

2020

Producción y obtención de almidón de achira *Canna edulis* con fines comerciales en el municipio de Algeciras Huila

Karen Daniela Estrada Rivera
Universidad de La Salle, Yopal, Casanare

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica



Part of the [Agricultural Science Commons](#), [Agriculture Commons](#), [Agronomy and Crop Sciences Commons](#), and the [Bioresource and Agricultural Engineering Commons](#)

Citación recomendada

Estrada Rivera, K. D. (2020). Producción y obtención de almidón de achira *Canna edulis* con fines comerciales en el municipio de Algeciras Huila. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ingenieria_agronomica/195

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ciencias Agropecuarias at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Agronómica by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

PRODUCCIÓN Y OBTENCIÓN DE ALMIDÓN DE ACHIRA (*Canna edulis*) CON FINES
COMERCIALES EN EL MUNICIPIO DE ALGECIRAS HUILA.

PRODUCTION AND OBTAINING OF ACHIRA STARCH (*Canna edulis*) FOR
COMMERCIAL PURPOSES IN THE MUNICIPALITY OF ALGECIRAS HUILA.

Informe final de grado

KAREN DANIELA ESTRADA RIVERA

Director de trabajo de grado

I.A M.Sc. VÍCTOR SALVADOR MONTAÑA BARRERA.

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
YOPAL, CASANARE.
JULIO 2020

*AGRADECIMIENTOS A:**Dios.**Mi madre Lucila Rivera.**Mi padre Felio Estrada Pinzón.**Mis Hermanas: Lina Vanesa Estrada Rivera y Viviana Paola Rivera.**Mi tío Heraldo Estrada Pinzón.**Mi abuela Romelia Rivera q.e.p.d**Al grupo de profesores del proyecto Utopía.**I.A M.Sc. Víctor Salvador Montaña Barrera.**A los hermanos de las escuelas cristianas.**Fundación Bancolombia.**Filantropía.**Equipo de proyectos productivos.**Administrativos del campus Utopía.**Estudiantes del colegio Quebradon Sur.**Familias de la vereda Quebradon Sur que estuvieron presentes en la ejecución del proyecto.**Amigos y compañeros.*

RESUMEN

El presente trabajo describe el proceso de producción y obtención de almidón de achira (*Canna edulis*) en el municipio de Algeciras, con el fin de contribuir al desarrollo económico y social de la zona; se describe claramente las prácticas agronómicas tales como siembra, manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses, plan de fertilización realizadas en el cultivo en una área de 4.400 m², de igual manera se da a conocer el proceso de transformación del rizoma hasta la obtención de fécula de achira (*C. edulis*); conocido de acuerdo a la tradición lingüística de la zona como almidón, con el fin de no crear confusiones.

En la ejecución del trabajo se realizó un estudio económico, evaluando indicadores como el valor actual neto V.A.N, la tasa interna de retorno T.I.R y utilidades, también se describe un trabajo social en el que se involucran estudiantes de grado 9, 10 y 11 del colegio Quebradón Sur, quienes adquirieron conocimientos técnicos y prácticos acerca del cultivo de achira (*C. edulis*) el cual es representación cultural del departamento, el desarrollo del componente social incluyó también capacitaciones a agricultores de la zona; el impacto de la intervención fue positivo, el 100% de los asistentes manifestaron haber adquirido conocimientos técnicos acerca del cultivo.

Este trabajo incluye un componente de investigación que evalúa seis tiempos de cosecha del cultivo de achira (*C. edulis*) tiene como objetivo conocer el momento óptimo de cosecha, es decir, la edad en que la planta almacena mayor cantidad de almidón, como resultado principal se obtuvo que el mes óptimo de cosecha para esta zona, es en la edad de 10 meses.

Palabras claves: Rizoma, fécula, sagú, tiempos de cosecha, transformación

ABSTRACT

The present work describes the process of production and obtaining of achira starch (*C. edulis*) in the municipality of Algeciras, in order to contribute to the economic and social development of the area; The agronomic practices carried out in cultivation in an area of 4,400 m² are clearly described. The transformation process of the rhizome until obtaining the starch of achira (*C. edulis*) is also disclosed; however throughout the work the term starch will be used in order to continue with the linguistic tradition of the area and not create confusion.

In the execution of the work, an economic study was carried out, evaluating indicators such as the NPV, the internal rate of return, IRR and profits. A social work is also described in which students from 9, 10 and 11 of the Quebradón school are involved. South, who acquired technical and practical knowledge about the cultivation of achira (*C. edulis*) which is a cultural representation of the department, also within the social component, training was carried out for farmers in the area.

This work includes a research component that evaluates six harvest times of the achira (*C. edulis*) crop, the objective of which is to know the optimal harvest time, that is, the age at which the plant stores the greatest amount of starch.

Keywords: Rhizome, starch, sago, harvest times, transformation

TABLA DE CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| RESUMEN | 3 |
| INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1. COMPONENTE DE INGENIERÍA AGRONÓMICA | 11 |
| 1.1 Localización..... | 11 |
| 1.2 Material vegetal | 11 |
| 1.2.1 Descripción morfológica..... | 11 |
| 1.3 Requerimiento edafoclimáticos zona y especie | 12 |
| 1.4 Preparación del terreno | 12 |
| 1.5 Fertilización | 14 |
| 1.6 Requerimiento de precipitación y manejo de recurso hídrico | 15 |
| 1.7. Manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses | 15 |
| 1.8 Cosecha y poscosecha | 17 |
| 2. COMPONENTE DE INVESTIGACIÓN | 20 |
| 3. COMPONENTE SOCIAL | 23 |
| 3.1 Actividades realizadas | 23 |
| 3.2 Descripción de la actividad..... | 23 |
| 3.3 Contextualización de la comunidad | 24 |
| 4. COMPONENTE DE EMPRESARIZACIÓN DEL CAMPO | 25 |
| 4.1 Canal de comercialización | 25 |
| 4.2 Tasa Interna de retorno (TIR) y Valor Actual Neto (VAN)..... | 26 |
| 4.3 Flujo de caja..... | 26 |
| 4.4 Costos directos e indirectos. | 28 |
| 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN COMPONENTES DEL PROYECTO PRODUCTIVO | 29 |
| 5.1 Componente ingeniería agronómica | 29 |
| 5.2 Componente de investigación | 32 |
| 5.3 Componente de social | 38 |
| 5.4 Componente de empresarizacion del campo..... | 43 |
| 5.4.1. Oportunidad de emprendimiento | 44 |
| CONCLUSIONES | 45 |
| BIBLIOGRAFÍA | 46 |

| | |
|--------------|----|
| ANEXOS | 49 |
|--------------|----|

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Ubicación del proyecto productivo | 11 |
| Tabla 2. Condiciones edafoclimáticas de la zona y las requeridas por la especie | 12 |
| Tabla 3. Labores de adecuación y siembra para el establecimiento del cultivo de achira (<i>C. edulis</i>) | 12 |
| Tabla 4. Descripción de fertilización para el cultivo de achira (<i>C. edulis</i>) en el municipio de Algeciras..... | 14 |
| Tabla 5. Manejo integrado de plagas, enfermedades, arvenses en el cultivo de achira (<i>C. edulis</i>) | 15 |
| Tabla 6. Actividades de cosecha y poscosecha de achira (<i>C. edulis</i>) en la Finca El Cedro de Algeciras Huila | 17 |
| Tabla 7. Descripción del componente de investigación: Evaluación de seis tiempos de cosecha de achira (<i>C. edulis</i>) | 20 |
| Tabla 8. Valores de Tasa Interna de retorno T.I.R. y Valor Actual Neto V.A.N. empleados en los valores financieros del cultivo de achira (<i>C. edulis</i>)..... | 26 |
| Tabla 9. Flujo de caja con valores utilizados en la implementación del cultivo de achira (<i>C. edulis</i>) en Algeciras Huila | 26 |
| Tabla 10. Nomenclatura de tratamientos del componente de investigación | 32 |
| Tabla 11. Relación del peso del rizoma y almidón del cultivo de achira (<i>c. edulis</i>) en el municipio de Algeciras Huila | 36 |
| Tabla 12. Actividades realizadas en el componente social orientadas al cultivo de achira (<i>C. edulis</i>) en Algeciras Huila | 38 |
| Tabla 13. Encuesta a familias campesinas..... | 39 |
| Tabla 14. Encuesta realizada a estudiantes..... | 41 |
| Tabla 15. Resumen financiero del proyecto productivo segundo semestre de 2019 y primero de 2020..... | 43 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Diagrama de bloques para la extracción de almidón a partir del tubérculo de achira (<i>C. edulis</i>)..... | 17 |
| Figura 2. Canales de comercialización empleados para la venta o distribución de almidón de achira (<i>C. edulis</i>) en el municipio de Algeciras Huila..... | 25 |
| Figura 3. Flujo de caja mensual con valores utilizados en la implementación del cultivo de achira (<i>C. edulis</i>) en Algeciras Huila. | 27 |
| Figura 4. Costos directos e indirectos del proyecto productivo..... | 28 |
| Figura 5. Diagrama de barras, comparación del peso promedio de rizomas en diferentes épocas de cosecha..... | 33 |
| Figura 6. Diagrama de barras, comparación del peso promedio del almidón en diferentes épocas de cosecha. | 34 |
| Figura 7. Diagrama de barras, comparación del porcentaje de almidón en diferentes épocas de cosecha. | 35 |
| Figura 8. Comparación del ponderado de rendimiento por hectárea de almidón de achira..... | 36 |

INTRODUCCIÓN

Algeciras Huila se encuentra entre los 30 municipios de mayor producción de café (*Coffea arabica*) a nivel nacional, en el margen departamental, ocupa el séptimo lugar como productor de café (*C. arabica*), con una producción de 5.645 toneladas (Agronet, 2016), con lo anterior se puede identificar que el sector agrícola en su gran mayoría, se compone del cultivo de café (*C. arabica*) lo cual hace que la mayor parte de la economía este soportada sobre los ingresos de la venta de este producto.

El municipio de Algeciras, según el Departamento Nacional de Planeación DPN (2019) presenta condiciones diversas de clima lo cual favorece la producción agrícola en general, es importante resaltar la necesidad de crear alternativas de producción que ayuden al agricultor a la diversificación agrícola y de esta manera implementar además del café (*C. arabica*) otros cultivos que generen utilidad, entre estos la producción de achira (*C. edulis*) y en consecuencia existan diferentes cultivos para efectuar rotaciones que mantenga la sostenibilidad de los recursos. La achira tiene un amplio rango de aplicaciones; se reporta que es utilizada como materia textil, en la industria alimentaria y la manufactura del papel (Álava et al, 2017); por otra parte, el valor nutricional del almidón de achira es alto, cuenta con grasa total de 51,88 g, fósforo 631,13 g, potasio 726 g, hierro 9,66g. (Camari, 2020)

1. COMPONENTE DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

1.1 Localización

Tabla 1. Ubicación del proyecto productivo

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN |
|--------------|---|
| Departamento | Huila |
| Municipio | Algeciras |
| Vereda | Quebradón Sur |
| Coordenadas | 2°26'22.0"N 75°19'24.7"W (medidas con GPS) |

Fuente: Recopilación por la autora.

1.2 Material vegetal

La achira (*C. edulis*) también conocida como sagú, chumbimba, chisgua entre otros, es originaria del área andina de Colombia y Perú, sin embargo el centro de domesticación se le asigna a Colombia; es una planta monocotiledónea, perteneciente a la familia cannaceae, del género *Canna* (Rodríguez, García, Camacho, & Arias, 2003); la variedad sembrada fue variedad blanca de Isnos o común, la cual presenta características como rápida adaptación en el departamento del Huila, alcanza una altura de 0,81 a 1,36 m. (Caicedo, Rozo, & Bénitez, 2003).

La morfología de las variedades cultivables de las plantas de achira (*C. edulis*) presentan alta variabilidad (Arias, Medina, Grisales, Yepes & Álvarez, 2017); sin embargo, estudios realizados por Sultana, Sultana, Hassan y Oliur (2019) demuestran que la distinción entre variedades es rigurosa; no obstante, la característica principal del material seleccionado fue el color blanco del rizoma y la procedencia de la semilla, ya que el material vegetal utilizado como semilla se recolectó de la Vereda el Toro del municipio de Algeciras.

1.2.1 Descripción morfológica

El nombre científico de la planta de achira primero fue *Canna indica* otorgado por Lineo en 1754; años después fue renombrada como *Canna edulis* por Ker Gawler en 1824. *C. edulis* Trópicos (2020). La planta presenta raíces generalmente pequeñas, adventicias, de color

blanco cremoso o pardo amarillento, se originan de la parte inferior del rizoma de forma irregular; los rizomas son esféricos, pueden medir hasta 12 centímetros de largo y de ancho de 3 a 10 centímetros, en los rizomas se originan los brotes o yemas, los tallos son erguidos, que miden entre 41 y 177 centímetros, es importante resaltar que se reportan plantas con alturas entre 2.5 y 3 metros según el cultivar, de su extremo superior se origina el racimo floral; las hojas son alternas con peciolo envainados que cubren totalmente al tallo, la lámina es entera de 11 a 60 centímetros, el color es verde pálido a morado con bordes oscuros de acuerdo al cultivar, la inflorescencia es en espiga terminal, racimos y panículas irregulares. (Caicedo *et al*, 2003)

1.3 Requerimiento edafoclimáticos zona y especie

Tabla 2. Condiciones edafoclimáticas de la zona y las requeridas por la especie

| Parámetro | Requerimientos edafo- climáticos del cultivo ⁽¹⁾ | Oferta edafoclimática de la zona ⁽²⁾ |
|---|--|--|
| Temperatura (°C) | 18-22 | 22 |
| Precipitación (mm/año) | 800-1120 | 1763 |
| Humedad relativa (%) | 50-80 | 60 |
| Vientos(km/hora) | 20 | 15 |
| Altura sobre el nivel del mar (msnm) | 1600-2200 | 1885 |

Fuente: ⁽¹⁾ La autora con base a Torres, (2004) ⁽²⁾ Sistema de información del Recurso Hídrico –SIRH, IDEAM, (2016).

1.4 Preparación del terreno

El terreno presenta una pendiente del 30%, rodeado de cultivos de café (*C. arabica*) en etapa de producción; en el lote donde se estableció el cultivo de achira (*C. edulis*), se encontraba un cultivo de café (*C. arabica*), al que se le realizó una poda de renovación, además se hizo una medición de raíces con el fin de identificar si existía competencia por nutrientes, sin embargo en promedio la longitud horizontal de las raíces del café es de 35 centímetros lo cual no afectaba el cultivo establecido, posterior a la poda, se ahoyó de forma manual con azadón y palín a profundidad de 12 centímetros.

En la tabla 3 se presenta la descripción de cada una de las actividades de adecuación del terreno, selección de semilla y siembra

Tabla 3. Labores de adecuación y siembra para el establecimiento del cultivo de achira (*C. edulis*)

| Actividad | Descripción |
|---|---|
| Limpieza de lote | La limpieza del terreno se realizó cortando los arbustos de café (<i>C. arabica</i>) a una altura aproximada de 20 cm del suelo, con ayuda de guadaña; posterior a esto se aplicó glifosato en dosis de 2 litros/ hectárea; se empleó equipo de aspersión manual de 20 litros de capacidad, esto con el fin de eliminar arvenses como chipaca (<i>Bidens pilosa</i>) y pasto conocido como Tanzania (<i>Megathyrus maximus</i>) |
| Selección del material vegetal | Los rizomas utilizados para la siembra fueron provenientes de un cultivo de la vereda El Toro del municipio de Algeciras, se seleccionaron de plantas madres de aproximadamente 12 meses de edad y de una altura promedio de 60 cm. |
| Tratamiento del material vegetal | Para esta actividad se requirió 100 litros de agua en la cual se sumergió el material vegetal, a esta cantidad de agua se adicionó el fungicida <i>vitavax</i> ®, con ingrediente activo carboxin y thiram a dosis de 500 gramos, para la desinfestación se disolvió <i>regent</i> ® a dosis de 200cc; el tiempo de inmersión del material vegetal fue de 10 minutos. |
| Siembra | La siembra fue directa se realizó con ayuda de un palín y azadón a una profundidad de 12 centímetros; el distanciamiento utilizado fue de 1m entre plantas y 1m entre surcos, para una densidad de 10.000 plantas por hectárea. |
| Resiembra | Esta actividad se ejecutó 25 días después de la siembra, tiempo necesario para identificar los sitios donde no hubo dominancia apical y |

posterior emergencia de rizomas, el porcentaje de resiembra fue del 7% aproximadamente

1.5 Fertilización

El requerimiento nutricional con el cual se trabajó la fertilización fue a partir de un análisis foliar (ver anexo 17) realizado a un cultivo con buen desarrollo, ya que no existe información sobre los valores de extracción de nutrientes para esta especie.

En la tabla 4 se presenta los productos y las dosis utilizadas durante el ciclo de producción del cultivo de achira (*C. edulis*).

Tabla 4. Descripción de fertilización para el cultivo de achira (*C. edulis*) en el municipio de Algeciras

| Ítem | Descripción | | | | | | | | | |
|---|---|-----------------|------|-----|----------|---|----|----------|---|----|
| Fuentes comerciales de fertilización | <ul style="list-style-type: none"> • Urea 46-0-0 • KCl 0-0-60 Agrimins Completo: N (200), P(100), K(50) Mg (10), S (14), Fe (1), Mn (1), Mo (0,03), Zn(5), B (1.5),Cu (2,5) g/L | | | | | | | | | |
| Tiempo y dosis de fertilización | Fertilización edáfica g/planta <table border="1"> <thead> <tr> <th>Meses (Edad)</th> <th>Urea</th> <th>KCl</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2</td> <td>8</td> <td>26</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>5</td> <td>39</td> </tr> </tbody> </table> | Meses (Edad) | Urea | KCl | 2 | 8 | 26 | 5 | 5 | 39 |
| Meses (Edad) | Urea | KCl | | | | | | | | |
| 2 | 8 | 26 | | | | | | | | |
| 5 | 5 | 39 | | | | | | | | |
| | Fuente: La autora Después de cada fertilización edáfica se realizó aporque, lo cual consiste en agregar suelo a las plantas del alrededor de las mismas, a una altura de aproximadamente 10 cm desde la parte basal de la planta. | | | | | | | | | |

Fertilización foliar

| Meses (edad) | Nutrifoliar completo |
|--------------|----------------------|
| 3 | 4 |

Fuente: La autora.

Modo de aplicación

La fertilización edáfica se realizó en semicorona, cubriéndose el fertilizante con suelo al realizarse el aporque; la fertilización foliar se llevó a cabo utilizando bomba de espalda manual de 20 litros de capacidad.

1.6 Requerimiento de precipitación y manejo de recurso hídrico

El cultivo de achira se adapta a un rango amplio de precipitaciones, el cual va desde los 800 hasta 1120 mm al año, también se reporta que el cultivo resiste periodos de sequía (Caicedo, 2006) por lo tanto, no se realizó la implementación de ningún tipo de sistema de riego, puesto que en la zona se presentan en promedio 1.763 mm por año.

En el anexo 1 se evidencia el registro de las precipitaciones de la zona a lo largo del ciclo productivo; en el mes de mayo/2019, se observó altas precipitaciones lo cual favoreció las condiciones para la siembra que se realizó a finales de este periodo, beneficiando de esta manera la proliferación de raíces en el rizoma, en los siguientes meses, se presentaron temporadas con presencia de lluvias distribuidas, superando las requeridas por el cultivo.

1.7. Manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses

El manejo integrado de plagas, enfermedades y arvenses se describe en la tabla 5.

Tabla 5. Manejo integrado de plagas, enfermedades, arvenses en el cultivo de achira (*C. edulis*)

| Ítem | Descripción |
|------|-------------|
|------|-------------|

| | |
|--|--|
| Monitoreo | El monitoreo se realizó en zigzag, tomando 10 surcos al azar y revisando en cada uno de ellos 10 plantas, el porcentaje de plantas monitoreadas fue del 2,5%, con frecuencia de cuatro días por semana. |
| Equipo de aplicación | Se utilizó una bomba de espalda manual de capacidad de 20 litros. |
| Manejo de plagas (<i>Spodoptera sp</i>) | A los tres meses de edad del cultivo, se evidenció presencia de larvas de este insecto plaga con un porcentaje de infestación del 6%. (Ver anexo 10). <i>Manejo:</i> se realizó control manual a las pocas larvas que se logró observar y como control químico se utilizó el insecticida <i>match 50 EC®</i> , con ingrediente activo lufenuron, a dosis de 1 cc del producto comercial /litro de agua. |
| Manejo de enfermedades | Durante el ciclo productivo no se presentó daño por enfermedades, esto se puede asociar la baja o nula presencia de cultivos de achira (<i>C. edulis</i>) en la vereda, adicional a esto, las plagas y enfermedades que causan daño al cultivo generalmente no provocan daño significativo. (Rodríguez et al., 2003). |
| Manejo de arvenses | Se realizó un control químico con glifosato en dosis de 2 litros/ hectárea antes de la implementación del cultivo; durante el ciclo productivo, como control cultural se realizaron dos aporques; también se efectuaron tres controles con guadaña. |

1.8 Cosecha y poscosecha

La cosecha y poscosecha de este producto; consiste en la extracción del almidón contenido en los rizomas de achira (*C. edulis*); estas actividades se resumen en la figura 1.

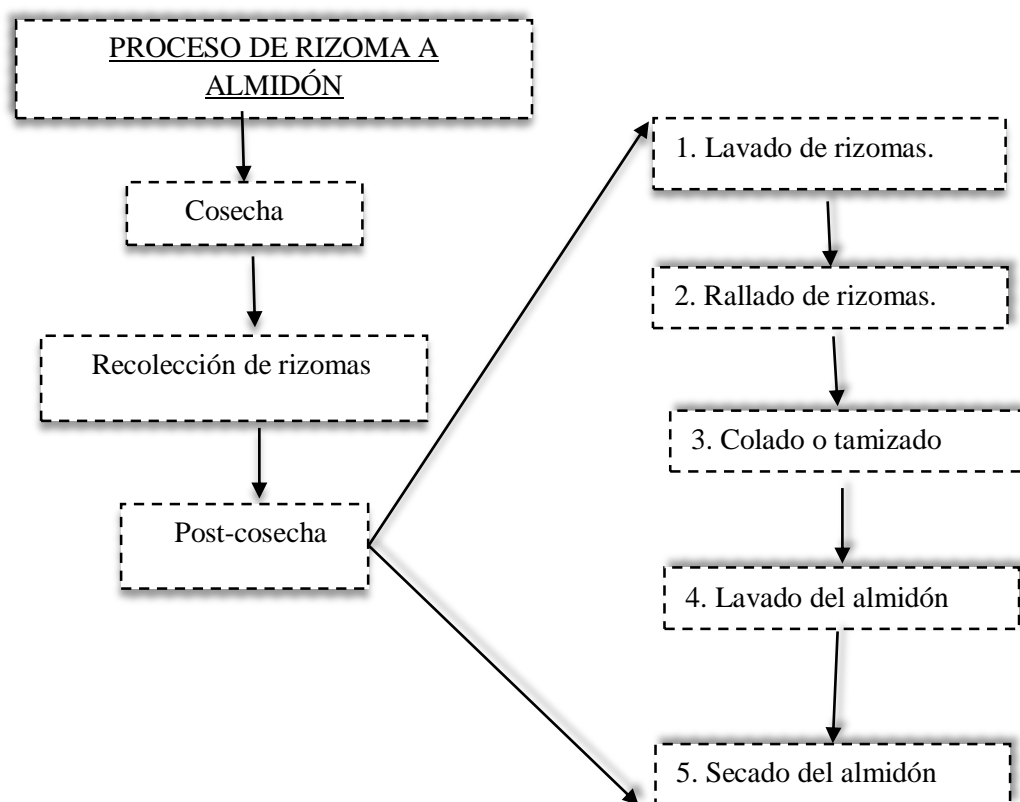


Figura 1. Diagrama de bloques para la extracción de almidón a partir del tubérculo de achira (*C. edulis*)

A continuación, en la tabla 6. Se resumen las actividades que se realizaron de cosecha y poscosecha que van desde la recolección de rizomas hasta el secado del almidón.

Tabla 6. Actividades de cosecha y poscosecha de achira (*C. edulis*) en la Finca El Cedro de Algeciras Huila

| | Actividad | Descripción | Equipo |
|----------------|------------------------|--|--------------------------------|
| Cosecha | Recolección de rizomas | de Se realizó a los 8 y 10 meses de edad del cultivo y consistió en extraer los rizomas del suelo, | Barra, palín, machete y azadón |

Poscosecha

| | | |
|--------------------|---|--|
| | sacudirlos para desprender el suelo adherido a estos, luego se realizó un corte a la base del tallo y se separaron los rizomas. | |
| Lavado de rizomas | Se llevó a cabo en una maquina eléctrica que consta de un cilindro giratorio con cuchillas internas las cuales desprenden las raíces y mediante el suministro de agua continua, proporciona limpieza a los rizomas. | Lavadora mecánica (ver anexo 2) |
| Rallado de rizomas | El rallado consistió en disponer los rizomas en una maquina eléctrica, que consta de una tolva de alimentación, un tambor recubierto en acero inoxidable con púas sobresalientes, además la estructura cuenta con una alberca donde se almacena el rizoma ya rallado. | Rallador mecánico (Ver anexo 3) |
| Colado o tamizado | Consistió en separar el almidón del afrecho o fibra del rizoma, para esto, se pasó el producto del rallado por un tamiz mecánico que posee una malla sintética calibre 100; de este modo se logró separar el afrecho del almidón, el cual llegaba a dos tanques | Tamiz mecánico (Ver anexo 4) |
| Lavado | Para la ejecución de esta labor, se dejó decantar el almidón en los tanques, lo cual tardó un tiempo de 45 minutos, después se procedió a | Tanques de 2m x 1m y palas (Ver anexo 5) |

| | | |
|--------------------|--|---|
| | <p>descartar el agua allí presente; posterior a esto se adicionó nuevamente agua y se empezó a agitar con ayuda de una pala, nuevamente se dejó decantar y se descartó el agua, esta actividad se realizó tres veces.</p> | |
| Secado | <p>Una vez el almidón limpio, se procedió a llevarse a un secador solar con el fin de disminuir parte de la humedad, ya que esta debe de estar del 15% al 17% para poder ser comercializada, sin embargo, según la norma técnica colombiana NTC 3228 industrias alimentarias almidón de achira; se estableció que la humedad no debe superar el 20%.</p> | <p>Secador solar (Ver anexo 6)</p> |
| Molido del almidón | <p>Consistió en disponer el almidón en una maquina modificada, con el fin de disgregar agregados generados por el secado y proporcionar gránulos finos y de este modo proceder al empaque.</p> | <p>Picapastos modificada (Ver anexo 7).</p> |
| Empaque | <p>El almidón se dispuso en lonas plastificadas de 50 kilogramos para ser comercializada a pastelerías y bizcocherías, por otra parte, también se utilizó como empaque, bolsas de polipropileno de 0,5 kg (Ver anexos 8)</p> | |

2. COMPONENTE DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada consistió en la evaluación de seis tiempos de cosecha de achira (*C. edulis*), esto con el fin suministrar conocimiento a la zona acerca del momento óptimo de cosecha y de este modo generar mayor productividad; en la tabla 7 se describe detalladamente el desarrollo del componente.

Tabla 7 Descripción del componente de investigación: Evaluación de seis tiempos de cosecha de achira (*C. edulis*)

| Ítem | Descripción |
|-------------------------------------|--|
| Ubicación | La investigación se realizó en la vereda Quebradon Sur, del Municipio de Algeciras Huila, en la finca denominada El Cedro, a una altura de 1885 m.s.n.m. |
| Objetivo de la investigación | Determinar la producción de almidón en plantas de 6,7, 8, 9,10 y 11 meses con el fin de identificar el momento óptimo de cosecha. |
| Tratamientos | <p>La investigación estuvo constituida por seis tratamientos, los cuales estaban asociados a los tiempos de cosecha:</p> <p>Tratamiento 1: Plantas cosechadas seis meses después de la siembra.</p> <p>Tratamiento 2: Plantas cosechadas siete meses después de la siembra.</p> <p>Tratamiento 3: Plantas cosechadas ocho meses después de la siembra.</p> <p>Tratamiento 4: Plantas cosechadas nueve meses después de la siembra.</p> <p>Tratamiento 5: Plantas cosechadas diez meses después de la siembra.</p> |

VARIABLES RESPUESTAS

Tratamiento 6: Plantas cosechadas once meses después de la siembra.

Tres repeticiones por tratamiento, cada una con cinco plantas seleccionadas al azar.

Se determinó:

Peso del rizoma por planta: Para esto, se pesó el total de los rizomas en fresco de una planta, luego se procedió a determinar el promedio de los pesos por tratamientos en cada uno de los tiempos de cosecha.

Porcentaje de almidón por tratamiento: Se pesó la cantidad de almidón obtenido en cada tratamiento, la obtención del almidón se realizó de manera artesanal utilizando un rallador doméstico, posteriormente se coló la masa obtenida y por último se dejó decantar el almidón para proceder al secado, después de obtenido el almidón se procedió a determinar el porcentaje del mismo por medio del peso rizoma. (Ver Anexo 11).

Análisis de rendimiento por hectárea: Por medio del peso en fresco y el porcentaje de almidón en los seis tiempos de cosecha, se tomó este valor y se extrapoló a producción por hectárea determinando de esta manera la cantidad de almidón producido en los seis tiempos de cosecha.

DISEÑO ESTADÍSTICO

Diseño de bloques al azar

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y a una prueba Tukey al 5% de

probabilidad de error, por medio del programa estadístico InfoStat. (Ver Anexos 16)

COMPONENTE SOCIAL

La ejecución del componente social es muy importante para generar conocimiento técnico a la zona sobre el cultivo de achira (*C. edulis*) el cual es casi nulo en la zona debido a la ausencia de plantaciones de esta especie.

3.1 Actividades realizadas

Charlas técnicas sobre producción y obtención de almidón de achira (*C. edulis*) dirigidas a estudiantes del colegio Quebradón sur y a familias de la zona, como estrategia para incentivar la implementación de este cultivo; esta idea se originó después de identificar la demanda que este producto tiene en el departamento.

3.2 Descripción de la actividad

La actividad se ejecutó con estudiantes del colegio Quebradón Sur y con cuatro familias de la zona; para el caso de los estudiantes, se realizaron capacitaciones en el aula de clases sobre las generalidades del cultivo, como también la extracción del almidón, asimismo, se realizó capacitación sobre el uso y manejo adecuado de agroquímicos; una vez los estudiantes adquirieron conocimiento teórico, se dirigieron al cultivo y allí se realizaron capacitaciones prácticas; principalmente se enfatizó en el uso de la maquinaria procesadora.

Las capacitaciones a las familias se realizaron casa a casa, es decir, que se visitó a cada una de las viviendas; se logró impactar en cuatro familias y allí se realizaron las charlas sobre el manejo del cultivo de achira (*C. edulis*); se realizó capacitación práctica sobre el proceso de obtención del almidón de achira (*C. edulis*); y se expuso el procedimiento detallado de postcosecha de este producto, de este modo los asistentes conocieron la maquinaria empleada en este proceso; además, se acompañó en la implementación de un cultivo de achira (*C. edulis*) al cual se le proporcionó el material vegetal.

Con el fin de evaluar el interés de los asistentes a las capacitaciones, al finalizar el proceso se realizó una encuesta de satisfacción (Ver anexo 21).

3.3 Contextualización de la comunidad

Las actividades se realizaron con estudiantes de los grados 9, 10 y 11 del colegio Quebradon Sur, seleccionados por los profesores de dicha institución, estos jóvenes están entre los 14 y 17 años de edad, todos son hijos de campesinos, algunos de ellos en sus días libres trabajan con el fin de generar algún tipo de ingresos; además de los estudiantes se vinculó al proyecto cuatro familias de la zona, las cuales están conformadas por dos padres y 2 o 3 hijos; productoras principalmente de café (*C. arabica*).

3. COMPONENTE DE EMPRESARIZACIÓN DEL CAMPO

4.1 Canal de comercialización

La comercialización del almidón de achira se realizó en diferentes lugares, entre estos, pastelerías, bizcocherías y supermercados de la zona, así como también se pudo comercializar a familias de la región.

En la figura 2 se puede evidenciar los canales de comercialización del almidón de achira, en el canal uno se comercializó la achira a familias de la zona, estas corresponden directamente al consumidor final, por otra parte, el canal número dos, se refiere a la comercialización realizada a supermercados y ellos a su vez, realizan la venta al consumidor final; el canal tres corresponde a las ventas realizadas a pastelerías y bizcocherías las cuales realizan el proceso de elaboración de bizcochos usando como materia prima el almidón de achira.

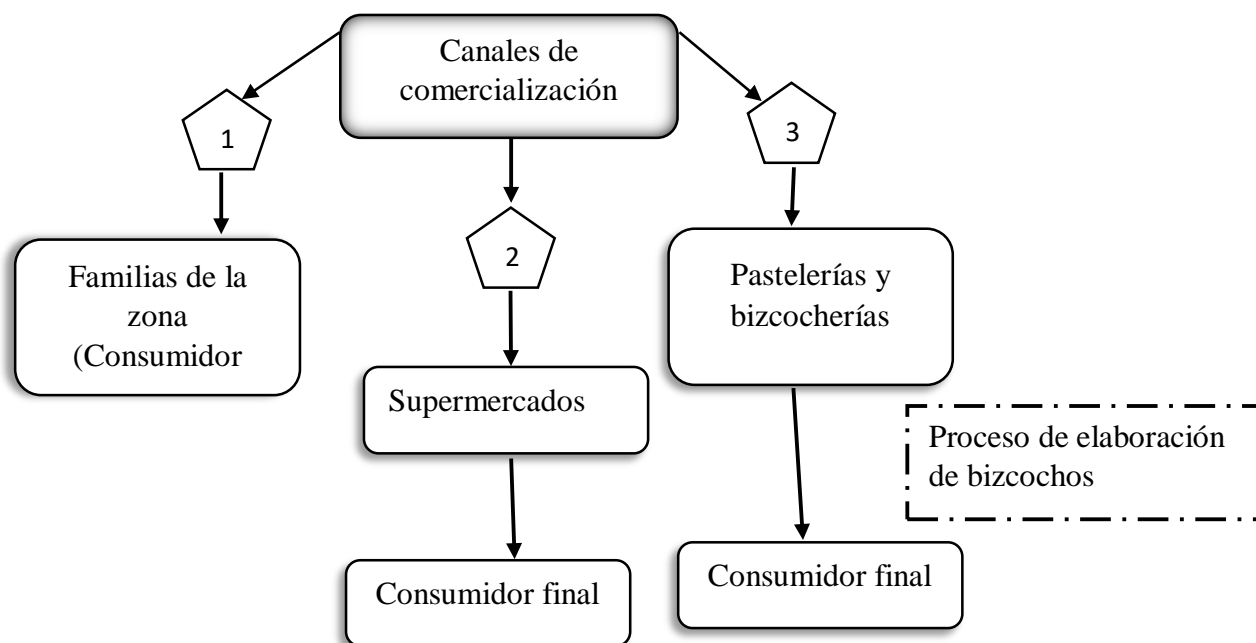


Figura 2. *Canales de comercialización empleados para la venta o distribución de almidón de achira (C. edulis) en el municipio de Algeciras Huila.*

Fuente: La autora.

4.2 Tasa Interna de retorno (TIR) y Valor Actual Neto (VAN)

Los valores de la T.I.R. y la V.A.N, son indicadores económicos que evalúan la viabilidad monetaria del proyecto; se trabajaron con una tasa de interés del 3%; en la tabla 8 se describen cada uno de estos valores.

Tabla 8. Valores de Tasa Interna de retorno T.I.R. y Valor Actual Neto V.A.N. empleados en los valores financieros del cultivo de achira (*C. edulis*)

| Indicador | Valor |
|------------------------|--------------|
| TIR | 3% |
| VAN | \$80.050 |
| Tasa de interés | 3% |

Fuente: La autora.

4.3 Flujo de caja

El flujo de caja es una herramienta que sirve para medir la rentabilidad de un proyecto, en ella se expresa los valores invertidos u obtenidos a lo largo del tiempo.

En la tabla 9 y en la figura 3 se evidencia el flujo de caja del proyecto, donde se expone los valores económicos mensuales de egreso e ingresos durante el periodo del proyecto productivo, la duración del proyecto fue de 11 meses.

Tabla 9 Flujo de caja con valores utilizados en la implementación del cultivo de achira (*C. edulis*) en Algeciras Huila

| Mes | Flujo de caja |
|-----|---------------|
| 1 | -\$2.301.200 |
| 2 | -\$1.022.600 |
| 3 | -\$240.700 |
| 4 | -\$597.250 |
| 5 | -\$642.800 |
| 6 | -\$400.000 |
| 7 | -\$60.000 |
| 8 | -\$970.000 |
| 9 | -\$680.000 |
| 10 | \$635.000 |
| 11 | \$8.000.000 |

En la tabla anterior se evidencia la inversión en cada uno de los meses, así como las ventas obtenidas.

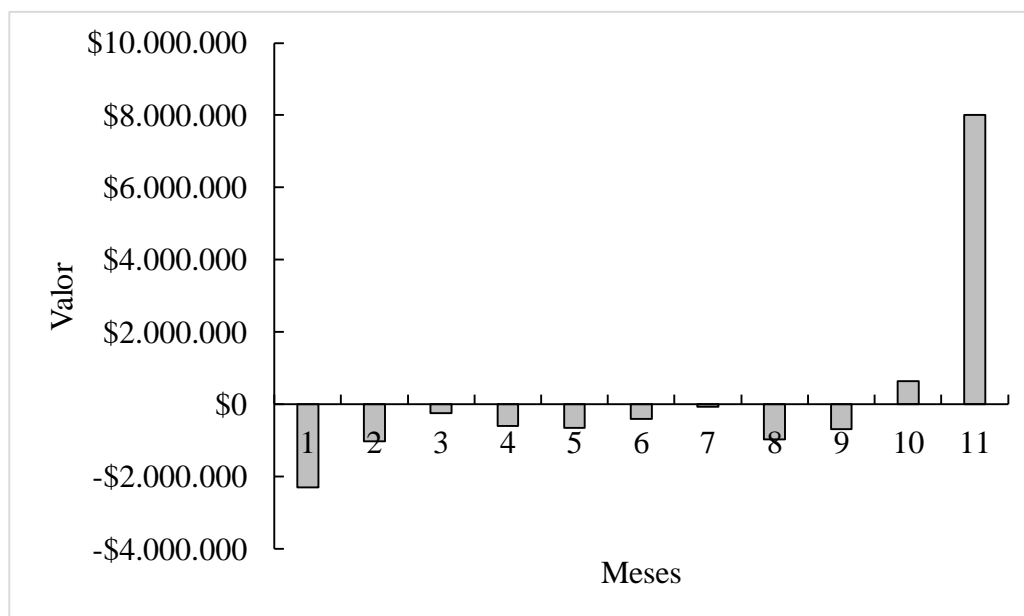


Figura 3. *Flujo de caja mensual con valores utilizados en la implementación del cultivo de achira (C. edulis) en Algeciras Huila.*

4.4 Costos directos e indirectos.

A continuación, en la figura 4 se expone el valor total invertido de costos directos e indirectos del proyecto productivo; los costos directos hacen referencia a los valores de mano de obra, insumos, herramientas y transporte, lo cual se muestra en la figura 4 con un valor de \$6.819.540 por otra parte; los costos indirectos se atribuyen a arriendo del lote, comunicaciones, administración, asistencia técnica e imprevistos, catalogados en \$820.000.

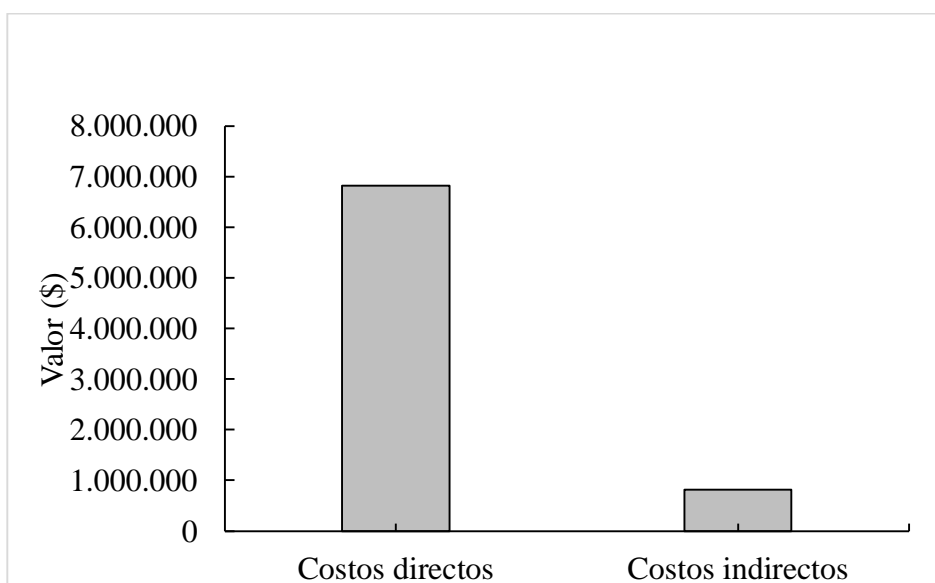


Figura 4. *Costos directos e indirectos del proyecto productivo*

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN COMPONENTES DEL PROYECTO PRODUCTIVO

5.1 Componente ingeniería agronómica

La selección del material vegetal fue fundamental en el desarrollo del cultivo, como lo indica Torres (2004) se debe escoger rizomas de porte medio los cuales deben de estar libres de daños por insectos plagas o enfermedades, respecto al porte, este criterio no se pudo llevar acabo en su totalidad debido a la poca disponibilidad del material vegetal, por esta razón se asume que el cultivo no presentó altura homogénea, sin embargo, los rizomas seleccionados, estaban libres de daño por insectos plaga o enfermedades, estos criterios se tuvieron en cuenta a la hora de la selección de la semilla.

El porcentaje de resiembra representó solo el 7% aproximadamente, y se realizó en tiempo propuesto por (Caicedo, 2006) quien afirma que máximo se debe realizar 30 días después de la siembra, tiempo que requiere el cultivo para que se presente una dominancia apical y por ende se presente esta emergencia.

La fertilización se realizó con base al análisis de suelo (Ver anexo 15) donde se estableció el cultivo, además el requerimiento se obtuvo a partir de un análisis foliar (Ver anexo 17) realizado a un cultivo de achira (*C. edulis*) con buen desarrollo; observar valores en el anexo 9; donde se puede evidenciar que el elemento que requiere en mayor cantidad el cultivo es el potasio (Ver cálculos de fertilización en anexo 19); este elemento en el suelo se encontró bajo, por esta razón, se procedió a realizar fertilización con cloruro de potasio, aportando de esta manera al cultivo el potasio requerido; para suplir la necesidad de nitrógeno, se mezcló urea; se puede evidenciar respuesta positiva de fertilización puesto que la producción alcanzó estadísticas promedios de Agronet (2016), las cuales son de 2 toneladas por hectárea.

Las principales enfermedades reportadas por (Caicedo et al., 2003) para esta zona, se refiere a pudrición radical, ocasionada por *Fusarium* sp, *Puccinia cannae*, *Rhizoctonia* sp. Se presume la ausencia de enfermedades durante el ciclo productivo puesto que en el lote ni cerca a este se han conocido historiales de patógenos que ocasionen estas enfermedades. Además, se realizaron drenajes con el fin de disminuir humedad al suelo y evitar pudrición radical.

El momento de cosecha se realizó teniendo en cuenta características óptimas de madurez, como son, la oxidación del rizoma al realizarse un corte transversal a este (Ver anexo 20), lo que corresponde al contenido de almidón (Torres, 2004), esta actividad se realizó entre los 8 y 10 meses.

El signo de madurez más utilizado en el municipio es la tonalidad oscura que aparece después de realizar un corte transversal al rizoma, esto posiblemente sucede porque el almidón es un carbohidrato constituido por amilosa y amilopectina; la primera puede generar una estructura helicoidal apta para desarrollar un color azul (Hernández, Torruco, Chel & Betancur, 2008).

El total de la producción fue de 1.170 kilogramos de almidón de achira (*C. edulis*) en 4.400 m² cantidad que alcanzó estadísticas de Agronet (2016), las cuales son de 2,15 toneladas por hectárea, para la obtención de esta cantidad de almidón, se transformaron 16.375 kilogramos de rizoma; en relación 13,9kg a 1kg, lo cual representa una relación de 100kg a 7 kg de almidón de achira.

El proceso de obtención almidón demanda una alta cantidad de agua, aproximadamente se utilizaron 100.000 litros de agua para la obtención de la cantidad de almidón antes mencionada, lo cual indica que se requirió aproximadamente 100 litros de agua por kilogramo de almidón obtenido, investigaciones realizadas por CORPOICA y PRONATTA (2003) aseguran que la cantidad de agua utilizada en el proceso de transformación usada normalmente en esta zona es de 113 litros por kilogramo de almidón, lo anterior demuestra que para la obtención de este producto, se debe de tener alta disponibilidad de agua. (Ver anexos 2, 3 y 4).

El secado del almidón en marquesina artesanal o secador solar evidenció alto grado de buenas prácticas de procesamiento ya que de esta manera se controló el ingreso de animales domésticos y demás agentes causantes de proporcionar impurezas al almidón, esto corrobora estudios realizados por Álava, Bravo, Zambrano, Zambrano y Loor (2017) quienes afirman que el secado en espacios libres demerita la calidad del producto.

Estudios realizados por Alvis, Vélez, Villada & Mendoza (2008) demostraron que la humedad para almidones de yuca (*Manihot sculenta*), Ñame (*Dioscorea alata*) y papa (*Solanum tuberosum*) no superó el 13,74%, no obstante, la Norma Técnica Colombiana NTC 3228 expone como valor máximo de humedad 15% para el almidón de achira. (Ver anexo 6)

El ciclo de vida del cultivo de achira (*C.indica*) establecido en la vereda Quebradon Sur de Algeciras Huila – Colombia fue de 240 y 300 días (tiempo en que se realizaron las cosechas), sin embargo, estudios realizados por Játiva, Paredes, Bonilla, & Barrera (2019) demostraron que la escala fenológica BBCH, estuvo constituida por 9 estadios fenológicos, con un total de 365 días en condiciones de Santa Ana de Coro- Venezuela la cual cuenta con altitud de 1.576 m.s.n.m, con temperatura media anual de 20 °C y precipitaciones de 773, 1 mm/ año.

5.2 Componente de investigación

La investigación constó de una hipótesis alternativa y una hipótesis nula; por hipótesis alternativa se tiene: A mayor edad el cultivo de achira (*C. edulis*) se adquiere mayor peso de rizomas, almidón y contenido de almidón; en cuanto a la hipótesis nula comprende: Los rendimientos del almidón de achira no varían de acuerdo a los tiempos de cosecha.

A continuación, en la tabla 10 se presenta la nomenclatura de cada uno de los tratamientos estudiados

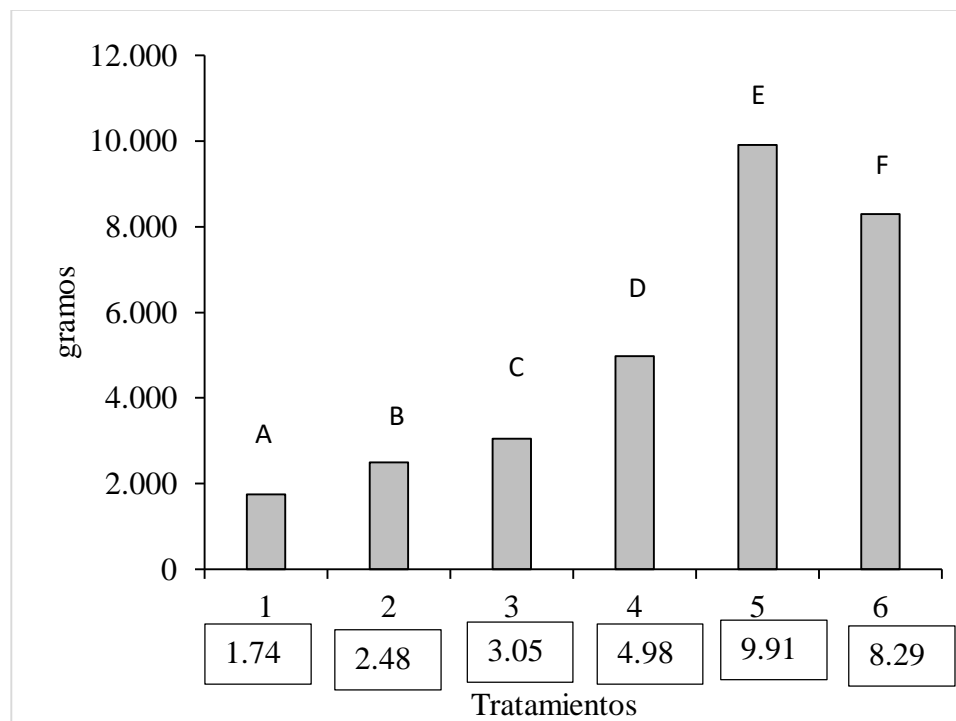
Tabla 10 Nomenclatura de tratamientos del componente de investigación

| Tratamiento | Meses |
|-------------|---------|
| 1 | 6 MDS* |
| 2 | 7 MDS |
| 3 | 8 MDS |
| 4 | 9 MDS |
| 5 | 10 MDS |
| 6 | 11 MDS. |

*MDS: Meses después de la siembra

Los valores promedios por bloques de las variables peso del rizoma, peso del almidón y porcentaje de almidón contenido por tratamiento fueron sometidos a un análisis de varianza con prueba comparativa Tukey al 5% mediante el programa estadístico INFOSTAT. (Ver anexos 16).

En la figura 5 se presenta el promedio del peso de los rizomas para cada uno de los tratamientos, expresados en gramos/ tratamiento (meses después de la siembra)



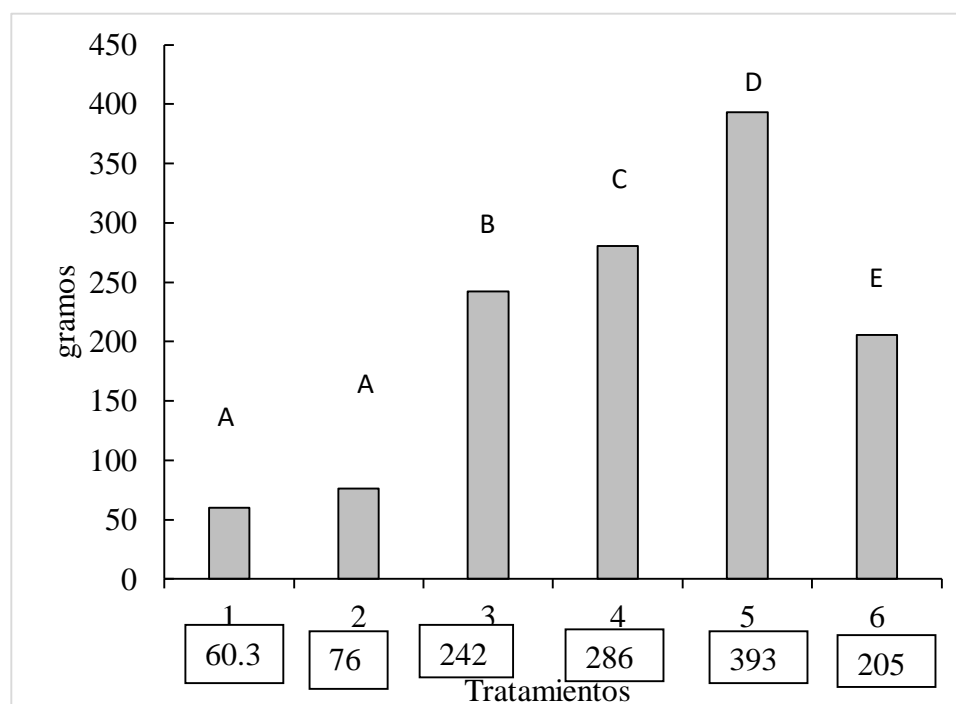
*Valores con letra común no son significativamente diferentes.

Figura 5 Diagrama de barras, comparación del peso promedio de rizomas en diferentes épocas de cosecha.

Fuente: La autora

En la figura anterior se puede evidenciar que el peso del rizoma es mayor en el tratamiento 5 (10 meses después de la siembra) para el tratamiento 6 (11 MDS); se evidencia una reducción del 16%; esto se debe posiblemente a que la planta alcanza el máximo rendimiento a los 10 meses, después de este tiempo; empieza a perder peso; estos resultados coinciden con los obtenidos por Rodríguez *et al*, (2003), donde se evidenció que el peso del rizoma después de los 11 meses de edad disminuye considerablemente; por otra parte; estudios realizados por el CIAT (2005) mostraron que la cosecha de raíces como la yuca (*M. sculenta*) se debe realizar entre los 8 y los 10 meses (periodo con mayor rendimiento) no obstante, existe estadísticamente diferencias significativas en cada uno de los tratamientos; (Ver figura 5, no se evidencia letras en común) ya que en los resultados estadísticos el p-valor obtenido, no fue mayor a 0,05 ($p > 0,05$). (Ver anexos 16)

En la figura 6 se muestra el promedio del peso del almidón en cada uno de los tratamientos; estos valores son expresados en gramos por tratamiento



*Valores con letra común no son significativamente diferentes

Figura 6. Diagrama de barras, comparación del peso promedio del almidón en diferentes épocas de cosecha.

Fuente: La autora

En la variable peso del almidón, se pudo observar que el mayor valor se obtuvo en el tratamiento 5 (10 MDS); al comparar las figuras 5 y 6 se evidencia que en los tratamientos de 1 a 5, el peso del rizoma y el almidón aumenta; en el tratamiento 6 (11 MDS) se evidenció una disminución del 47,6% con respecto al tratamiento 5 (10 MDS).

Estadísticamente se mostró que el tratamiento 1 (6 MDS) no presentó diferencias significativas con el tratamiento 2 (7 MDS), se puede evidenciar en la figura 6 que estos dos tratamientos tienen letras en común, por lo tanto no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). No obstante, los demás tratamientos son significativamente diferentes, esto se atribuye a que en los meses 6 y 7 la planta se encuentra iniciando el proceso de acumulación de materia seca y en los meses 9 y 10 finaliza dicho proceso; en órganos de acumulación de materia seca como la yuca (*M. sculenta*) de los 4 a 6 meses la planta se encuentra en etapa de engrosamiento y a partir del mes 6 hasta el 12 se asocia

a la acumulación de materia seca. (Aguilar, Rodríguez, González, Chacón, Rodríguez Rojas, & Gómez Bonilla; 2017).

Los siguientes valores del porcentaje de almidón y el ponderado de rendimiento por hectárea fueron determinados a través del promedio de cada uno de los tratamientos.

En la figura 7 se muestra el porcentaje de almidón respecto al peso de este y al peso del rizoma.

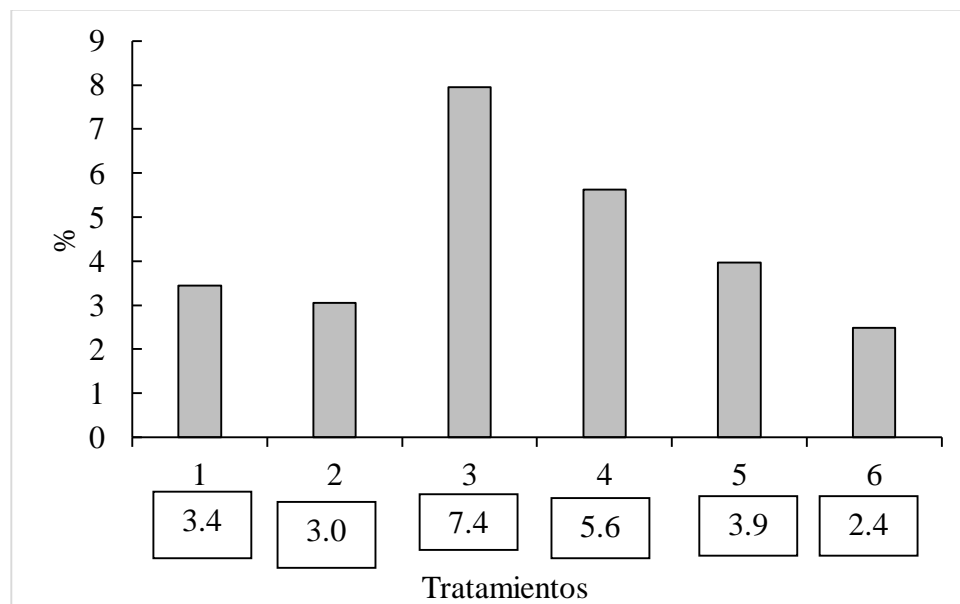


Figura 7 *Diagrama de barras, comparación del porcentaje de almidón en diferentes épocas de cosecha.*

Fuente: La autora.

En la figura anterior se evidencia que el valor más alto para la variable porcentaje de almidón, se encontró en el tratamiento 3 (8 MDS) con 7,95%, esto indica que no precisamente el tratamiento con mayor peso de rizoma y almidón, representa el mayor porcentaje de almidón; la evaluación de esta variable es muy importante en el estudio de la producción, puesto que en ocasiones se cree que a mayor peso del rizoma; el porcentaje de almidón es mayor; estos resultados se atribuyen posiblemente a que en muchos casos el peso del rizoma corresponde a fibra y no a almidón; esto se corrobora estudios realizados por Alarcón, M. & Dufour, D. (1998) quienes determinaron que “Cuando pasa el tiempo óptimo de cosecha de yuca, los contenidos de agua y fibra aumentan y el porcentaje de almidón disminuye”.

A continuación, en la tabla 11 se muestra la relación del peso del rizoma con relación al almidón

Tabla 11. Relación del peso del rizoma y almidón del cultivo de achira (*c. edulis*) en el municipio de Algeciras Huila

| Tratamiento | Relación rizoma -almidón |
|-------------|--------------------------|
| 1 | 3,4 kg por cada 100kg |
| 2 | 3 kg por cada 100kg |
| 3 | 7,9 kg por cada 100kg |
| 4 | 5,6 kg por cada 100kg |
| 5 | 3,9 kg por cada 100kg |
| 6 | 2,4 kg por cada 100kg |

Fuente: La autora

Lo anterior corrobora estudios realizados por Caicedo (2006) donde muestra el mayor porcentaje de almidón no corresponde al mes donde se obtuvo mayor cantidad de rizomas y almidón.

A continuación, se presentan los promedios del ponderado por hectárea para cada uno de los tratamientos, los valores están expresados en kg por hectárea.

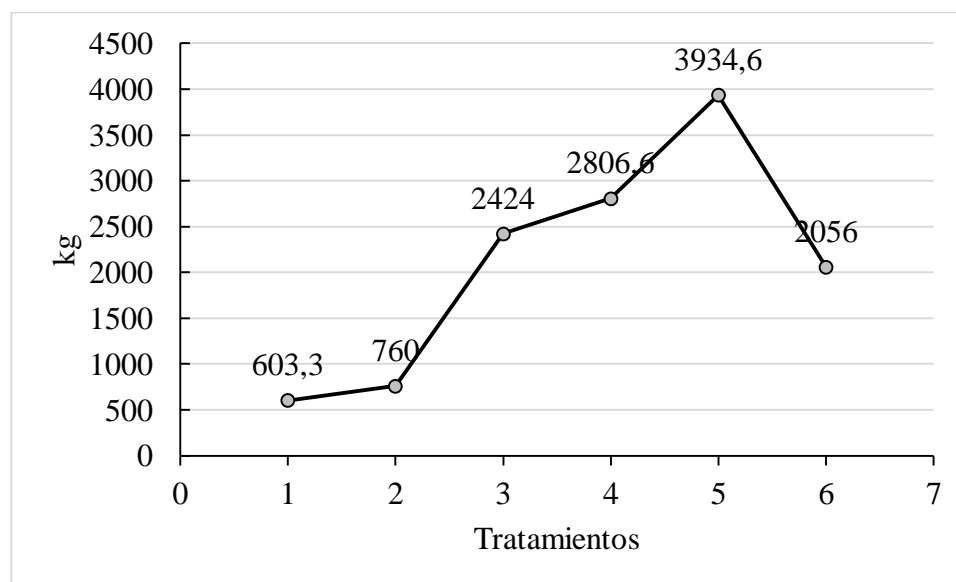


Figura 8. Comparación del ponderado de rendimiento por hectárea de almidón de achira

Fuente: La autora

En la figura 8 se muestra que del tratamiento 1 (6 MDS) al tratamiento 5 (10 MDS) el rendimiento por hectárea aumenta en más del 80%; lo que indica que el mes en que se produce

mayor rendimiento por hectárea de almidón de achira (*C. edulis*) en condiciones de la vereda Quebradon Sur de Algeciras Huila corresponde al 10 MDS; esto corrobora investigaciones realizadas por CORPOICA & PRONATTA (2003). Que afirma que el mayor rendimiento de esta variedad se obtuvo en el mes 10.

El porcentaje de almidón más alto correspondió a 7,95%, Investigaciones realizadas por Hernández M. & Arambarri A (2019) Mostraron que la especie *C. indica* contiene alto contenido de almidón, comparado con especies de la misma familia como *Canna glauca*.

Determinar el momento óptimo de madurez es un factor importante en la producción de almidón de achira, porque como se han venido mostrando en los resultados obtenidos en la presente investigación se presentan periodos con mayor cantidad de producción que otros; esto se corrobora con estudios realizados por Torres (2004) donde se observó que en todos los cultivares de achira (*C. edulis*) el contenido de almidón va aumentando con relación al tiempo, pero en un punto determinado se empieza a disminuir.

5.3 Componente de social

La ejecución del componente social representó la intervención mediante capacitaciones, charlas, visitas técnicas y demostraciones prácticas todas orientadas al cultivo de achira (*C. edulis*) con el fin de insectivar la implementación de este cultivo; dichas actividades se describen en la tabla 12.

Tabla 12. *Actividades realizadas en el componente social orientadas al cultivo de achira (C. edulis) en Algeciras Huila*

| Actividad | Tema | Lugar | Poblacion beneficiada | Número de asistentes | Evidencia fotografica |
|--------------|--|---|--|----------------------|-----------------------|
| Charla | Inicio de proyecto | Institución educativa Quebradon Sur. | Estudiantes grados 9,10 y 11 | 16 | Ver anexo 12 |
| Capacitación | Uso de agroquímicos | Institución educativa Quebradon Sur | Estudiantes grados 9,10 y 11 | 16 | Ver anexo 12 |
| Capacitación | Generalidades del cultivo de achira (<i>C. edulis</i>) | Institución educativa Quebradon Sur y lote de achira. | Estudiantes grados 9,10 y 11 | 8 | Ver anexo 12 |
| Capacitación | Importancia del cultivo de achira y uso de agroquímicos | Barrio Villa del Prado. | Jovenes agricultores entre 20 y 28 años. | 7 | Ver anexo 13 |

| | | | | | |
|---------------------------|--|-----------------------------|--------------------------------|---|--------------|
| Capacitación técnica | Generalidades del cultivo de achira (<i>C. edulis</i>) | Vivienda familia Montiel | Miembros de la familia | 6 | Ver anexo 13 |
| Capacitación demostrativa | Generalidades del cultivo de achira (<i>C. edulis</i>) | lote de achira de la autora | Miembros de la Familia Rumique | 2 | Ver anexo 14 |
| Capacitación demostrativa | extracción de almidon | Vivienda familia Estrada | Estudiantes y agricultores | 9 | Ver anexo 15 |

Fuente: La autora

Como evaluación de las actividades, se realizaron encuestas a las familias y jóvenes campesinos (Ver anexos 21 Y 22) con el fin conocer la satisfacción de estos en la ejecución del componente, en la tabla 13 se pueden observar las preguntas realizadas

Tabla 13. Encuesta a familias campesinas

| PREGUNTAS | RESPUESTAS |
|---|-------------------------------------|
| 1. ¿Conocían el cultivo de achira (<i>C. edulis</i>)? | 1 de 3 familias conocían el cultivo |
| 2. ¿Conocían el proceso de obtención de almidón de achira (<i>C. edulis</i>)? | 0 de 3 familias conocían el proceso |

| | |
|---|---|
| 3. ¿Les pareció importante el proceso de aprendizaje del cultivo de achira (<i>C. edulis</i>)? | 3 de 3 familias lo consideraron importante |
| 4. ¿Consideran que adquirieron conocimientos técnicos a cerca del cultivo y la transformación? | 3 de 3 familias manifestaron que adquirieron conocimientos |
| 5. ¿Estarían dispuestos a establecer un cultivo de achira (<i>C. edulis</i>)? | 2 de 3 familias vieron la posibilidad de sembrar este cultivo |
| 6. ¿Les gustaría recibir capacitaciones de algún cultivo en especial? ¿Cuál? | Si, 2 de 3 familias interesadas en cultivo de granadilla (<i>Passiflora ligularis</i>) y 1 en café (<i>C. arabica</i>). |
| 7. De 1 a 5, ¿cómo califica la actividad realizada; donde 5 es la máxima calificación y 1 deficiente? | El promedio de la calificación de la actividad fue de 4,6. |

Fuente: La autora

La intervención referente al componente social aportó conocimiento técnico en la zona, se logró visualizar interés por parte de las familias acerca del cultivo y el proceso de producción de almidón, a pesar que la obtención del producto requiere gran cantidad de mano de obra, dos familias manifestaron interes en cultivar achira (*C. edulis*) con fines comerciales.

Las respuestas de la encuesta de satisfacción (Tabla 13) demuestra el impacto positivo que tuvo la ejecución del camponente pues la gran mayoría no conocía el cultivo y el 100% de la población intervenida no tenía conocimiento del proceso de obtención de almidón.

La calificación en promedio de la actividad otorgada por la población fue de 4,6 puntos de 5, lo que indica satisfacción por parte de los participantes.

A continuación, en la tabla 14 se presenta la encuesta de satisfacción dirigida a estudiantes del colegio Quebradon Sur.

Tabla 14. Encuesta realizada a estudiantes

| PREGUNTAS | RESPUESTAS |
|---|---|
| 1. ¿Conocía el cultivo de achira (<i>C. edulis</i>)? | 1 de 4 jóvenes conocía el cultivo. |
| 2. ¿Considera importante este tipo de capacitaciones a jóvenes del colegio? | 4 de 4 jóvenes consideraron importante este tipo de capacitaciones en el colegio. |
| 3. ¿Durante el proceso adquirió conocimientos técnicos a cerca cultivo de achira (<i>C. edulis</i>)? | 4 de 4 jóvenes manifestaron que adquirieron conocimientos técnicos |
| 4. ¿Estaría dispuesto a incentivar a su familia a la implementación de un cultivo de achira (<i>C. edulis</i>)? | 3 de 4 jóvenes mostraron interés en incentivar a sus familias en la producción de este cultivo. |
| 5. De 1 a 5, ¿cómo califica la actividad realizada; donde 5 es la máxima calificación y 1 deficiente? | El promedio de la calificación dada por los estudiantes fue de 4,7 |

Fuente: La autora

La respuesta de los estudiantes frente al componente social realizada en el colegio Quebradon Sur fue satisfactoria, en la tabla anterior se puede evidenciar que la mayoría de los jóvenes encuestados no tenía conocimiento del cultivo de achira (*C. edulis*), todos consideraron importante este tipo de capacitaciones en su colegio rural Quebradón Sur, asimismo, la mayor parte de los encuestados demostraron interés por incentivar a sus familias a la siembra del cultivo de achira (*C. edulis*) de este modo se pudo corroborar que la ejecución del componente, logró impulsar la producción de este cultivo, el cual en la zona esta casi que desaparecido.

La calificación general otorgada por los estudiantes encuestados fue de 4,7 de 5 puntos posibles, este puntaje mostró la satisfacción de los estudiantes por las capacitaciones, es importante resaltar que el grupo de jóvenes fueron seleccionados por los profesores del colegio Quebradón Sur, con criterios de buena disciplina e interés por la producción agrícola.

5.4 Componente de empresarización del campo

Para la producción de 1.170 kg de almidón de achira (*C. edulis*), se invirtieron \$7.639.550 el 72% de estos recursos fueron destinados a mano de obra.

A continuación, en la tabla 15 se presenta el resumen financiero de la ejecución del proyecto productivo.

Tabla 15. Resumen financiero del proyecto productivo segundo semestre de 2019 y primero de 2020

| Ítem | Valor invertido |
|---------------------------------|--------------------|
| Mano de obra | \$5.510.000 |
| Insumos | \$993.400 |
| Materiales y herramientas | \$284.150 |
| Fletes y transporte | \$32.000 |
| Arriendo del lote | \$300.000 |
| Comunicaciones | \$160.000 |
| Administración | \$180.000 |
| Asistencia técnica | \$180.000 |
| Imprevistos | \$0 |
| Costo total del proyecto | \$7.639.550 |

Fuente: La autora

En la tabla anterior se muestra el valor total del proyecto de \$7.639.550, de los cuales \$6.819.540 correspondieron a costos directos y \$820.000 a indirectos.

El valor financiero del proyecto se resume en la utilidad generada que fue de \$1.720.450; en cuanto a los precios de venta, el promedio del segundo semestre del año 2019 fue de \$7.000 el kilogramo de almidón al productor.

Para el mes de abril del 2020 no se registró valor del almidón, esto debido a la pandemia que llegó al país para esta temporada, por lo tanto este producto no se pudo comercializar para esta fecha, no obstante para el mes de mayo del 2020 se registró el valor más alto de todos los datos con un valor de \$9.000 el kilogramo al productor; sin embargo, en la localidad no requerían más de 125 kilos por mes, por esta razón, se decidió empezar comercializar parte del almidón en la zona a

precio de 9.000 el kilogramo; lo cual impactó de forma positiva el proyecto, sin embargo, las ventas tardaron más de 3 meses; en total las ventas realizadas hasta la fecha son las siguientes: a familias de la zona se comercializaron 200kg a un valor de \$9.000 y a pastelerías y supermercados se comercializaron 750 kg a un valor de \$8.000 hasta la fecha.

La pandemia que afectó al mundo entero, cambió radicalmente lo planeado antes de iniciar el proyecto, ya se tenía programado, realizar una sola venta a mercados de la zona y de la ciudad capital (Neiva- Huila), sin embargo, el confinamiento impidió este ejercicio.

5.4.1. Oportunidad de emprendimiento

La vereda Quebradon Sur presenta las condiciones para producir almidón de achira (*C. edulis*) lo que representa oportunidad de ingresos a las familias campesinas; estudios realizados por Linares y Rey (2017) muestran que el almidón de achira (*C. edulis*) tiene potencial para poderse exportar a países como Estados Unidos, Canadá y Europa; además, es un alimento con alta demanda en la población vegetariana.

Por lo anterior, la implementación de cultivos de achira (*C. edulis*) es una oportunidad económica y de desarrollo para la zona; con la producción obtenida en el presente trabajo (2659 kg/ha) en un lapso de tiempo de 9 meses, se puede alternar con el cultivo del café (*C. arabica*) cuando este se encuentre en estado de zoca, de esta manera se ocupa el terreno y se crean más alternativas de producción.

CONCLUSIONES

- La ausencia de enfermedades durante el ciclo productivo del cultivo de achira (*C. edulis*) se debe posiblemente a que hace más de 5 años no se establecen cultivos de esta especie en la zona, además que las enfermedades reportadas para este cultivo son en su mayoría radicales causadas por *Fusarium sp* y el lote donde se estableció el cultivo no presenta antecedentes por estas enfermedades.
- El proceso de obtención de almidón requiere gran cantidad de agua; se necesitó 100 litros de agua para obtener 1 kg de almidón, el porcentaje más alto se utilizó en el lavado del almidón que correspondió al 78% aproximadamente. Se recomienda realizar el proceso del lavado a la mayor cantidad de almidón posible y no realizar fraccionamientos en la cosecha, ya que de esta manera se utiliza mayor cantidad de agua.
- El tiempo óptimo de cosecha, para esta zona es a los 10 meses con producción de 3934,6 kg/ha de almidón; con un porcentaje de 3,97%, estos valores superan los aportados por Agronet
- El impacto social del proyecto fue satisfactorio, la evaluación otorgada por los asistentes encuestados superó el 4,5 de 5 puntos posibles, los estudiantes tuvieron una actitud positiva de querer incentivar a sus familias a la siembra de este cultivo y las familias intervenidas manifestaron interés en las visitas realizadas; dos de las tres familias ostentaron deseos de implementar este cultivo.
- La mayor cantidad de recursos económicos empleados en el proyecto, fueron destinados a mano de obra, el 72% del costo total corresponde a los recursos utilizados en este rubro.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Brenes, E., Segreda Rodríguez, A., Saborío Argüello, D., Morales González, J., Chacón Lizano, M., Rodríguez Rojas, L., ... & Gómez Bonilla, Y. (2017) Manual del cultivo de yuca *Manihot esculenta* Crantz (No. F01/10918). Instituto Nacional de Innovación Tecnológica y Transferencia en Tecnología Agropecuaria, San José (Costa Rica).

Agronet. (2016). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-Evaluaciones Agropecuarias. Corporación Colombiana Internacional. Obtenido de <https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>.

Alarcón, M., & Dufour, D. L. (2002). Almidón agrio de yuca en Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Consorcio Latinoamericano para la Investigación y el Desarrollo de la Yuca; Proyecto IP-3 de Mejoramiento de Yuca.

Álava Moreira, L. M., Bravo Zamora, B. M., Zambrano Ruedas, J. F., Zambrano Velásquez, D. L., & Loo Cusme, R. K. (2017). Caracterización física y microbiológica del almidón de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) producido en Canuto-Manabí (Ecuador). *Avances en Investigación Agropecuaria*, 21(2).

Alvis, A., Vélez, C. A., Villada, H. S., & Rada-Mendoza, M. (2008). Análisis físico-químico y morfológico de almidones de ñame, yuca y papa y determinación de la viscosidad de las pastas. *Información tecnológica*, 19(1), 19-28.

Arias, L.M., Medina, C.C., Grisales, A.J., Yepes, A.A. & Álvarez. (2017). Caracterización y evaluación morfológicas de la colección colombiana de achira, *Canna edulis* Ker Gawl. (Cannaceae). *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*, Mosquera (Colombia), 18(1):47-73.

Caicedo, G. (2006). El cultivo de achira: Alternativa de producción para el pequeño productor. Cipotato. Recuperado de URL: http://cipotato.org/wpcontent/uploads/2014/06/11_El_cultivo_achira_alternat_produc.pdf.

Caicedo, G., Rozo, L. & B nitez, G. (2003). LA ACHIRA ALTERNATIVA AGROINDUSTRIAL PARA ÁREAS DE ECONOMÍA CAMPESINA. Corpoica Bogotá. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, unidad local Huila. Proyecto CORPOICA –PRONATTA.

Camari (2020) recuperado de

<https://www.camari.org/index.php/catalogo/alimentos/harinas/almidon-de-achira-detail#tabla-nutricional>.

CIAT. Centro de Investigación de Agricultura Tropic . (2005) Tecnologías para el manejo de poscosecha del cultivo de la yuca.

CORPOICA. & PRONATTA. (2003). Concepción de un modelo de agroindustria rural para la elaboración de harina y almidon a partir de raíces y tubérculos promisorios, con énfasis en los casos de achira (*Canna edulis*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y  name (*Dioscorea sp.*). Tibaitatá.(74)

DNP. (2019). Departamento Nacional de Planeación. Obtenido de tomado de <https://terridata.dnp.gov.co/#/perfiles>

Granados, C., Guzmán, L., Acevedo, D. , Díaz, M . & Herrera A. (2014) Propiedades Funcionales del almidón de sagu (*Maranta arundinacea*). Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Cartagena. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial Vol 12 No. 2 (90-96).

Hernández, M.M., Torruco, J.G., Chel, G.L. & Betancur, A.D.(2008) Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos en Yucatán, México. Ci ncia etecnologia de alimentos. Ci nc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(3):

Hernández, M. & Arambarri, A. (2019) Variación estacional de la densidad de granos de almidón en rizomas de *Canna glauca* y *C. indica* (Cannaceae). Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. D.O.I.: doi.org/10.30550/j.lil/2019.56.2/3.

Instituto colombiano de normas técnicas y certificación . Sitema de gestion de calidad. Requisitos. NTC3228. Bogotá.

Játiva, M.F., Paredes, N.J., Bonilla, A.E. & Barrera (2019). Determinación de los requerimientos de riego por aspersión en el cultivo de la achira (*Canna edulis*) y la influencia en sus etapas fenológicas. Santa Ana de Coro. Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA. 932 (25)

Linares, J. & Rey, H. (2017). ALMIDÓN DE SAGÚ (*Canna edulis Ker*) PRODUCTO COLOMBIANO CON POTENCIAL DE COMERCIALIZACIÓN INTERNACIONAL. Bogotá.

Sistema de Información del Recurso Hídrico – SIRH, IDEAM, 2016. Agua superficiales, estaciones meteorológicas. Tomado de

<http://capacitacion.sirh.ideam.gov.co/homeSIRH/HOME/acercaSIRH.html>.

Sultana, N., Sultana, A.S., Hassan A. & Oliur, R.M. (2019). MORPHOLOGICAL AND ANATOMICAL INVESTIGATION AMONG SIX VARIANTS OF CANNA INDICA L Bangladesh J. Plant Taxon. 26(2): 219–230.

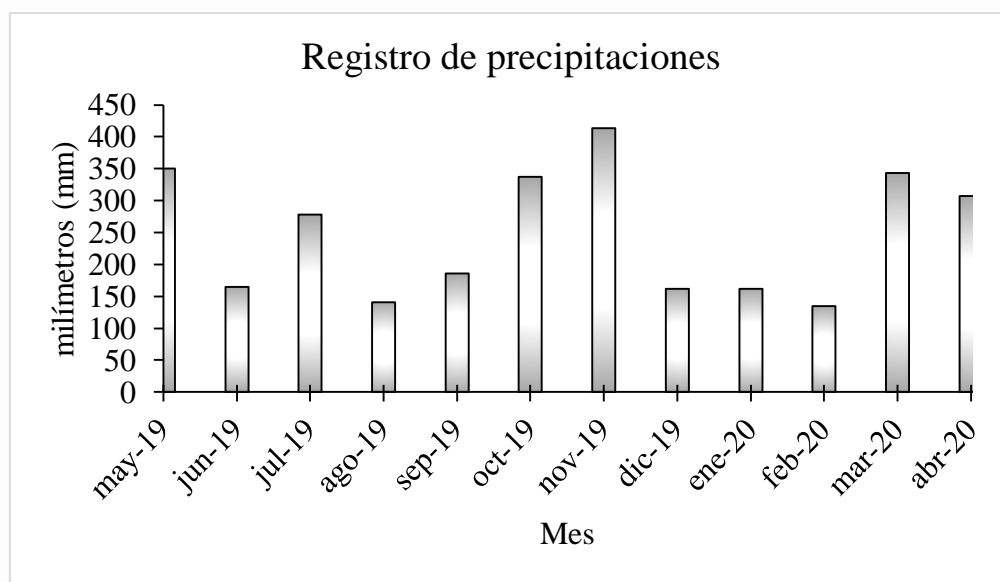
Rodriguez, G., García, H., Camacho, J. & Arias, F. (2003). El almidón de achira o sagú (*Canna edulis Ker*) Manual técnico para su elaboración. Corpoica Tibaitatá. (4)

Torres, L. J. (2004). Tecnología para el cultivo de sagú o achira (*Canna edules Ker*). Corpoica. Bogotá: Produmedios. (13).

Tropicos.org.(2020) Missouri Botanical Garden. <http://www.tropicos.org>. Tomado de <https://www.tropicos.org/nameSearch?name=canna%20indica>.

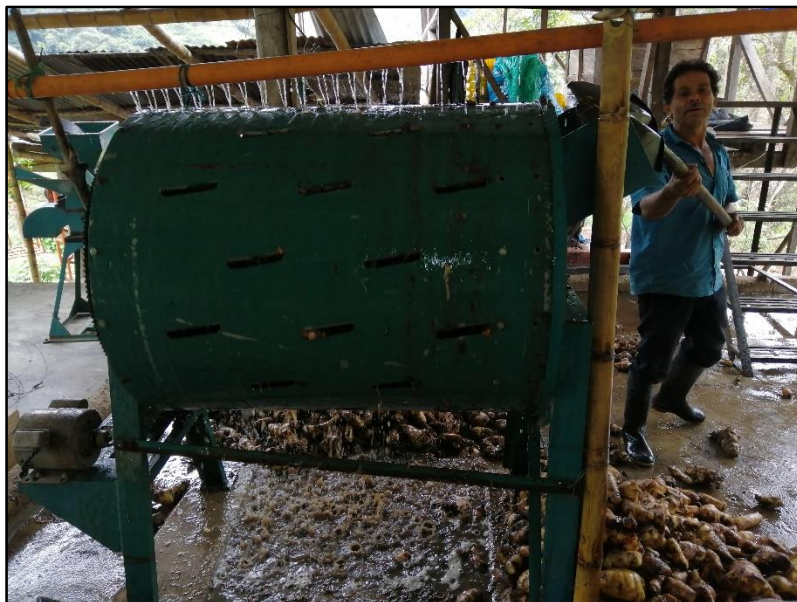
ANEXOS

Anexo 1. Registro de precipitaciones durante el ciclo de producción de achira (*C. edulis*). Datos tomados a partir de registros de pluviómetro ubicado cerca al lote.



Fuente: La autora

Anexo 2. Lavadora mecánica de rizomas.



Fuente: La autora

Nota: La máquina utilizada fue de elaboración artesanal, consta de un cilindro de 1m de largo por 0,8m de diámetro, tiene cuchillas internas las cuales desprende las raíces de los rizomas, en la parte superior tiene una abertura por la cual se adiciona los rizomas para lavarse, en la parte inferior se encuentra una pequeña puerta por la cual salen los rizomas una vez limpios; la máquina tiene capacidad de lavar 130 kilogramos en 14 minutos, requiere 294,5 litros de agua, este equipo funciona con un motor de marca Siemens, de 0,5 caballos de fuerza y 430 revoluciones por minuto.

Anexo 3. Rallador mecánico de rizomas



Fuente: La autora

Nota: La máquina es elaborada artesanalmente, consta de una tolva de almacenamiento, un rallo de acero inoxidable, el cual se encuentra adherido a un cilindro de madera de 40 cm de largo; la infraestructura cuenta con un tanque de almacenamiento en el cual se deposita los rizomas rallados, las medidas del tanque son de 0,7m de largo por 2,4m de ancho; la maquina tiene la capacidad de rallar 130 kg en 22 minutos, con demanda de 260 litros de agua; este equipo funciona con un motor de marca Siemens, de 2 caballos de fuerza y 1.720 revoluciones por minuto.

Anexo 4. Tamiz o colador mecánico



Fuente: La autora

Nota: La máquina funciona con un motor marca Siemens, de 0,5 caballos de fuerza y 430 revoluciones por minuto, es elaborada de forma artesanal, consta de un cilindro giratorio de 1,5 m de largo por 0,4 m de diámetro, espacio donde se deposita los rizomas rallados, el cilindro estuvo cubierto de cuatro mallas de polisombra negra lo cual se utilizó como colador; esta máquina tiene un rendimiento de 130 kilogramos de rizoma rallado en 50 minutos, el requerimiento hídrico para esta cantidad es de 1.091 litros de agua.

Anexo 5. Tanques de lavado



Fuente: La autora

Nota: Los tanques son elaborados en cemento y ladrillo, mide cada uno 1m por 1,8m; es aquí donde se almacena el almidón ya colado y listo para lavarse.

Anexo 6. Secador solar



Fuente: La autora

Nota: Es conocida tradicionalmente como marquesina solar, las medidas son de 12m de largo por 6m de ancho; estuvo recubierta en plástico; las bases fueron realizadas en madera; la elevación del suelo fue a 1m.

Anexo 7. Picapastos modificada



Fuente: La autora

Nota: Es una maquina eléctrica que funciona a base de un motor de marca Siemens, de 2 caballos de fuerza y 1720 revoluciones por minuto; la maquina en la parte superior consta de una entrada la cual tiene forma de tolva de alimentación, es aquí donde se adiciono el almidón para que posteriormente unas cuchillas internas las cuales son las encargadas de triturar o pulverizar el almidón; el rendimiento de trabaja es de 130 kilogramos de almidón en 34 minutos.

Anexos 8. Presentación para la comercialización del producto



a) Presentación de 0,5 libras (Bolsas plásticas) b) Presentación de 50 kg (tulas plastificadas)

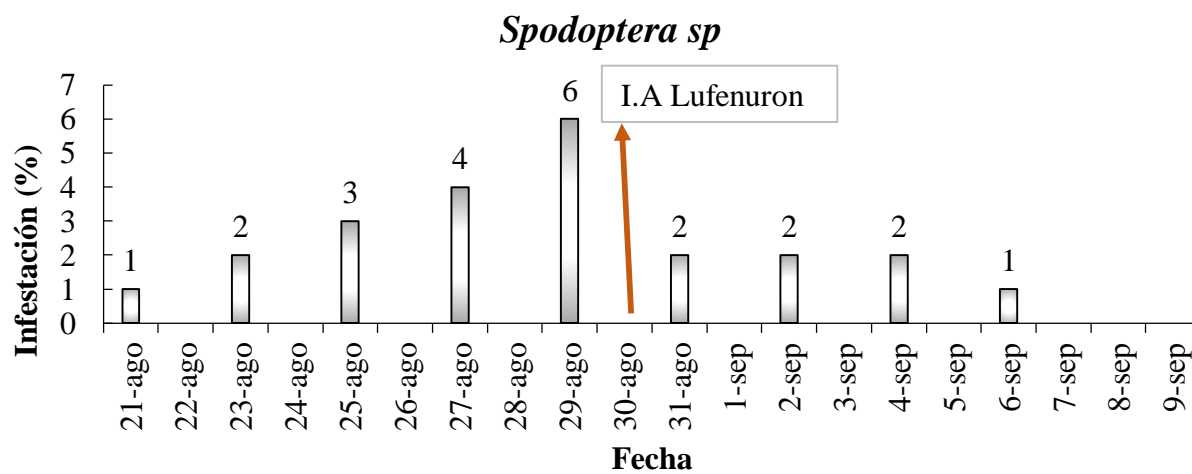
Anexo 9. Requerimiento nutricional obtenido a partir de análisis foliar

| Nutriente | kg/ha |
|---------------|-------|
| Nitrógeno (N) | 196 |
| Fosforo (P) | 17,4 |
| Potasio (K) | 314 |
| Calcio (Ca) | 60 |
| Magnesio (Mg) | 33,6 |

Fuente: A partir de datos suministrados por el laboratorio de la Universidad de La Salle

Anexo 10. Infestación de *Spodoptera sp*

Nota: La flecha indica el momento de aplicación química; I.A hace referencia al ingrediente activo utilizado.



Fuente: La autora

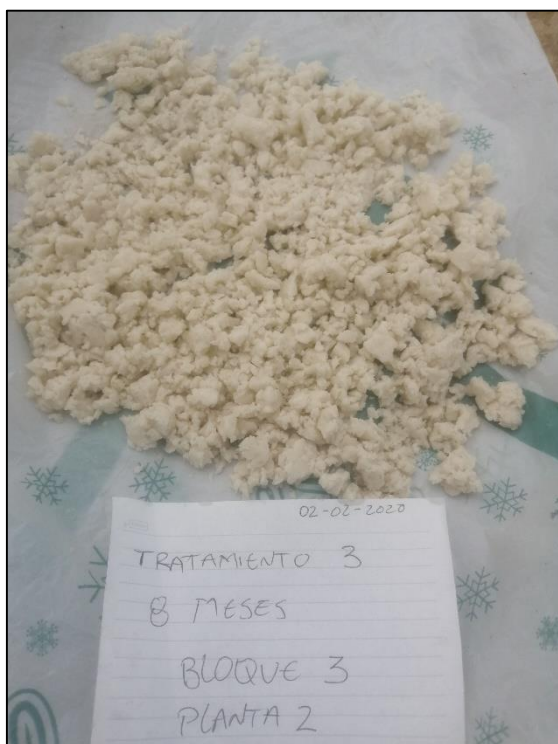
Anexo 11. Evidencia fotográfica desarrollo del componente de investigación



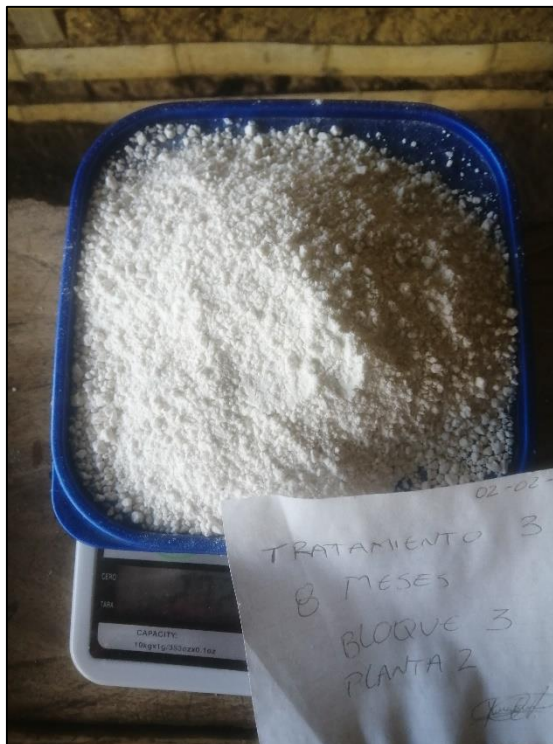
Peso de rizomas



Rallado de rizomas



Secado del almidón



Peso del almidón seco.

Fuente: La autora

Anexo 12. Evidencia fotográfica desarrollo del componente social (Estudiantes Colegio Quebradón Sur)



Actividades del componente social con estudiantes del colegio Quebradon Sur

Fuente: La autora

Anexo 13. Evidencia fotográfica desarrollo del componente social (Visita casa a casa)

Nota: En cada visita se capacitó sobre la importancia del cultivo de achira (*C. edulis*)



Fuente: La autora

Anexo 14. Visita de una familia campesina al cultivo.



Fuente: La autora

Anexo 15. Capacitación demostrativa



Fuente: La autora

Anexos 16. ANOVAS- Datos del componente de investigación

Peso del rizoma

Peso del rizoma (g)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|---------------------|----|----------------|-------------------|-----|
| Peso del rizoma (g) | 18 | 1,0 | 1,0 | 1,4 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|-------------|----|------------|--------|---------|
| Modelo. | 167025352,1 | 7 | 23860764,6 | 4535,3 | <0,0001 |
| Tratamiento | 167021770,3 | 5 | 33404354,1 | 6349,3 | <0,0001 |
| Bloque | 3581,9 | 2 | 1790,9 | 0,3 | 0,7194 |
| Error | 52611,3 | 10 | 5261,1 | | |
| Total | 167077963,4 | 17 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=205,70210

Error: 5261,1320 gl: 10

Tratamiento Medias n E.E.

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|---|------|---|
| 1,00 | 1748,0 | 3 | 41,9 | A |
| 2,00 | 2489,1 | 3 | 41,9 | B |
| 3,00 | 3050,1 | 3 | 41,9 | C |
| 4,00 | 4983,5 | 3 | 41,9 | D |
| 6,00 | 8297,5 | 3 | 41,9 | E |
| 5,00 | 9914,9 | 3 | 41,9 | F |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=114,79812

Error: 5261,1320 gl: 10

Bloque Medias n E.E.

| Bloque | Medias | n | E.E. |
|--------|--------|---|------|
| 3,00 | 5060,6 | 6 | 29,6 |
| 1,00 | 5089,3 | 6 | 29,6 |
| 2,00 | 5091,7 | 6 | 29,6 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Peso del almidón

Peso del almidón (g)

| Variable | N | R ² | R ² Aj | CV |
|----------------------|----|----------------|-------------------|-----|
| Peso del almidón (g) | 18 | 1,0 | 1,0 | 3,1 |

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

| F.V. | SC | gl | CM | F | p-valor |
|-------------|----------|----|---------|--------|---------|
| Modelo. | 240256,2 | 7 | 34322,3 | 810,2 | <0,0001 |
| Tratamiento | 240235,9 | 5 | 48047,2 | 1134,1 | <0,0001 |
| Bloque | 20,3 | 2 | 10,1 | 0,2 | 0,7916 |
| Error | 423,6 | 10 | 42,4 | | |
| Total | 240679,8 | 17 | | | |

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=18,45874

Error: 42,3649 gl: 10

Tratamiento Medias n E.E.

| Tratamiento | Medias | n | E.E. | |
|-------------|--------|---|------|---|
| 1,00 | 60,3 | 3 | 3,8 | A |
| 2,00 | 76,0 | 3 | 3,8 | A |
| 6,00 | 205,6 | 3 | 3,8 | B |
| 3,00 | 242,4 | 3 | 3,8 | C |
| 4,00 | 280,7 | 3 | 3,8 | D |
| 5,00 | 393,5 | 3 | 3,8 | E |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=10,30145

Error: 42,3649 gl: 10

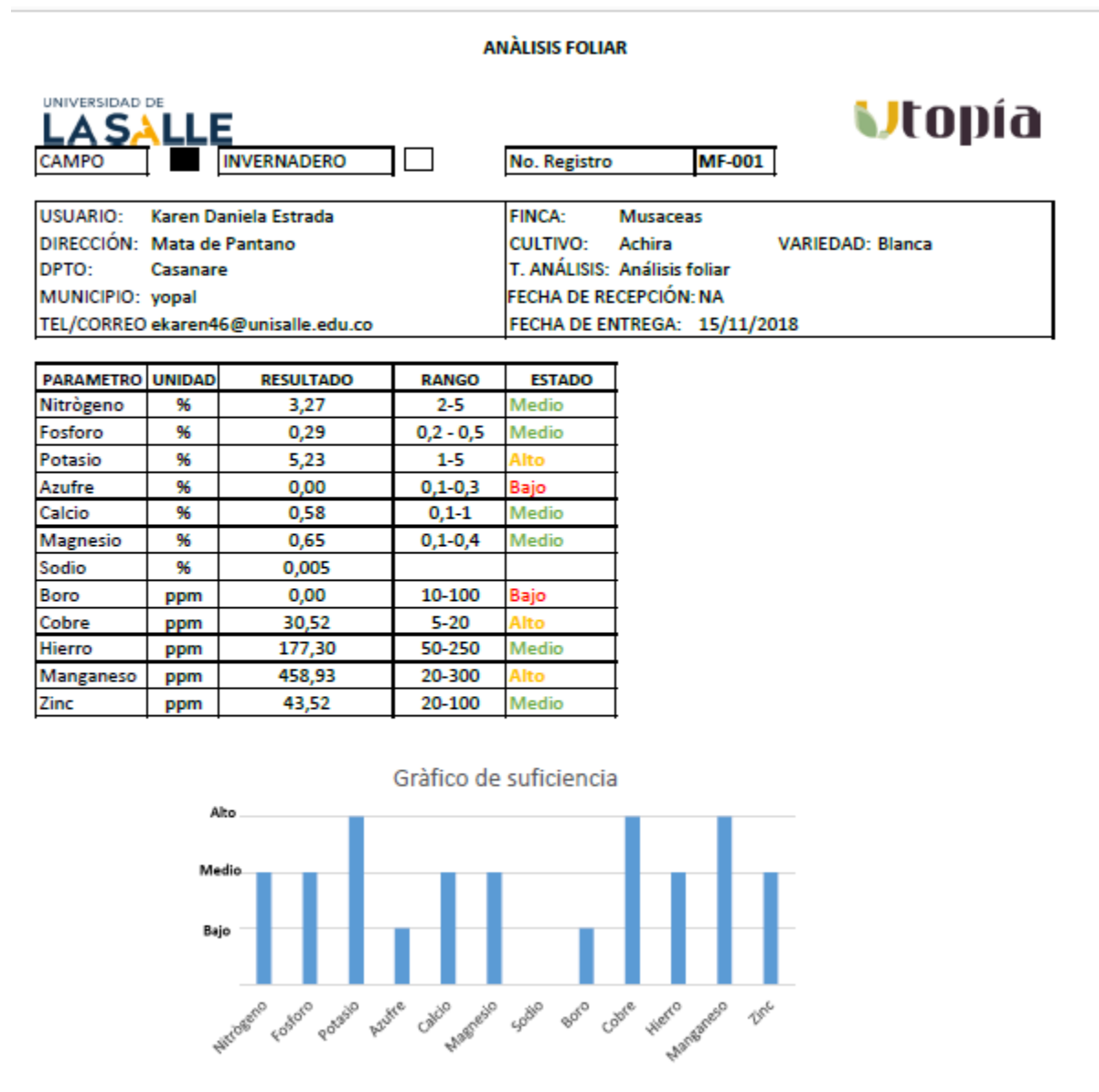
Bloque Medias n E.E.

| Bloque | Medias | n | E.E. |
|--------|--------|---|------|
| 1,00 | 208,7 | 6 | 2,7 |
| 2,00 | 209,3 | 6 | 2,7 |
| 3,00 | 211,2 | 6 | 2,7 |

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Fuente: Programa estadístico INFOSTAT

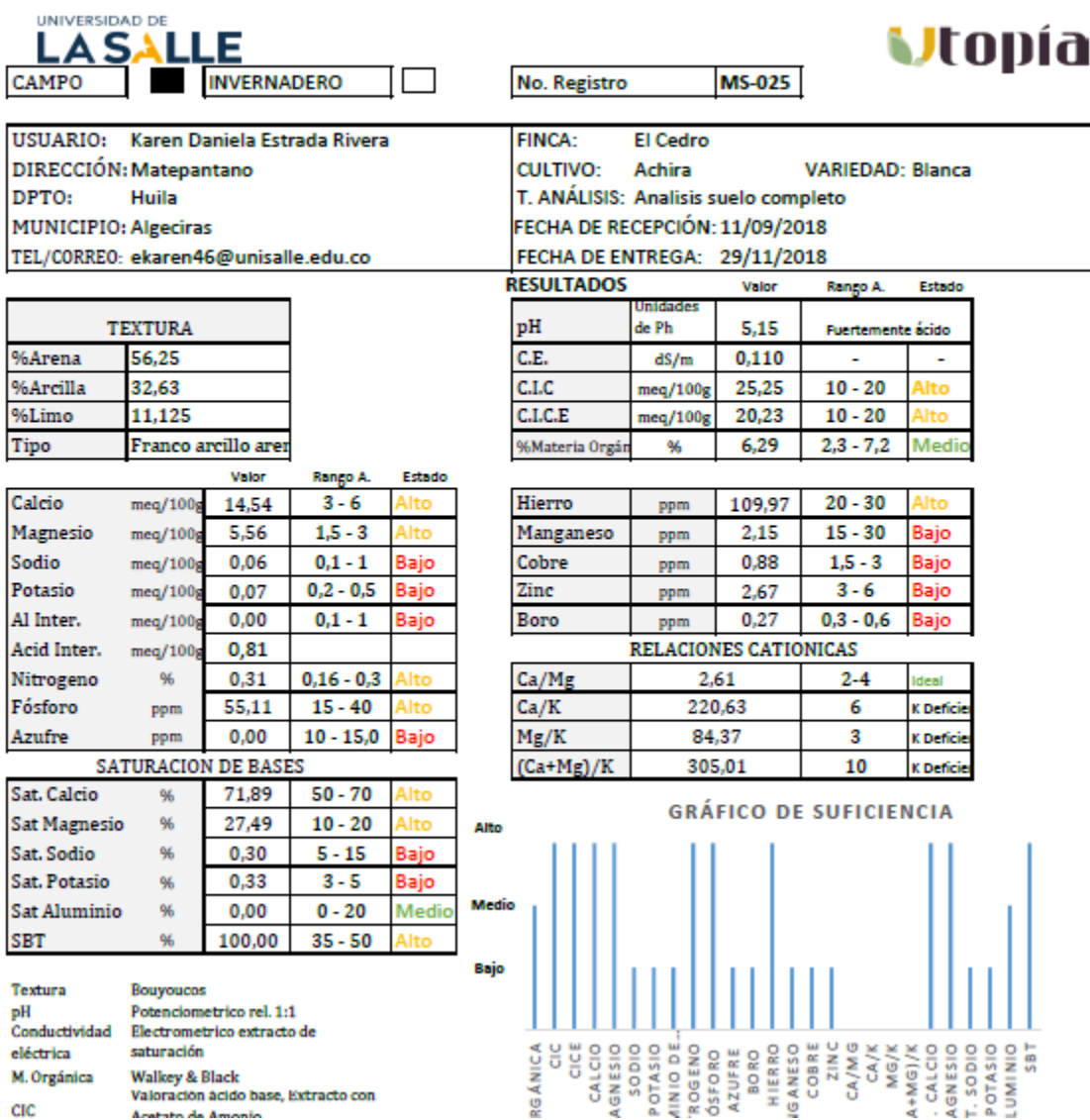
Anexo 17 Análisis foliar



Fuente: Laboratorio Universidad De La Salle

Anexo 18. Análisis edáfico

ANÁLISIS DE SUELO



Fuente: Laboratorio Universidad De La Salle.

Anexo 19. Cálculos de fertilización

Disponibilidad de Bases en el Suelo (DBS).

$$\text{DBS. K} = \frac{\text{meq/100g de K} * \text{Pca kg/ha}}{100\text{meq/100g de K}} * \frac{\text{meq/100g As K}}{1\text{meq/100g de K}}$$

$$\text{DBS. K} = \frac{0,039098 \text{ meq/100g de K} * 685000\text{Kg/UA}}{100\text{meq/100g de K}} * \frac{0,07 \text{ meq/100g de K en As}}{1\text{meq/100g de K}}$$

$$\text{DBS. K} = 18,74 \text{ kg/Ua de K}$$

Nomenclatura

Meq/100g de K= Mil equivalentes por 100g de K.

Pca= Peso de la capa arable.

Meq/100g de As K= Mil equivalentes por 100g del análisis de suelo de K.

U.A= Unidad de área.

Kg/Ua= Kilogramos/ Unidad de área

Necesidad de fertilización (NF)

$$\text{NF} = \frac{\text{RNE} - \text{DNS}}{\text{EF}} * 100$$

$$\text{NF. K} = \frac{157 \text{ kg/ha} - 18,74 \text{ kg/Ua}}{70 \%} * 100$$

$$\text{NF. K} = \frac{197\text{kg}}{\text{Ua}}$$

Nomenclatura

R.N.E= Requerimiento nutricional de la especie.

N.F= Necesidad de fertilización.

D.N.E=Disponibilidad de nutrientes en el suelo.

E.F = Eficiencia de la fertilización.

Cantidad de fertilizante

Fuente comercial KCl 0-0-60

$$\text{CF. K} = \frac{197\text{Kg/Ua}}{60\%} * 100$$

CF. K = 328,3 kg de KCl**Nomenclatura**

C.F = Cantidad de fertilizante.

Gramos por planta**KCl**

$$\text{g/planta} = \frac{\text{CF}}{\text{NP}} * 1000$$

$$\text{g/planta} = \frac{328,3 \text{ kg/ha KCl}}{5000 \text{ plantas}} * 1000$$

$$\frac{\text{g}}{\text{planta}} = 65,6 \text{ g/planta}$$

Fraccionamiento KCl

$$\text{Fraccionamiento} = \frac{\text{g/planta} * \text{N}^\circ \text{ fraccionamiento}}{100}$$

$$\text{Fraccionamiento N}^\circ 1 = \frac{65,6 \text{ g/planta N KCl} * 40\%}{100} = 26,2 \text{ g/planta}$$

$$\text{Fraccionamiento N}^\circ 2 = \frac{65,6 \text{ g/Planta de KCl} * 60\%}{100} = 39,3 \text{ g/planta}$$

Anexo 20. Índice de madurez



Fuente: La autora

Anexo 21. Preguntas formuladas en las encuestas

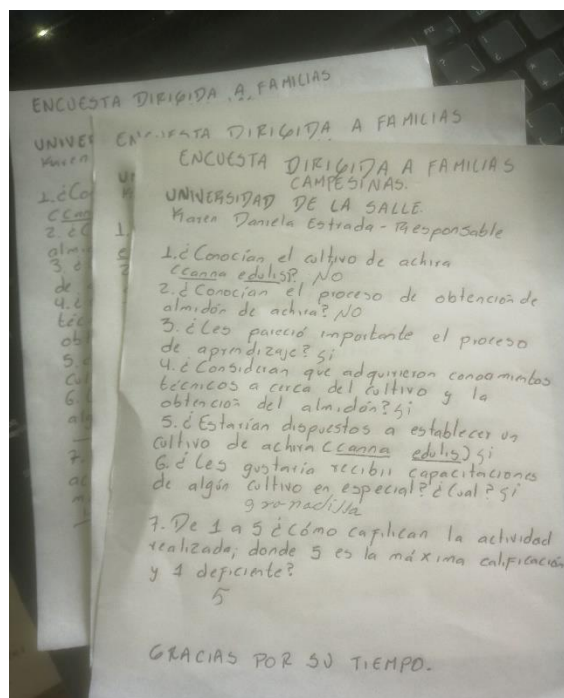
Encuesta dirigida a familias campesinas

1. ¿Conocían el cultivo de achira (*C. edulis*)?
2. ¿Conocían el proceso de obtención de almidón de achira (*C. edulis*)?
3. ¿Les pareció importante el proceso de aprendizaje?
4. ¿Consideran que adquirieron conocimientos técnicos a cerca del cultivo y la obtención del almidón?
5. ¿Estarían dispuestos a establecer un cultivo de achira (*C. edulis*)?
6. ¿Les gustaría recibir capacitaciones de algún cultivo en especial? ¿Cuál?
7. De 1 a 5, ¿Cómo califican la actividad realizada; donde 5 es la máxima calificación y 1 deficiente?

Encuesta dirigida a estudiantes:

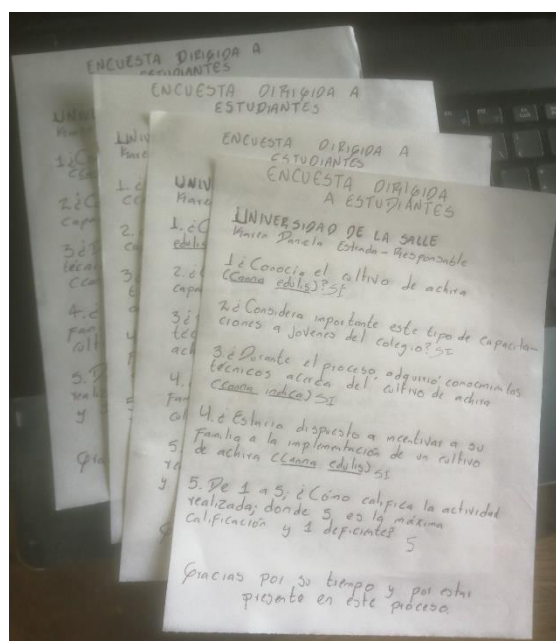
1. ¿Conocía el cultivo de achira (*C. edulis*)?
2. ¿Considera importante este tipo de capacitaciones a jóvenes del colegio?
3. ¿Durante el proceso, adquirió conocimientos técnicos acerca del cultivo de achira (*C. edulis*)?
4. ¿Estaría dispuesto a incentivar a su familia a la implementación de este cultivo de achira (*C. edulis*)?
5. De 1 a 5, ¿Cómo califica la actividad realizada; donde 5 es la máxima calificación y 1 deficiente?

Anexo 22. Encuestas a familias campesinas




Fuente: La autora

Anexo 23. Encuestas a estudiantes



Fuente: La autora

Anexos 24. Listas de asistencia

| UNIVERSIDAD DE LAS LLE | | UNIVERSIDAD DE LA SALLE PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA | Utopia |
|---|--------------------|--|--------------------------|
| Fecha: 05/10/2018 | | FORMATO DE ASISTENCIA | VERSION 3 Pag. 1 de 1 |
| TÍTULO DE CAPACITACIÓN / CHARLA O EVENTO: Capacitación de agroquímicos | | | |
| UBICACIÓN: Colegio Quebrados Sur | | | |
| FECHA DE CAPACITACIÓN: 17 de Noviembre de 2019 | | | |
| NOMBRE COMPLETO | OCCUPACIÓN O LABOR | FIRMA | |
| Sebastián Velásquez Ramírez | Estudiante | Sebastián V. | |
| Yeidy Salazar Perdomo | Estudiante | Yeidy Salazar | |
| Diana Luzardo Trujillo Reyes | Estudiante | Diana Luzardo | |
| Anay Lyzabeth Ahumada Diaz | Estudiante | Anay Lyzabeth | |
| Alan Fredy Velásquez Trujillo | Estudiante | Alan Fredy Velásquez | |
| Maribel Andrés González Cortés | Estudiante | Maribel González | |
| Marlon Andrés González Jara | Estudiante | Marlon González | |
| Maria Alejandra Durán Castañeda | Estudiante | Maria Alejandra D. | |
| Andrea Sarmiento Escobar | Estudiante | andrea sarmiento | |
| Cristian Alirio Ruiz Sarmiento | Estudiante | Cristian Sarmiento | |
| Sandra Milena Ortiz Cayaballo | Estudiante | Sandra Ortiz | |
| Daniela Fernanda Velásquez Trujillo | Estudiante | Daniela Fernanda | |
| Cristian Fabian Velásquez Trujillo | Estudiante | Cristian Fabian | |
| Luzmila Fernández López | Estudiante | Luzmila Fernández | |
| MARITZA GALIA FERNANDEZ | Docente | MARITZA GALIA FERNANDEZ | |
| KAREN DANIELA ESTADA RIVERA  | | | |
| FIRMA CAPACITADOR | | | |

Scanned with
CamScanner

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
FORMATO DE ASISTENCIA
PROYECTOS PRODUCTIVOS

UNIVERSIDAD DE LASALLE
Fecha: 05/02/2018

Scanned with CamScanner

TEMA DE CAPACITACIÓN, CHARLA O EVENTO: Inicio de proyecto (uso eficiente y adecuado de agroquímicos)

UBICACIÓN: Colegio Quebrados Sur

FECHA DE CAPACITACIÓN: 30 de Septiembre de 2019.

| NOMBRE COMPLETO | OCCUPACIÓN O LABOR | FIRMA |
|------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Sebastián Velásquez Ramírez | estudiante | Sebastián V. |
| Yeidy Salazar Pardo | estudiante | Yeidy Salazar P. |
| Maikol Andrés Gómez Cortés | estudiante | Maikol Gómez |
| Maikol Andrés Gómez Cortés | estudiante | Maikol Andrés |
| Lisseth Ahumada | Estudiante | Lisseth Ahumada |
| Maria Alejandra Durán Castañeda | Estudiante | Maria Alejandra D. |
| Marlon Andrés Conde | Estudiante | Marlon Conde |
| Andrea Sarmiento Escobar | Estudiante | andrea sarmiento |
| Cristian Niño Ruiz Sarmiento | Estudiante | cristian sarmiento |
| Sandra Milena Ortiz Caraballo | Estudiante | Sandra Ortiz |
| Penny Fernanda Velásquez Tejeda | Estudiante | Penny Fernanda |
| Cristian Fabián Velásquez Trujillo | Estudiante | Cristian Fabián |
| Luiga Fernanda Rojas | Estudiante | Luiga Fernanda |
| Yolima Patricia Zambrano | Docente | Yolima Patricia Zambrano |

Karen Daniela Estrada

FIRMA CAPACITADOR

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA
FORMATO DE ASISTENCIA
PROYECTOS PRODUCTIVOS

UNIVERSIDAD DE LASALLE
Fecha: 05/02/2018

Scanned with CamScanner

TEMA DE CAPACITACIÓN, CHARLA O EVENTO: Generalidades del cultivo de achuca


UBICACIÓN: Institución educativa Quebrados Sur

FECHA DE CAPACITACIÓN: Generalidades del cultivo de achuca -23-09-2019

| NOMBRE COMPLETO | OCCUPACIÓN O LABOR | FIRMA |
|------------------------------------|--------------------|--------------------------|
| Sebastián Velásquez Ramírez | estudiante | Sebastián V. |
| Yeidy Salazar Pardo | estudiante | Yeidy Salazar |
| Estefanía Soaviera Fernández | Estudiante | Estefanía Soaviera |
| Maikol Andrés Gómez Cortés | estudiante | Maikol Gómez |
| Agay Lisseth Ahumada Díaz | Estudiante | Lisseth Ahumada |
| Maikol Andrés Gómez Cortés | Estudiante | Maikol Andrés |
| Maikol Andrés Gómez Cortés | estudiante | Maikol Gómez |
| Marlon Andrés Conde | estudiante | Marlon Conde |
| Maria Alejandra Durán Castañeda | Estudiante | Maria Durán C. |
| Andrea Sarmiento Escobar | Estudiante | andrea sarmiento |
| Cristian Niño Ruiz Sarmiento | Estudiante | Cristian Sarmiento |
| Sandra Milena Ortiz Caraballo | Estudiante | Sandra Ortiz |
| Penny Fernanda Velásquez Tejeda | Estudiante | Penny Fernanda |
| Cristian Fabián Velásquez Trujillo | ESTUDIANTE | Cristian Fabián |
| Luiga Fernanda Rojas | estudiante | Luiga Fernanda |
| Yolima Patricia Zambrano | Docente | Yolima Patricia Zambrano |

Karen Daniela Estrada Rivera

FIRMA CAPACITADOR

| UNIVERSIDAD DE LAS LLE Fecha: 05/05/2020 | UNIVERSIDAD DE LA SALLE PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA FORMATO DE ASISTENCIA PROYECTOS PRODUCTIVOS | topia Versión: 1 Pág. 1 de 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|------------------------------------|-------|----------------------------|------------|----------------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|------------------------------|------------|------------------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|-----------------------|-------------|-----------------------|--|--|
| TEMA DE CAPACITACIÓN, DINAMIA O INFORME: <u>Generalidades e importancia del cultivo de achira (Canna edulis)</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN: <u>Familia Montiel</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| FECHA DE CAPACITACIÓN: <u>15 - Marzo - 2020.</u> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="430 451 511 472">NOMBRE COMPLETO</th> <th data-bbox="820 451 917 472">OCUPACIÓN O LABOR</th> <th data-bbox="1047 451 1096 472">FIRMA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="430 472 755 504">Andrés Felipe Montiel Rico</td> <td data-bbox="755 472 982 504">agricultor</td> <td data-bbox="982 472 1169 504">Andrés Felipe Montiel Rico</td> </tr> <tr> <td data-bbox="430 504 755 535">Javier Steven Jasso Jaramillo</td> <td data-bbox="755 504 982 535">agricultor</td> <td data-bbox="982 504 1169 535">Javier Steven Jasso Jaramillo</td> </tr> <tr> <td data-bbox="430 535 755 567">Carlos Mauricio Montiel Rico</td> <td data-bbox="755 535 982 567">agricultor</td> <td data-bbox="982 535 1169 567">Carlos Mauricio Montiel Rico</td> </tr> <tr> <td data-bbox="430 567 755 598">Cristina Dora Montiel</td> <td data-bbox="755 567 982 598">Ama de casa</td> <td data-bbox="982 567 1169 598">Cristina Dora Montiel</td> </tr> <tr> <td data-bbox="430 598 755 630">Marcedes Rico Ramirez</td> <td data-bbox="755 598 982 630">Ama de casa</td> <td data-bbox="982 598 1169 630">Marcedes Rico Ramirez</td> </tr> </tbody> </table> | NOMBRE COMPLETO | OCUPACIÓN O LABOR | FIRMA | Andrés Felipe Montiel Rico | agricultor | Andrés Felipe Montiel Rico | Javier Steven Jasso Jaramillo | agricultor | Javier Steven Jasso Jaramillo | Carlos Mauricio Montiel Rico | agricultor | Carlos Mauricio Montiel Rico | Cristina Dora Montiel | Ama de casa | Cristina Dora Montiel | Marcedes Rico Ramirez | Ama de casa | Marcedes Rico Ramirez | | |
| NOMBRE COMPLETO | OCUPACIÓN O LABOR | FIRMA | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Andrés Felipe Montiel Rico | agricultor | Andrés Felipe Montiel Rico | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Javier Steven Jasso Jaramillo | agricultor | Javier Steven Jasso Jaramillo | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Carlos Mauricio Montiel Rico | agricultor | Carlos Mauricio Montiel Rico | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cristina Dora Montiel | Ama de casa | Cristina Dora Montiel | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Marcedes Rico Ramirez | Ama de casa | Marcedes Rico Ramirez | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Karen Daniela Estrada  FIRMA CAPACITADOR | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Scanned with CamScanner



| UNIVERSIDAD LAS LLE | UNIVERSIDAD DE LA SALLE PROGRAMA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA | topia |
|---|--|---|
| FECHA DE REGISTRO | FORMATO DE ASISTENCIA | PÁGINA 1 DE 1 |
| TÍTULO DE LA CAPACITACIÓN, CURSOS O EVENTOS | Capacitación teórica-práctica de transformación de achira (amaro edulis) | |
| UBICACIÓN | Casa Familia Estrada - Algeciras Huila | |
| FECHA DE CAPACITACIÓN | 25 de Abril de 2020 | |
| NOMBRE COMPLETO | OCCUPACIÓN O LABOR | FIRMAS |
| Sebastián Velasquez Ramirez Manfred Velasquez Tejada | Estudiante Estudiante | sebastian v.r. Manfred V. |
| Sandra González Diana Velasquez Elisaveth Velasquez | ama de casa Agricultor agricultor | Sandra Gonzalez Diana Velasquez Elisaveth Velasquez |
| Amanda Tejada Milton Paredes Velasquez | Ama de casa estudiante | Amanda T. Milton Paredes |
| Yessica Lorena Velasquez Dany fernanda velasquez tejada | estudiante estudiante | Yessica Lorena Dany fernanda v. |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |

Fuente: La autora