dificultando al agricultor el ingreso a nuevos mercados industriales y no solo enfocarse en el mercado local.

La implementación de estrategias: como entrega de semillas o fertilizantes y capacitaciones enfocadas en uso adecuado del suelo y técnicas de cultivo, incentiva al agricultor en ser mejor en su labor y no olvidar sus costumbres ancestrales.



El agricultor y sus procesadores encargados de extraer el almidón de Sagú, deben familiarizarse con las normas y estándares de calidad exigidas en el comercio evitando que su desconocimiento sea un impedimento para ingresar a nuevos mercados.

La invitación de empresas enfocadas en la industria de la panificación y harineras en la feria de Sagú, incrementa las oportunidades al agricultor a expandirse en el mercado industrial beneficiando el desarrollo económico del municipio.

## REFERENCIAS

1. Wilson Marcelo German. Manual de indicadores; de calidad del suelo para las ecorregiones de argentina. 2017.[Internet] Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/manual-de-indicadores-de-calidad-del-suelo-para-lasecorregiones-de-argentina>
2. Pedraza RO, Teixeira KR, Scavino AF, et al. Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. revisión. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 2010;11(2):155-164.
3. Molina E. Análisis de suelos y su interpretación. San José, CR, CIA-UCR-Amino Grow International. 2007. .[Internet] Disponible en :<http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Suelos/SUELOS-AMINOGROWanalisisinterpretacion.pdf>
4. Osorio W, Casamitjana M. Toma de muestras de suelo para evaluar la fertilidad del suelo. Suelos Ecuatoriales. 2011;41(1):23-28. .[Internet] Disponible en: <https://www.bioedafologia.com/sites/default/files/documentos/pdf/Toma-de-muestras-de-suelos-evaluacion-de-fertilidad-del-suelo-Walter-Osorio.pdf>
5. Restrepo MPV, Grisales SO, Sánchez T. Morfología de la planta y características de rendimiento y calidad de almidón de Sagú. Acta Agronómica. 2010;59(3):372-380. .[Internet] Disponible en: [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/17668/18](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/17668/18)

6. Editor: Manuel B. Suquilanda Valdivieso. Producción orgánica de cultivos andinos. .[Internet] Disponible en:[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/mountain\\_partnership/docs/1\\_produccion\\_organica\\_de\\_cultivos\\_andinos.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/mountain_partnership/docs/1_produccion_organica_de_cultivos_andinos.pdf)
7. Tapia Mario E, Fires Ana Maria. Guia de campo de los cultivos andinos FAO. . 2007.[Internet] Disponible en: <http://www.fao.org/3/ai185s/ai185s00.htm>
8. Torres C. Tecnología para el cultivo de Sagú o achira (Canna edulis Ker). Tecnología para el cultivo de Sagú o achira (Canna edulis Ker). 2004. .[Internet] Disponible en: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/20607>
9. Caicedo G, Rozo L, Rengifo G. La achira, alternativa agroindustrial para áreas de economía campesina. Bogotá, Colombia: Corpoica. 2003. .[Internet] Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4071/1/La%20achira%20tecnicas%20de%20cultivo%20y%20beneficio.pdf>
10. Rodríguez Borray GA, García Bernal HR, Camacho Tamayo JH, Arias FL. El almidón de achira o Sagú (Canna edulis, Ker). manual técnico para su elaboración. 2003. .[Internet] Disponible en: <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/handle/11348/3744>
11. Luis Jaime Torres Cantor. Investigación participativa en el cultivo de Sagú o achira en el municipio de Quetame. 2001.[Internet] Disponible en:

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/11766>

12. Caicedo Díaz, G.E. Rosso Wilches, L. Bonilla, U. Gómez, L.E. Arce González, C. García Bernal, H.R. Rivera Varón, J.J. Amézquita Andrade, W. Londoño Arango, J.E. Hurtado, J.J. Ajuste Y Validación De Un Material De Achira Con Un Período Vegetativo Corto Y Alta Producción De Almidón. Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria PRONATTA, 1999. [Internet] Disponible en: [https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primotc-explore/fulldisplay?docid=bac\\_dspace20.500.12324%2F21144&context=L&vid=BAC&lang=es\\_CL&search\\_scope=bac\\_completo&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=bac\\_tab&query=any,contains,achira](https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primotc-explore/fulldisplay?docid=bac_dspace20.500.12324%2F21144&context=L&vid=BAC&lang=es_CL&search_scope=bac_completo&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=bac_tab&query=any,contains,achira)
13. León J. Botánica de los cultivos tropicales. Bib. Orton IICA/CATIE; 1987.
14. Hermann, M., R. Uptmoor, I. Freire, and J.L. Montalvo. 1997. Crop growth and starch productivity of edible canna. In: CIP Program Report 1995-1996. CIP, Lima, Peru, p. 295-301.
15. K.W. Riley, N. Mateo, G.C. Hawtin and R. Yadav. Mountain Agriculture and Crop Genetic Resources, ,1987 Kathmandu, Nepal. [Internet] Disponible en: <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/8923/83282.pdf?sequence=1#page=272>.
16. Alcaldía de Quetame Cundinamarca 2018. Website [http://www.quetame-cundinamarca.gov.co/informacion\\_general.shtml#geografia](http://www.quetame-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml#geografia).
17. Torres Cantor, L.J., and Torres Cantor, L.J. *Achira (Canna Indica) Cultivo*

- Promisorio En Colombia*. Bogotá (Colombia): Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria SENA, 1999. [Internet] Disponible en: [https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=bac\\_dspace20.500.12324%2F2094&context=L&vid=BAC&lang=es\\_CL&search\\_scope=bac\\_completo&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=bac\\_tab&query=any,contains,cultivo%20promisorio%20de%20achira&offset=0](https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primo-explore/fulldisplay?docid=bac_dspace20.500.12324%2F2094&context=L&vid=BAC&lang=es_CL&search_scope=bac_completo&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=bac_tab&query=any,contains,cultivo%20promisorio%20de%20achira&offset=0)
18. Pérez E, Lares M, González Z. Some characteristics of Sagú (*Canna edulis* Ker) and zulu (*Maranta* sp.) rhizomes. *J Agric Food Chem*. [Internet] 1997;45(7):2546-254,available in: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jf960680i>
19. Ministerio de Agricultura. Estadística agrícola, área, producción, rendimiento y participación. Agronet Website 2017 .Disponible en: <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>.
20. Jhoanna Aristizábal, Teresa Sánchez. Guía técnica para la producción y análisis de almidón de yuca. 2007. [Internet] Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2016011134>
21. Ámbito de aplicación. Norma regional para la harina de Sagú comestible (Asia1) 20011.[Internet] Disponible en: <https://tienda.icontec.org/wpcontent/uploads/pdfs /NTC3228.pdf>.
22. Hernández-Medina M, Torruco-Uco JG, Chel-Guerrero L, Betancur-Ancona

- D. Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en yucatán, México. *Ciencia e Tecnología de Alimentos*. 2008;28(3):718-726. doi: 10.1590/S0101-20612008000300031.
23. Álvarez M.O. , González L.G. Los suelos. 2008:50-51. [Internet] Disponible en: <https://revistas.udem.edu.co/index.php/ingenierias/article/view/1545/2178>
24. Sadeghian S. Fertilidad del suelo y nutrición del café en Colombia: Guía práctica. . 2008.
25. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. Texturas del suelo. FAO 2006 Website. Disponible en: [http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6706s/x6706s06.htm](http://www.fao.org/tempref/FI/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6706s/x6706s06.htm).
26. Thomsopn, Louis M. Troeh, Frederick, R. Los suelos y su fertilidad, Reverte S.A. España 2002 [Internet] Disponible en: [https://books.google.com.co/books?id=AegjDhEIVAQC&pg=PA53&dq=propiedades+fisicoquimicas+del+suelo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi\\_hq6j3dfiAhUSy1kKHevpAE8Q6AEIMjAC#v=onepage&q=propiedades%20fisicoquimicas%20del%20suelo&f=true](https://books.google.com.co/books?id=AegjDhEIVAQC&pg=PA53&dq=propiedades+fisicoquimicas+del+suelo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi_hq6j3dfiAhUSy1kKHevpAE8Q6AEIMjAC#v=onepage&q=propiedades%20fisicoquimicas%20del%20suelo&f=true)
27. Ronald Vargas Rojas, FAO. Guía para la descripción de suelos; cuarta ed. Roma: ; 2009:31-38. [Internet] Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XF2016000087>
28. Luis Tesur, cols Artemisa Martínez, Paloma Celis. Manual de fertilización y productividad del suelo agrícola. Primera ed. México ; 2006.

29. Adams Meliton, Fundamentos de química de los suelos, Universidad central de Venezuela consejo de desarrollo científico y humanístico, Caracas 1995. [Internet] Disponible en: [https://books.google.com.co/books?id=rjeVU6XFajEC&pg=PA41&dq=propiedades+fisicoquimicas+del+suelo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiSo\\_zmptjiAhVKtlkKHfQ6DW44ChDoAQhSMAg#v=onepage&q=propiedades%20fisicoquimicas%20del%20suelo&f=false](https://books.google.com.co/books?id=rjeVU6XFajEC&pg=PA41&dq=propiedades+fisicoquimicas+del+suelo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiSo_zmptjiAhVKtlkKHfQ6DW44ChDoAQhSMAg#v=onepage&q=propiedades%20fisicoquimicas%20del%20suelo&f=false)30.
30. Blanco Sandoval, J.O., and Blanco Sandoval, J.O. Propiedades Químicas Del Suelo. Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria, 1994 [Internet] Disponible en: [https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primoeexplore/fulldisplay?docid=bac\\_dspace20.500.12324%2F31518&context=L&vid=BAC&lang=es\\_CL&search\\_scope=bac\\_completo&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=bac\\_tab&query=any,contains,propiedades%20quimicas%20del%20suelo](https://agropecuaria-primotc.hosted.exlibrisgroup.com/primoeexplore/fulldisplay?docid=bac_dspace20.500.12324%2F31518&context=L&vid=BAC&lang=es_CL&search_scope=bac_completo&adaptor=Local%20Search%20Engine&tab=bac_tab&query=any,contains,propiedades%20quimicas%20del%20suelo)
31. kas C.L. Donald. Fertilidad de suelos, Universidad estatal a distancia. 2000 [Internet] Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=sRua411JhvgC&pg=PA71&dq=propiedades+quimicas+del+suelo&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjMktD3udjiAhVqrlkKHbHhBF8Q6AEIPDAE#v=onepage&q=propiedades%20quimicas%20del%20suelo&f=false>
32. Daniel Baretino, Jorge Loredo, Fernando Pendás. Acidificación de los suelos y aguas: Problemas y soluciones. Madrid: instituto geológico y minero

- de España; 2005:65-66.
33. Jorge Nuñez Solís. Manual de laboratorio de edafología. In: San Jose Costa Rica: universidad estatal a distancia; 2006:13-16.
  34. Galvis JG, Ballesteros MI. Evaluación de los parámetros de calidad para la determinación de fósforo disponible en suelos. Revista Colombiana de Química. 2006;35(1):81-89.
  35. M.a Soledad Garrido Valero Ingeniero Agrónomo. Interpretación de análisis de suelos. 1994. [Internet] Disponible en: [https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1993\\_05.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1993_05.pdf)
  36. Brechelt A. Manejo ecológico del suelo. Fundación Agricultura y Medio Ambiente.Red de acción de Plaguicidas y sus alternativas para América Latina. 2004 [Internet] Disponible en: [https://webzoom.freewebs.com/rentawebscr/alonso2013/descargas/Manejo\\_Ecologico\\_de\\_Plagas\\_A.Bretchel.pdf](https://webzoom.freewebs.com/rentawebscr/alonso2013/descargas/Manejo_Ecologico_de_Plagas_A.Bretchel.pdf)
  37. H. Tiessen ,E. Cuevas &P. Chacon The role of soil organic matter in sustaining soil fertility [Internet] 1994 available in: <https://www.nature.com/articles/371783a0>
  38. Ing Delgado Mario. Los microorganismos del suelo en la nutrición vegetal 2007. [Internet] Disponible en: [https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Los microorganismos del suelo en la nutrici%C3%B3n vegetal.](https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Los%20microorganismos%20del%20suelo%20en%20la%20nutrici%C3%B3n%20vegetal)
  39. Jorge Villarroel. Manual práctico para la interpretación de análisis de suelo en laboratorio. 1988 [Internet] Disponible en: <http://atlas.umss.edu.bo:8080/x>



[mlui/bitstream/handle/123456789/142/MANUAL%20PRACTICO%20ST10.pdf?sequence=1](http://mlui/bitstream/handle/123456789/142/MANUAL%20PRACTICO%20ST10.pdf?sequence=1)

40. Raúl D Zapata Hernández. Capítulo 4 medida de la acidez de los suelos; 2010:113-116. [Internet]. Disponible en: <http://bdigital.unal.edu.co/1735/5/9583367125.5.pdf>
41. Sheila J Mckean. manual de análisis de suelos y tejido vegetal una guía teórica y práctica de metodología. 1993:28. [Internet]. Disponible en: [https://books.google.com.co/books/about/Manual\\_de\\_an%C3%A1lisis\\_de\\_suelos\\_y\\_tejido\\_v.html?id=nPrMoAEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.co/books/about/Manual_de_an%C3%A1lisis_de_suelos_y_tejido_v.html?id=nPrMoAEACAAJ&redir_esc=y)
- 42.M. Andrades Rodríguez. Fertilidad del suelo y parámetros que la definen.[Internet] 1993. [Internet]. Disponible en : <http://data.theeuropeanlibrary.org/BibliographicResource/2000065363289>.
43. Gisbert Blanquer Juan Manuel, Ibáñez Asensio Sara, Moreno Ramón Héctor. La textura del suelo. [Internet] 2014. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/50839531\\_La\\_textura\\_del\\_suelo](https://www.researchgate.net/publication/50839531_La_textura_del_suelo).
44. Sierra Carlos,La relación entre contenido de arcilla y la CIC y su influencia en la fertilización,El mercurio, 2019 Web site Disponible en: <https://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2018/10/31/La-relacion-entre-contenido-de-arcilla-y-la-CIC-y-su-influencia-en-la-fertilizacion.aspx?disp=1>
- 45.FAO, propiedades químicas de los suelos 2007 Web site. Disponible en: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/clasificacion-de-suelos/sistemas->

numericos/propiedades-quimicas/es/

46. Marta Elvira Conti. Dinámica de la liberación y fijación de potasio en el suelo. [Internet] Disponible en: [http://lacs.ipni.net/0/C2645DD D711C34D303 2579670 07D6E D5/\\$FILE/AA%204.pdf](http://lacs.ipni.net/0/C2645DD D711C34D303 2579670 07D6E D5/$FILE/AA%204.pdf).
47. Charles Morin,. Cultivo de cítricos;1980 [Internet] Lima Perú: IICA. 1980 [Internet] Disponible en: [https://books.google.com.co/books/about/Cultivo\\_de\\_c%C3%ADtricos.html?id=yCRCnQEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.co/books/about/Cultivo_de_c%C3%ADtricos.html?id=yCRCnQEACAAJ&redir_esc=y).
48. Papel esencial del Fósforo (P) en las plantas. El fósforo en la planta y en el suelo 2008. web site: [http://www.gruposacsa.com.mx/importancia-del\\_fosforo-por-las-plantas/](http://www.gruposacsa.com.mx/importancia-del_fosforo-por-las-plantas/).
49. Rios. Katto. Clara. Ines. Guia para la intalación y manejo de los policultivos de la huerta familiar,CAB 2008 [Internet] Disponible en: <https://books.google.com.co/books?id=rCC3rn6sdgEC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
50. Domenech Xavier, Peral Jose. Química ambiental de sistemas terrestres. barcelona: revertè; 2006:85-92. [Internet] Disponible en: [https://www.reverte.com/libro/quimica-ambiental-de-sistemas-terrestres\\_89141/](https://www.reverte.com/libro/quimica-ambiental-de-sistemas-terrestres_89141/)
51. Guerrero BJ, Tello PL. Efecto de la aplicación de azufre en los cultivos de cebolla y papa bajo condiciones de campo. [Internet] Anules Científicos Unalm (Perú).35: 323. 2000 ;339. Disponible en:

<https://www.researchgate.net>

[/publication/238103940 efecto de la aplicacion de azufre en los cultivos de cebolla y papa bajo condiciones de campo](#)

52. Yahya Barita, Erma Prihastanti, Sri Haryanti, Agus Subagio and Ngadiwiyan. The influence of granting npk fertilizer and nanosilic fertilizers on the growth of Ganyong plant (*Canna edulis* Ker.) 2018 [Internet] Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1025/1/012054/pdf>
53. SANCHEZ, Saray; HERNANDEZ, Marta; RUZ, F. Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. Pastos y Forrajes, Matanzas , v. 34, n. 4, p. 375-392, dic. 2011 . [Internet] Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942011000400001&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942011000400001&lng=es&nrm=iso)
54. Chang-Khil, Cho Nam-Ki, Jo Ik-Hwan, Kang Bong-Kyoon, Ko Mi-Ra, Parque Sung-Jun. Efectos del nivel de lanzamiento de gusanos en las características de crecimiento y el rendimiento de los alimentos *Canna* en la isla de Jeju. 2004 Revista Coreana de Agricultura Orgánica, 12 (1), 93-99. [Internet] Disponible en: [http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE00909741&language=ko\\_KR#](http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE00909741&language=ko_KR#).
55. Jayant M. Khire, Producción de amilasa moderadamente halófila por *Micrococcus* sp. 4 de una salina. [Internet] 1994. Disponible en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1472-765X.1994.tb00945.x>.

56. Álvarez Claudia L, Osorio Nelson W, Marin Montoya Mauricio. Identificación de microorganismos molecular de microorganismos asociados a las rizosfera de plantas de vainilla COLOMBIA. *Acta biol.Colomb.* [Internet]. 2013 Aug [cited 2018 Dic 14] ; 18( 2 ): 293-306. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-548X2013000200007&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2013000200007&lng=en).
- 56.Vega-Celedón, Paulina, Canchignia Martínez, Hayron, González, Myriam, & Seeger, Michael. (2016). Biosíntesis de ácido indol-3-acético y promoción del crecimiento de plantas por bacterias. *Cultivos Tropicales*, 37(Supl. 1), [Internet] [cited 2018 Dic 14], Disponible en: de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025859362016000500005&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362016000500005&lng=es&tlng=es).
57. Pineda MEB, Gil ZER, Figueroa AAB, Morales LAP. Microorganismos funcionales en suelos con y sin revegetalización en el municipio de villa de leyva, boyacá. *Colombia Forestal*. [Internet] 2017;20(2):158-170. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v20n2/v20n2a05.pdf>
- 58.Gómez Gómez JA. Caracterización cinética y enzimática de thermoanaerobacter italicus cepa usba 18 aislada de un manantial termomineral en paipa, boyacá. 2008 [Internet] Disponible en : <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8399/tesis128.pdf?sequence=1>.

59. Cano MA. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas,2011[Internet] .Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v14n2/v14n2a03.pdf>
60. Holz G., Coertze S., Williamson B. The ecology of botrytis on plant surfaces.[Internet] ; 2007. Available in: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-2626-3\\_2](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-2626-3_2)
61. Restrepo de Ocampo, Luz Stella ; Fajardo, Fredy Antonio ; Ladino Suaza, Alvaro . Cambio de cultura organizacional para empresas que requieren evolucionar para la competitividad. Scientia et technica, [Internet] [S.l.], v. 1, n. 35, ene. 2007. ISSN 2344-7214. Disponible en: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/5457>>.:<http://dx.doi.org/10.22517/23447214.5457>.
62. Martín.Alexander Introducción to soil microbiology. 1980. 481 p [Internet] Available in: <https://www.abebooks.co.uk/book-search/title/introduction-to-soil-microbiology/author/alexander/>
63. Chapman A. Análisis DOFA y análisis PEST. 2004 [Internet] Disponible en: <http://www.degerencia.com/articulos.php.2004>.
64. Goodstein LD, Nolan TM, Pfeiffer JW. Planeación estratégica aplicada. McGraw-Hill [Internet] Interamericana,; 1998. Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CEDAF.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=007506>
65. Ramírez Rojas, José Luis Procedimiento para la elaboración de un análisis FODA como una herramienta de planeación estratégica en las empresas 2005 [Internet] Disponible en: <http://148.202.167.116:8080/xmlui/handle/123456789/1214>.

66. Amaya Amaya Jairo, Gerencia : Planeación & estrategia fundamentos, modelos y software de planeación, 2012 [Internet], Disponible en: [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8Flzg6f8dOsC&oi=fnd&pg=PA6&dq=planeacion+estrategica&ots=g6kBT1INz&sig=XhlyWnXex4spP3xDWf\\_BX0EuuOc#v=onepage&q=planeacion%20estrategica&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8Flzg6f8dOsC&oi=fnd&pg=PA6&dq=planeacion+estrategica&ots=g6kBT1INz&sig=XhlyWnXex4spP3xDWf_BX0EuuOc#v=onepage&q=planeacion%20estrategica&f=false)

## Anexos

### Anexo 1: Tabla de rangos

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI											
SUBDIRECCIÓN DE AGROLOGÍA - LABORATORIO NACIONAL DE SUELOS											
CONSIDERACIONES GENERALES PARA INTERPRETAR ANÁLISIS QUÍMICOS DE SUELOS											
pH (H <sub>2</sub> O)	APRECIACIÓN	P mg Kg <sup>-1</sup> (BRAY II)	K cmol (+) Kg <sup>-1</sup>	C.O (%)			N.Total (%)			CIC cmol (+) Kg <sup>-1</sup>	SATURACION DE BASES (SB) %
				CLIMA			CLIMA				
1:1				FRÍO	MEDIO	CÁLIDO	FRÍO	MEDIO	CÁLIDO		
<4.5	BAJO	<15	<0.2	<2.9	<1.7	<1.2	<0.25	<0.15	<0.10	<10	<35
EXTREMADAMENTE ÁCIDO	MEDIO	15 - 40	0.2 - 0.4	2.9 - 8.1	1.7 - 2.9	1.2 - 2.3	0.26 - 0.50	0.16 - 0.30	0.10 - 0.20	10 - 20	35 - 50
4.6 - 5.0	ALTO	>40	>0.4	>8.1	>2.9	>2.3	>0.50	>0.30	>0.20	>20	>50
MUY FUERTEMENTE ÁCIDO	RELACIONES										
5.1 - 5.5	APRECIACIÓN	Ca/Mg	Mg/K	Ca/K	(Ca+Mg)/K	CLASIFICACIÓN DE ACUERDO CON SALES Y SODIO			PORCENTAJE SATURACIÓN ACIDEZ INTERCAMBIABLE (S.A.I)	APRECIACIÓN	
FUERTEMENTE ÁCIDO	RELACIÓN IDEAL	2 - 4	3	6	10	CONDUCTIVIDAD ELECTRICA dS m <sup>-1</sup>	PORCENTAJE SATURACIÓN SODIO INTERCAMBIABLE (PS)	CLASE	<15	SIN PROBLEMAS EN GENERAL LIMITANTE PARA CULTIVOS SUSCEPTIBLES	
5.6 - 6.0						0 - 2		NORMAL			
MEDIANAMENTE ÁCIDO	K DEFICIENTE		>18	>30	>40	2 - 4	INFERIOR	LIMITE			
6.1 - 6.5						4 - 8	A	S1	15 A 30	LIMITANTE PARA CULTIVOS MODERADAMENTE TOLERANTES	
LIGERAMENTE ÁCIDO	Mg DEFICIENTE	>10	<1			8 - 16	15%	S2			
6.6 - 7.3								S3			
NEUTRO	CONTENIDO ÓPTIMO	ELEMENTOS MENORES* (mg Kg <sup>-1</sup> )				>16					
7.4 - 7.8		Zn	Cu	Mn	Fe	0 - 4		Na	30 A 60	LIMITANTE PARA CULTIVOS TOLERANTES	
LIGERAMENTE ALCALINO	SUELO	3 - 6	1.5 - 3	15 - 30	20 - 30	4 - 8	SUPERIOR	NaS1			
7.9 - 8.4						8 - 16	A	NaS2			
MEDIANAMENTE ALCALINO	PLANTA	30 - 100	5 - 25	30 - 200	60 - 500	>16	15%	NaS3	>60	NIVELES TÓXICOS PARA LA MAYORÍA DE CULTIVOS	
8.5 - 9.0											
FUERTEMENTE ALCALINO	*Extractables con DTPA en suelos; digestión húmeda en tejido vegetal.								ÁREA DE QUÍMICA		
>9.0	Boro en suelos ( extractable en agua caliente ): 0.6 - 1.0 mg Kg <sup>-1</sup> .										
EXTREMADAMENTE ALCALINO	Boro en tejido vegetal : 30-80 mg Kg <sup>-1</sup> .										
NC(Nivel Crítico): 25 mg Kg <sup>-1</sup> NO <sub>3</sub> ; 20 mg Kg <sup>-1</sup> NH <sub>4</sub> ; 20 mg Kg <sup>-1</sup> S disponible (Fosfato de calcio) CONCENTRACION NORMAL EN TEJIDO VEGETAL (Handbook of Reference Methods for Plant Analysis, 1998): N (%): 2.5-4.5; P (%): 0.20-0.75; K (%): 1.5-5.5; Ca (%): 1.0-4.0; Mg (%): 0.25-1.0; S (%): 0.25-1.0 B ( mg Kg <sup>-1</sup> ): 10-200; Cu ( mg Kg <sup>-1</sup> ): 5-30; Fe ( mg Kg <sup>-1</sup> ): 100-500; Mn ( mg Kg <sup>-1</sup> ): 20-300; Zn ( mg Kg <sup>-1</sup> ): 27-100; Mo ( mg Kg <sup>-1</sup> ): 0.10-0.20; Cl ( mg Kg <sup>-1</sup> ): 100-500											

**Anexo 2. Indicadores.**

INDICADOR	EFICACIA	EFICIENCIA	EFFECTIVIDAD
Entrega de semillas	Agricultores a los que se les entregó semillas  _____ x 100  Agricultores estimados para la entrega de semillas	Tiempo de ejecutado  _____ x 100  Tiempo estimado de entrega de semillas	cantidad de nuevos cultivos de Sagú  _____ x100  Cantidad de nuevos cultivos estimados
Entrega de fertilizantes	Agricultores a los que se les entregó fertilizantes  _____ x 100  Agricultores estimados para la entrega de fertilizantes	Tiempo de ejecución de entrega de fertilizantes  _____ x100  Tiempo estimado de entrega de fertilizantes	# cultivos de Sagú a los que se les agregó fertilizantes adecuados  _____ x100  # Cultivos de Sagú a los que se les agregó fertilizantes adecuados y se estimaron para el proyecto.
Capacitaciones	Agricultores que recibieron las capacitaciones sobre técnicas de cultivo  _____ x 100  Agricultores estimados	Presupuesto destinado para las capacitaciones  _____ x 100  Presupuesto estimado para las capacitaciones	Agricultores que pusieron en práctica las capacitaciones  _____ x 100  Total de agricultores que recibieron las

	para la realización de las capacitaciones sobre técnicas de cultivo.		capacitaciones
Capacitaciones	<p>Agricultores que recibieron las capacitaciones norma técnica colombiana de estándares de calidad NTCC 3228 de 1991 emitida por ICONTEC</p> <p>_____ x 100</p> <p>Agricultores estimados para la realización de las capacitaciones sobre norma técnica colombiana de estándares de calidad NTCC 3228 de 1991 emitida por Icontec</p>	<p>Presupuesto destinado para las capacitaciones</p> <p>_____ x 100</p> <p>Presupuesto estimado para las capacitaciones</p>	<p>Agricultores que pusieron en práctica las capacitaciones</p> <p>_____ x 100</p> <p>Total de agricultores que recibieron las capacitaciones</p>



Feria empresarial	empresas que aceptaron la invitación a la feria empresarial	Presupuesto destinado para la feria empresarial	Alianzas generadas en la feria empresarial (agricultor/ industria)
	_____ x 100	_____ x 100	_____ x 100
	Total, de empresas invitadas a la feria empresarial	Presupuesto destinado para la feria empresarial	Alianzas esperadas en la feria empresarial (agricultor/ industria)

**Anexo 3. Componentes de algunos de los medios de cultivos utilizados.**

Medio de cultivo almidón contiene triptona 10 g.l-1; NaCl 5 g.l-1; almidón soluble 10 g.l-1 y agar bacteriológico 17 g; se reveló con lugol, se procedió a realizar el conteo de las colonias que mostraron hidrólisis.

Medio de cultivo leche Este medio contiene leche descremada en polvo 28 g.l-1, hidrolizado de caseína 5.0 g/l, extracto de levadura 2.5 g/l y agar bacteriológico 15 g/l a un pH final de 7.0 ±0.2.

**Anexo 4. Fórmula utilizada para determinar el crecimiento poblacional en cada medio de cultivo.**

El resultado del crecimiento del microorganismo está expresado en UFC/g y para determinar un aproximado de microorganismos presentes en el suelo se realizó un promedio de crecimiento por dilución (cada dilución se hizo por duplicado) y luego Se utilizó la siguiente fórmula “UFC/g = (N° de colonias presente en el medio de cultivo x dilución x 10”.

**Anexo 5. Encuesta y consentimiento.**

**Caracterización de suelos de las veredas Mesitas y Hoya Vargas del municipio de Quetame, Cundinamarca, utilizados para el cultivo de Sagú.**

**Nombre de la finca:** \_\_\_\_\_

**Vereda:** \_\_\_\_\_

**Dueño de la finca:** \_\_\_\_\_

**Marque con una (X) la respuesta que considera correcta donde corresponda.**

1. ¿Usted ha cultivado Sagú?

\_\_\_\_\_

que otro cultivo siembra en el mismo terreno.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

2. ¿En este momento tiene cultivo de Sagú?

\_\_\_\_\_

6. ¿Ha presentado inconvenientes con el cultivo de Sagú? Si su respuesta es sí describa qué inconvenientes ha presentado.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

3. ¿Hace cuánto tiempo cultiva Sagú?

\_\_\_ Un año

\_\_\_ 2 a 5 años

\_\_\_ 6 a 10 años

\_\_\_ más de 11 años

4. ¿Si en algún momento cultivo Sagú por que dejo de cultivarlo?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

7. ¿Al transcurrir los años ha visto cambios morfológicos en el cultivo de Sagú como:

\_\_\_ Hojas amarillas y pequeñas

\_\_\_ Disminución en la altura del cultivo.

\_\_\_ Flores con manchas

5. ¿En el terreno donde tiene cultivo de Sagú, lo alterna con otro tipo de cultivo? Si su respuesta es sí escriba

\_\_\_ Rizoma o cepa de tonalidades amarillas.

\_\_\_ Disminución en la obtención del almidón.

\_\_\_ Ninguna de las anteriores.

8. ¿Cuánto terreno tienen cultivado de Sagú?

\_\_\_ Menos de una hectárea

\_\_\_ 1 o 2 hectáreas

\_\_\_ 3 o más hectáreas.

9. ¿Hace cuánto sembró el Sagú?

---

---

---

10. ¿Al cultivo le añadió fertilizantes o biofertilizantes? Si su respuesta es sí nombre los fertilizantes añadidos.

---

---

---

## MUCHAS GRACIAS POR SU PACIENCIA Y COLABORACIÓN

Las preguntas anteriores serán utilizadas para fines académicos y podrán ser publicadas.

Yo \_\_\_\_\_ identificada con C.C \_\_\_\_\_, acepto que mis datos y respuestas pueden ser utilizados con fines académicos y si mi finca sale seleccionada permite la utilización de mi propiedad para la extracción de una muestra de tierra la cual puede ser analizada y sus resultados pueden ser publicados.

**Firma:** \_\_\_\_\_





**INFORME Y RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO Q-11**  
GESTIÓN AGROLÓGICA

FECHA
XXXX-XX-XX
2018-08-10

NOMBRE Y APELLIDO / EMPRESA / PROYECTO: MARWIN DAYANNA SABOGAL BENAVIDES TIPO DE MUESTRA: SUELO No. SOLICITUD: 3087\_1  
 DEPARTAMENTO / MUNICIPIO / LOCALIZACIÓN: Cundinamarca - Quetame  
 SUPLEMENTO DE RESULTADOS:  DE FECHA: \_\_\_\_\_ DIRECCIÓN DEL CLIENTE: TRANSVERSAL 73 F No 70-57

No. DE LABORATORIO	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (cm)	IDENTIFICACIÓN DE CAMPO	FOSFORO TOTAL (mg/kg)
MQ1-30824	SUELO	0-30	MUESTRA 1	999.28
MQ1-30825	SUELO	0-30	MUESTRA 2	1100.41
MQ1-30826	SUELO	0-30	MUESTRA 3	1027.81
MQ1-30827	SUELO	0-30	MUESTRA 4	258.25

Observaciones: \_\_\_\_\_

\*CÁLCOS: (++) = BAJO, (++) = MEDIO, (++++) = ALTO, (++++) Muy Alto, (-) = No presente, N.A. = No Aplica, N.E. = No específica, N.D. = No Detectado, SAT = Saturado, B.T. = Bases Totales, S.A.I. (%) = Porcentaje Saturación Acidez Intercambiable, S.B. (%) = Porcentaje Saturación de Bases, PSI = Porcentaje Saturación de Sodio  
 NOTA: Los resultados almacenados en la base de datos y los enviados por correo electrónico se conservarán durante tres años a partir de la entrega de los mismos. Las muestras para análisis químicos, físicos y mineralógicos se almacenarán durante seis meses a partir de la fecha de entrega de resultados. Las muestras para análisis biológicos se conservarán 15 días a partir de la fecha de entrega de resultados; aguas y abonos no se conservarán. La información emitida por el Laboratorio Nacional de Suelos, se limita al análisis de la(s) muestra(s) entregada(s) por el cliente.  
 Para cualquier sugerencia, observación o reclamo al Laboratorio Nacional de Suelos Cita 30 N° 45-51 Bogotá, Teléfono: 3694070 o 3694000 Ext. 91548 y 91266, mail: laboratorio@igac.gov.co  
 Prohibida la reproducción parcial sin autorización escrita del Laboratorio.  
 Certificaciones SVQ para las normas ISO 9001:2015, NTCGP 1000/2009 e ISO 14001:2015

APROBADO POR COORDINADOR DEL GIT: \_\_\_\_\_  
 NOMBRE: JAIMÉ ALVAREZ HERRERA Firma: \_\_\_\_\_