

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE CULTIVO DE YACÓN
(SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS) PARA EL APROVECHAMIENTO
MEDICINAL Y ALIMENTICIO-VEREDA JULUMITO MUNICIPIO DE POPAYÁN,
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



**WILIAN ARNULFO ROJAS ASCUNTAR
JOSÉ ANTONIO PARRA BOLAÑOS**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE AGRONOMÍA (CEAD)
POPAYÁN CAUCA
2018**

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE CULTIVO DE YACÓN,
(SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS) PARA EL APROVECHAMIENTO
MEDICINAL Y ALIMENTICIO - VEREDA JULUMITO MUNICIPIO DE POPAYÁN,
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
PROFESIONAL EN AGRONOMÍA**

**ASESORA
ROCÍO DEL CARMEN YEPEZ**

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA (UNAD)
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
PROGRAMA DE AGRONOMÍA (CEAD)
POPAYÁN CAUCA
AÑO 2018**

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo de investigación ha sido posible gracias a la dedicación y a las personas que, con sus conocimientos y experiencias, aportaron de forma significativa a la culminación de tan anhelado logro. Por tal razón, nuestro agradecimiento se dirige en primer lugar:

A Dios por fortalecernos como seres humanos, iluminarnos en momentos de adversidades y hacer realidad este paso tan importante como es el hecho de nuestra realización profesional.

A los integrantes de nuestras familias porque fueron el pilar fundamental para la realización personal y profesional en el saber hacer, gracias a su apoyo y amor constante.

Muy especialmente a la comunidad de la Vereda Julumito Municipio de Popayán por brindarnos su confianza y colaboración aportando parte de la información, trabajo y enriqueciendo grandemente este proyecto de investigación desde sus experiencias cotidianas.

A los profesores de la *Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)* por brindarnos su conocimiento a lo largo de todo el proceso de aprendizaje y de formación como profesional de la agronomía y darnos la oportunidad de compartir recíprocamente los conocimientos y experiencias las cuales han sido útiles para nuestra formación profesional.

Contenido	
Resumen	8
Abstract	9
1. Introducción	10
2. Planteamiento del problema	12
4. Objetivos	17
4.1. Objetivo general	17
4.1.1. <i>Objetivos específicos</i>	17
5. Marco teórico	18
5.1. Antecedentes	18
5.2. Bases teóricas	21
5.2.1. Botánica	21
5.3. Características morfológicas de la planta	22
5.3.1. Raíces y rizomas	23
5.3.2. <i>Inflorescencia</i>	25
5.4. Preparación del terreno	27
5.5. Propagación por cepa o corona	29
5.6. Siembra	30
5.7. Fertilización	31
5.8. Cosecha	31
5.9. Corte de follaje	32
5.10. Remoción y extracción de raíces	32
5.11. Poscosecha	33
5.12. Selección, clasificación y limpieza	34
5.13. Almacenamiento	34
5.14. Control de plagas y enfermedades	35
5.14.1. <i>Pulgón rojo (Myzusnicotianae)</i>	35
5.14.2. <i>El minador de la hoja (Liriomyza huidobrensis)</i>	36
5.14.3. <i>La arañita roja (Tetranychus urticae)</i>	36
5.14.4. <i>Chiza (Ancognatha)</i>	37
5.14.5. Enfermedades causadas por hongos	37
5.14.6. <i>Desórdenes Fisiológicos</i>	38
6. Marco metodológico	39

6.1.	Descripción del área de estudio	39
6.1.1.	Suelo	41
6.1.2.	Geología	42
6.1.3.	Clasificación climática.....	42
6.1.4.	Flora	43
6.1.5.	Fauna	43
6.2.	Metodología	44
RESULTADOS	47
7.	Modelo de implementación del cultivo de yacón(<i>Smallanthus sonchifolius</i>) para el aprovechamiento medicinal y alimentación vereda Julumito municipio de Popayán Departamento del Cauca.....	48
7.1.	Medición de Ph:	50
7.2.	Preparación del terreno.....	50
7.3.	Propagación por cepa o corona	52
7.4.	Siembra.....	53
7.5.	Fertilización	54
7.6.	Labores culturales.....	55
7.7.	Cosecha y Postcosecha.....	57
7.8.	Selección clasificación y limpieza del yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) Finca Villa Elena	58
7.9.	Embalaje	60
7.10.	control de plagas y enfermedades	60
	7.10.1. Chiza (<i>Ancognatha</i>) y nemátodos en el cultivo de Yacón (<i>Smallanthus Sonchifolius</i>) Fina Villa Elena.	62
8.	Alternativas para el aprovechamiento medicinal y alimenticio del yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).....	63
8.1.	Propiedades medicinales de los fructooligosacáridos (FOS)	65
8.2.	Cáncer de colon	68
8.3.	Estreñimiento	69
8.4.	Diabetes	69
8.5.	Obesidad.....	71
8.6.	Sistema inmunológico	71
8.7.	Usos alimenticios del yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).	73

9. Percepción de las comunidades de la zona de estudio respecto al impacto generado por la actividad productiva	75
9.1. Socialización del proyecto.....	76
9.2. Género de los agricultores	77
9.3. Edad.....	78
9.4. Conformación del núcleo familiar	79
9.5. Nivel educativo	80
9.6. Actividad económica	81
9.7. Conocimientos sobre el yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).....	82
9.8. Cualidades conocidas del yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).	83
9.9. Capacidad para establecer el cultivo.....	84
9.10. Tenencia de la tierra	85
9.11. Interés en establecer el cultivo.....	86
Conclusiones	87
Recomendaciones	92
Referencias bibliográficas	93
Anexos	97

Índice de gráficos

Figura 1. Planta completa de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).	22
Figura 2. Raíz reservante del yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).	23
..... Figura 3. Flor de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).	25
Figura4. Selección y porciones separadas de cepa	29
Figura 5. Localización Corregimiento Julumito.....	39
Figura 6. Ubicación de la finca Villa Elena	40
Figura 7. Flujograma modelo de implementación de un cultivo de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) Finca Villa Elena.	48
Gráfica 8. Medición de surcos para siembra de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) en la Finca Villa Elena.....	53
Gráfica 9. Fertilización de con materia orgánica en descomposición.....	55
Gráfica 10. Deshierba y riego cultivo de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) Finca Villa Elena	55
Gráfica 11. Cosecha y postcosecha Finca Villa Elena	57
Gráfica 12. Pesaje del yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) Finca Villa Elena	59

Gráfica 13. Peso en gramos de tubérculo para una muestra de diez (10) plantas de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).....	59
Ilustración 14. Control de plagas y enfermedades Finca Villa Elena.....	61
Figura 15. Chiza y nematodos en cultivo de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) Finca Villa Elena.....	62
Figura 16. Socialización con familias de la región del proyecto cultivo de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).....	75
Figura 17. Género de los agricultores.....	77
Figura 18. Edad.....	78
Figura 19. Conformación de núcleo familiar	79
Figura 20. Nivel Educativo	80
Figura 21. Actividad Económica	81
Figura 22. Conocimiento sobre el yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).....	82
Figura 23. Cualidades conocidas del Yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>).....	83
Figura 24. Capacidad para establecer el cultivo.....	84
Figura 25. Tenencia de la tierra.....	85
Figura 26. Interés en establecer el cultivo	86

Índice de tablas

Tabla 1. Fertilización, Control de arvenses y control fitosanitario Finca Villa Elena	51
Tabla 2. Control fitosanitario plagas y enfermedades cultivo de Yacón (<i>Smallanthus Sonchifolius</i>) Fina Villa Elena	62
Tabla 3. Tabla nutricional del yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) (100 g de raíz fresca sin cáscara)	73

Resumen

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una planta originaria de la Región Andina de América actualmente valorada por sus propiedades nutricionales y medicinales. La raíz es considerada como un alimento prebiótico e hipocalórico de beneficios para la salud humana dado su contenido de fructooligosacáridos (FOS) y las hojas son valoradas por ser una fuente de extractos acuosos de efectos hipoglucemiantes y capacidad antioxidante y antimicrobiana. Estos atributos permiten destacar el producto a nivel regional, particularmente en el Municipio de Popayán, pues no solo representa una alternativa de mejoramiento en lo relacionado a la salud de la gente sino también oportunidades para el desarrollo agrícola tanto en el mediano como en el largo plazo. Luego, el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) se puede considerar una apuesta de desarrollo humano-ambiental, integral y sostenible en el tiempo ya que la siembra se puede establecer de manera agroecológica en asocio con otros cultivos no requiere mayores costos de implementación y es una alternativa para productores en predios de pequeña economía campesina.

El trabajo integra tres componentes: el primero hace referencia a la caracterización de la actividad productiva y de cosecha del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la Vereda Los Tendidos Corregimiento Julumito Municipio de Popayán donde los propágulos fueron traídos del municipio de Fusagasugá Cundinamarca y se obtienen después de que las plantas han sido cosechadas. En él se destacan los requerimientos para la siembra, un suelo franco arenoso o franco arcillo arenoso, suelto, con buen drenaje, de contenido medio alto de materia orgánica y buena disponibilidad de agua. El modelo de cultivo utilizado para este trabajo no uso ningún tipo de agroquímicos solo se aplicó productos orgánicos en cuanto a fertilización y control fitosanitario. En comparación con otras raíces, el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es bastante susceptible al daño físico, sobre todo durante la cosecha para lo cual el método aplicado fue el de extraer la raíz a una distancia de 40 Cm alrededor del tallo.

Un segundo componente realiza un análisis sobre las alternativas para el aprovechamiento medicinal y alimenticio del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en donde se resalta su contenido de fructooligosacáridos (FOS), bifidobacterias y polifenoles capaces de inhibir bacterias nocivas cancerígenas, diabetes, obesidad, y de estimular el sistema inmunológico, además de ser los principales responsables de la actividad antioxidante. Desde el punto de vista alimenticio son los únicos reconocidos y utilizados en alimentos como prebióticos al cumplir con todos los criterios de clasificación y seguridad alimentaria.

Un tercer componente identifica a las comunidades de la zona de estudio y su percepción del impacto generado por la actividad productiva de la planta de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) donde las familias valoran y les motiva los beneficios sociales, ambientales y económicos que ofrece esta planta y un buen porcentaje de ellas cuentan con el capital económico, la mano de obra disponible, las herramientas, entre otros, destinados para tal fin.

Palabras claves: yacón, fructooligosacáridos, suelo, siembra, propágulo, aprovechamiento medicinal, aprovechamiento alimenticio, impacto social.

Abstract

Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) Is a plant native to the Andean Region of America currently valued for its nutritional and medicinal properties. The root is considered as a prebiotic and hypocaloric food of benefits for human health given its content of fructooligosaccharides (FOS) and the leaves are valued for being a source of aqueous extracts of hypoglycemic effects and antioxidant and antimicrobial capacity. These attributes allow the product to be highlighted at a regional level, particularly in the Municipality of Popayán, because it not only represents an alternative for improvement in relation to health and food security of the people but also opportunities for agricultural development in both the medium and in the long term. Then, the cultivation of yacon can be considered a bet of human-environmental development, integral and sustainable in time since sowing can be established in an agroecological way in association with other crops does not require higher implementation costs and is an alternative for producers in small peasant economy farms.

The work integrates three components: the first refers to the characterization of the productive and harvesting activity of the Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) in the Vereda los Tendidos Township of Julumito Municipality of Popayán where the propagules were brought from the municipality of Fusagasugá Cundinamarca and are obtained after that the plants have been harvested. It highlights the requirements for sowing, a sandy loam or loamy sandy clay loam, loose, with good drainage, medium high content of organic matter and good water availability. The cultivation model used for this work did not use any type of agrochemicals, only organic products were applied in terms of fertilization and phytosanitary control. In comparison with other roots, yacon is quite susceptible to physical damage, especially during harvest, for which the method applied was to extract the root at a distance of 40 cm around the stem.

A second component analyzes the alternatives for the medicinal and nutritional use of the Yacon (*Smallanthus sonchifolius*), where its content of fructooligosaccharides (FOS), bifidobacteria and polyphenols capable of inhibiting harmful carcinogenic bacteria, diabetes, obesity, and stimulation are highlighted. The immune system, besides being the main responsible for the antioxidant activity. From the nutritional point of view, they are the only ones recognized and used in foods as prebiotics when they meet all the criteria of classification and food safety. A third component identifies the communities in the study area and their perception of the impact generated by the productive activity of the yacon plant (*Smallanthus sonchifolius*) where families value and motivate them the social, environmental and economic benefits offered by this plant and a good percentage of them have the economic capital, the available workforce, the tools, among others, destined for that purpose.

Key words: yacon, fructooligosaccharides, soil, sowing, propagule, medicinal use, food use, social impact.

1. Introducción

En gran parte de Asia, África y América Latina, las raíces y tubérculos han contribuido de manera significativa a los sistemas alimentarios de las familias en los sectores rurales, esto en la forma de carbohidratos, vitaminas, aminoácidos, entre otros componentes de beneficio inminente. Pero también se han convertido en una fuente importante de ingresos económicos para estas familias al proveer oportunidades de empleo en el proceso productivo, procesamiento y comercialización de los mismos (Scott, Rosegrant y Ringler, 2000).

Según Mansilla, López, Flores y Espejo (2010), en los últimos años, el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), tuberosa de la familia (*Asteraceae*), ha generado gran interés mundial por sus cualidades nutricionales y medicinales. Por su contenido de *fructooligosacáridos* influyentes en la fisiología humana y animal se ha convertido en un recurso valorado potencialmente en la industria farmacéutica y agroindustria. Particularmente, el interés por esta planta se enfoca en sus propiedades utilizadas en el tratamiento de la diabetes pues se le atribuye una acción hipoglicemiante. A la raíz se la considera como un alimento *prebiótico* e *hipocalórico* por su contenido de fructooligosacáridos (FOS) los cuales no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas de los humanos. Los extractos acuosos de las hojas han demostrado tener efectos hipoglucemiantes, además de tener una gran capacidad antioxidante y antimicrobiana (Mansilla, López, Flores y Espejo, 2010).

Así es como el presente trabajo de investigación se enfoca en el análisis y estudio de la planta de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) desde una perspectiva de trabajo

en la región y degeneración de espacios de conocimiento que sirva de herramienta útil a quienes deseen trabajar con esta planta. Luego, la realización de un análisis integra tres partes: en la primera parte se hace referencia a la propuesta para el cultivo y aprovechamiento de este recurso vegetal en el Municipio de Popayán, particularmente en la Vereda Julumito donde se explica sobre su manejo técnico desde las experiencias de campo y desde la parcela misma. En esta parte, se tienen en cuenta temas como la preparación del terreno para el cultivo, el tipo de propagación, la siembra, el abonamiento, la cosecha, la forma de extracción de las raíces, el tratamiento poscosecha, la selección y clasificación, la limpieza, embalaje, almacenamiento y control fitosanitario de la planta de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Una segunda parte del trabajo consiste en realizar un análisis sobre las alternativas para el aprovechamiento medicinal y alimenticio del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Esto en razón a que su contenido de fructooligosacáridos influyentes en la salud lo ha convertido en un recurso valorado potencialmente no solo a nivel regional sino también a nivel planetario.

Una tercera parte del trabajo se orienta hacia la identificación de las comunidades del Corregimiento de Julumito Municipio de Popayán y su percepción respecto al impacto generado por la actividad productiva de la planta de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Para tal fin se realiza una caracterización socioeconómica en la zona y se determina el grado de conocimiento, disponibilidad e interés respecto al manejo y establecimiento del cultivo. La Vereda Julumito Popayán es el contexto en el que surge y se desarrolla la idea de establecer el cultivo de yacón

(*Smallanthus sonchifolius*) porque en gran medida, las familias que hacen parte del estudio, valoran y les motiva los aspectos o beneficios sociales, ambientales y económicos que ofrece esta planta.

2. Planteamiento del problema

Las raíces y tubérculos de la Región Andina constituyen no solo una herencia de los antepasados durante siglos sino también una potencialidad importante cuando la zona está provista de óptimas condiciones climáticas, edáficas y/o culturales que han evitado su desaparición. Las tendencias de producción y consumo de las raíces y tubérculos demuestran en la mayoría de los casos que son alimentos de subsistencia y que solo pequeños remanentes son utilizados para la venta. Esto reduce el enorme potencial que ellas representan por sus significativos valores nutricionales para la alimentación humana y animal, las alternativas que ofrecen para su transformación agroindustrial o como posibles fuentes utilizadas en la industria farmacéutica (Barrera, Tapia y Monteros (Eds.) (2004).

La promoción del yacón (*Smallanthus sonchifolius*), específicamente en la región se orienta como un camino viable hacia la seguridad alimentaria por su elevado nivel nutricional, de beneficios para la salud y como materia prima para la agroindustria desde la promoción de un producto sano, inocuo y seguro para el consumidor. Lo anterior se sustenta cuando hay un aumento en los problemas de salud en la población originados por diferentes razones, entre ellas, el alto consumo de carbohidratos, sedentarismo y estrés. Por lo que es necesaria, la búsqueda de alternativas radicalmente diferentes como esta “*planta*

multipropósito, fuente de bajas calorías y de la fibra necesaria para satisfacer varios aspectos de los requerimientos de la vida moderna” (Polanco, 2011).

Desde esta perspectiva, el presente trabajo de investigación está relacionado con el aprovechamiento de una planta cuyas propiedades alimenticias, medicinales y ecológicas muestran resultados aparentemente satisfactorios para sus beneficiarios de la región, especialmente para quienes padecen de enfermedades como la diabetes. Esta es una enfermedad de las más comunes a nivel global, producida por los malos hábitos alimenticios de la población, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2016).

De esta problemática, surge la necesidad de trabajar en temas relacionados con el cambio de hábitos alimenticios y medicinales pues gran parte del conocimiento y el uso de plantas promisorias se ha ido perdiendo con los procesos migratorios del campo a la ciudad o por otros usos que se le está dando al suelo. Por ejemplo, en la zona de Julumito, gran parte de las familias combinan el trabajo en el campo con las actividades económicas propias de la ciudad, particularmente, Popayán. Y en lo relacionado al uso del suelo, existe un sobre uso del mismo por parte de monocultivos más extensos de los cuales se destacan el café, plátano, pasto, maíz, hortalizas, otros cultivos y rastrojos (POT, 1999).

Desde el punto de vista investigativo, en el Departamento del Cauca, existen muy pocos o nulos trabajos orientados hacía este propósito por lo que el producto se estaría subvalorando desde el punto de vista socioeconómico, ambiental, científico, agrícola y sociológico. A nivel general y desde los aspectos antes

mencionados constituye un desaprovechamiento del potencial productivo y de investigación con que cuenta la región.

3. Justificación

La implementación de cultivo de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en el Municipio de Popayán Cauca es una oportunidad importante de conocimiento y difusión respecto a los beneficios medicinales y alimenticios de la planta. En el entorno inmediato, se conoce poco aun cuando representa una alternativa de mejoramiento en lo relacionado a la salud, la seguridad alimentaria y oportunidades para al desarrollo agrícola tanto en el mediano como en el largo plazo. Luego, el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), se convierte en una apuesta de desarrollo humana, integral y sostenible en el tiempo dado que el Departamento del Cauca goza de una posición privilegiada dentro de la geográfica del continente americano por las condiciones favorables para el establecimiento de gran variedad de cultivos.

Por lo que realizar una caracterización de la actividad productiva del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es reconocer el potencial productivo de la región en lo relacionado a las condiciones agroclimáticas y de suelo aceptables para su cultivo (terreno apto para la siembra), fuente hídrica e infraestructura vial adecuada para el transporte y las posibilidades de adaptabilidad y facilidad de manejo de esta planta. Además de la experiencia de algunos productores en el proceso productivo, la existencia de proveedores de lo necesario para la siembra, la buena presentación y calidad que se puede tener del producto permitiendo a los productores ser ampliamente competitivos. Desde el impacto ambiental y a raíz

del llamado mundial para que los métodos empleados en los procesos productivos vayan acompañados de prácticas amigables con el medio ambiente, se busca fortalecer las capacidades y conocimientos de los pequeños productores de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en este sentido y desde la sensibilización hacia la protección del medio ambiente y preservación de un espacio rural capaz de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.

Desde el impacto social que genera en la región, el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) constituye una alternativa importante de generación de ingresos, empleo y mejoramiento de la calidad de vida tanto de manera directa como indirecta a los diferentes núcleos familiares que tienen el interés en hacer parte de esta cadena productiva. Esto bajo la consideración de que el vínculo de la población al proceso productivo está muy correlacionado con las tareas cotidianas, con su tradición, su cultura y fortalecimiento del desarrollo social, económico y autosostenible de la región.

En la actualidad de entorno mundial globalizado, el sector agropecuario se encuentra en cambio continuo, y requiere de soluciones eficaces desde la promoción y fortalecimiento de la producción primaria hasta la transformación de los productos agrícolas y pecuarios. Pero esta es una labor no sólo del sector productivo sino también de la academia, del estado y de las regiones, los cuales desde las diferentes condiciones deben presentar resultados efectivos de acuerdo con las necesidades de la población en general.

El hecho mismo de conocer los conceptos, criterios, métodos, principios y técnicas lo convierte en un compromiso con el desarrollo rural, el mejoramiento de las condiciones de vida de la población, la sostenibilidad ambiental y la sustentabilidad económica de los productores. Por tal razón, el presente trabajo de investigación está dirigido o tiene el fin de dar a conocer los beneficios de una planta y raíz que significa no solo beneficios para la salud sino también, una garantía de la seguridad alimentaria de la gente que habita la región. De igual manera busca motivar la permanencia de la misma en el campo, haciendo un aprovechamiento adecuado y sostenible de las unidades productivas agroalimentarias y en general, de un gran potencial en lo referido a la productividad y desarrollo socioeconómico de esta zona del departamento.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Implementar un modelo de cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) para el aprovechamiento medicinal y alimenticio - Vereda Julumito Municipio de Popayán Departamento del Cauca.

4.1.1. Objetivos específicos

- ✓ Realizar una caracterización de la actividad productiva y de cosecha del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) - Vereda Julumito Municipio de Popayán.
- ✓ Elaborar un análisis sobre las alternativas para el aprovechamiento medicinal y alimenticio del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*).
- ✓ Identificar las comunidades de la zona de estudio y su percepción del impacto generado por la actividad productiva de la planta de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

5. Marco teórico

5.1. Antecedentes

Según Flores (2010), en países como Perú, Bolivia y Argentina se ha desarrollado importante información histórica sobre el yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Esto en razón a que la planta estuvo presente en la cotidianidad de las culturas Nazca (500aC-700dC), Paracas (1500-500aC) y Mochica (500aC-700dC), así mismo, en Argentina, su presencia se asocia a la cultura Candelaria (1-1000dC) desarrollada en la Provincia de Salta, donde actualmente existe una localidad llamada “yacones”, lo cual refleja la importancia regional de la misma (Flores, 2010).

Coronado (2013) & Dostert, Roque, Cano, La Torre y Weigend (2009) hacen referencia a los intentos de cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) fuera de su área de distribución natural desde la década de los años 60. La ruta migratoria del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) empieza desde Ecuador hacia Nueva Zelanda, país en el que se adaptó bien y donde actualmente es sembrado en pequeña escala para comercializar sus raíces frescas. En 1985 es llevado desde Nueva Zelanda a Japón, siendo este último, el centro de difusión de la planta hacia otros países como Corea y Brasil. Desde 1991, países como Checoslovaquia, Rusia, China, Estados Unidos, Paraguay y Taiwán han implementado cultivos de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*). En lo relacionado a las investigaciones científicas, Japón y Brasil han logrado ciertos avances que han permitido determinar su composición química, manejo agronómico, efectos favorables sobre la salud y desarrollo de productos procesados (Coronado, 2013) y (Dostert, Roque, Cano, La Torre & Weigend, 2009).

Según Machuca (2013), en la actualidad, Japón, Brasil y otras agrupaciones análogas extranjeras promueven el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) con fines medicinales. Las asociaciones de diabéticos en Brasil valoran el dulce sabor del yogurt de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), al que conocen como la “*patata del diabético*”. En Tokio, científicos, productores y consumidores han formado la Asociación Japonesa del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*), la cual, junto con otras agrupaciones análogas extranjeras, está explotando su cultivo y promoviendo el consumo del “*té andino*” hecho con las hojas de esta planta, así como el uso de edulcorante natural en forma pura o elaborada en diferentes productos para diabéticos (Machuca, 2013).

Hermann y Heller (1997) citados por Ramos y Ricardo (2011) hacen referencia a los Andes sudamericanos como la cuna de innumerables variedades de raíces, entre ellas el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), que fue reconocido por sus habitantes más por sus propiedades medicinales que por su contenido alimenticio. Su importancia fue tal que se convertiría en una planta cultivable en las primeras zonas de la vertiente oriental húmeda de los Andes, en la región que se extiende desde el norte de Bolivia hasta el centro de Perú. Su consumo, tanto en raíces como en hojas se ha presentado por parte de personas diabéticas, personas con padecimientos digestivos, afecciones a los riñones o incluso utilizados para el rejuvenecimiento de la piel (Hermann y Heller (1997) citados por Ramos y Ricardo (2011)).

Desde la perspectiva de cultivo en la región, el Perú posee diversidad de variedades cultivadas desde los 1.300 a los 3.500 m. s. n. m., con mayor concentración en el norte y la sierra suroriental, entre los 2.000 y los 3.000 m. s. n. m., en costa, sierra y selva alta. En Argentina crece al noreste de Jujuy y Salta, en Bolivia se encuentra alrededor de los 2.500 y 3.600 m. s. n. m., en las cabeceras del valle al norte de La Paz (Provincias de La Recaja, Camacho, Muñecas y Bautista Saavedra), también en Cochabamba de Pocona hacia el sur, Chuquisaca y los valles mesotérmicos de Santa Cruz. En Ecuador, se siembra entre los 2.400 y 3.000 m. s. n. m. en Loja, Azuay, Cañar, Imbabura y la Provincia de Bolívar y en Colombia se cultiva en la Meseta de Cundinamarca, Boyacá y Nariño, entre los 2.600 y 3.000 m. s. n. m. (Machuca, 2013).

Según Polanco y García (2013) al yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en Colombia no se le ha dado cierta importancia desde el punto de vista medicinal, por lo que no se han realizado investigaciones que conlleven al conocimiento en su diversidad genética, comportamiento agronómico, valor nutricional y/o composición de los metabolitos secundarios. Sin embargo, el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es sembrado con el sistema tradicional de huerta casera o en parcelas junto a hortalizas, maíz, plantas medicinales y árboles frutales. Los cultivos se encuentran en el Departamento de Risaralda, Municipio de Pereira, Guática y Santa Rosa de Cabal; en el Departamento del Quindío en municipios como Salento, Calarcá y Córdoba; en el Departamento de Cundinamarca en el Municipio de Anolaima. En los departamentos de Valle, Antioquia y Tolima en localidades de Palocabildo, Cajamarca Tolima, Falán e Ibagué, el Dovio, Trujillo,

Bolívar y Pradera, en el Valle de Cauca. Particularmente, se tiene registros de siembra en el sur y occidente del Departamento del Cauca en municipios de montaña como Sotar, La Sierra, La Vega, San Sebastián, Santa Rosa. En otros departamentos como Nariño, en la Red de Reservas de la Cocha y en el Departamento del Huila en el Municipio de Garzón (Polanco y García, 2013 & Cano, 2016).

5.2. Bases teóricas

Scott, Rosegrant y Ringler (2000) hacen referencia a como los cultivos de raíces y tubérculos se convierten en un componente importante en el sistema alimentario global hacia el año 2020 donde más de dos mil millones de habitantes de Asia, África y Latino América dependerán de esos cultivos para alimentación y generar sus ingresos. Por ello, es fundamental el estudio y priorización del cultivo de especies vegetales con actividad validada o con demanda creciente en el mercado internacional, de la mano con la investigación agronómica, agroindustrial, fitofarmacutica, fitoquímica, biológica y clínica (Scott, Rosegrant y Ringler, 2000).

5.2.1. Botánica

El *yacón* cuyo nombre botánico es (*Smallanthus sonchifolius*) (Robinson, 1972) es una planta silvestre perteneciente a la familia (*Asteraceaeo Compositae*), género *Smallanthus*¹ (Mackenzie, 1933) originaria de la Región Andina americana. Desde

¹Inicialmente, en la literatura científica, el *yacón* (*Smallanthus sonchifolius*) se clasificó dentro del género *Polimnya* (Wells, 1965), sin embargo, años más tarde, Robinson (1978), determinó que muchas especies de este género, dentro de las cuales se encontraba el *yacón* (*Smallanthus sonchifolius*) en realidad pertenecían al género *Smallanthus* propuesto por Mackenzie en 1933. La diferencia radica en el patrón de estrías encontradas en la superficie del fruto (aquenio), la presencia de un verticilo externo de brácteas involucra les

el año 1.200 a. C., es cultivada de manera aislada “[...] en los valles cálidos entre Ecuador y el noroeste de Argentina” encontrándose el mayor número de variedades y usos en el Perú. En las últimas décadas, este cultivo se ha extendido a otros países como Estados Unidos, Nueva Zelanda, Japón, Corea, Brasil, República Checa e Inglaterra (Machuca, 2013: 19). Dentro de la denominación a la planta según idiomas y dialectos es conocido como *llacuma* o *yakuma* en quechua, *aricoma* en aimara, *yacon strawberry* en inglés, *Poir de terrecochet* en francés, *Erdbirneen* alemán, *Polimnia* en italiano y *yacón*, *jacón*, *llacón* o *lajuash* en español (Machuca, 2013).

5.3. Características morfológicas de la planta

Figura 1. Planta completa de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).



Fuente: Los autores (2017).

la falta de glándulas en el ápice de las anteras y la forma de los pelos de la corola (con ápice agudo). El género *Smallanthus* pertenece a la familia Asteraceae (Compuestas) la cual cuenta con alrededor de 21 especies y su distribución y diversidad está restringida a Centroamérica y los Andes Suramericanos (Dostert, et al. 2009 & Machuca, 2013:19)

Dentro de las características morfológicas, esta una planta herbácea perenne cuya altura varía de uno (1) a tres (3) metros de altura aproximadamente y el diámetro entre 1.5 y 3 cm. Su desarrollo vegetativo depende “[...] *del ambiente y de las condiciones de fertilidad del suelo* (Polanco, 2011). Si la planta proviene de semilla consta de un (1) solo tallo principal a veces ramificado desde la base, otras veces ramificado solo con ramas pequeñas en la parte superior. Si la planta proviene de propágulo o semilla vegetativa consta de varios tallos (Seminario, Valderrama y Manrique, 2003). El tallo es cilíndrico, de color verde a púrpura a angular, huecos en la madurez y densamente veloso en la parte superior y se seca una vez terminada la floración.

5.3.1. Raíces y rizomas

Figura 2. Raíz reservante del yacón (*Smallanthus sonchifolius*).



Fuente: Los autores (2017).

Los órganos subterráneos del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) están compuestos por un tronco voluminoso y ramificado llamado *cepa* o *corona*, la cual presenta brotes denominados rizomas o propágulos. Ella se forma por el engrosamiento del tallo subterráneo unido a las raíces y almacenas sustancias de reserva en forma

de carbohidratos simples y fructooligosacáridos (FOS) los cuales sirven de alimento a las yemas, cuando estas van a brotar. A partir de los rizomas se forman las raíces, las cuales son pulpa dulce, color púrpura y otras tonalidades, un peso que puede oscilar entre los 100 a 1.000 gramos y de dos tipos: las *fibrosas* y las *reservantes* (Seminario, Valderrama y Manrique, 2003).

Las primeras, delgadas y absorbentes que pueden alcanzar en promedio 60 cm de profundidad cumplen la función de fijar la planta al suelo y absorber agua y nutrientes. Las segundas generalmente fusiformes, gruesas y grandes tienen dimensiones que pueden sobrepasar los 25 cm de largo y 10 cm de espesor. A diferencia de otras raíces de tipo tubérculo, la biomasa está constituida por el 70 - 90% de agua y azúcares del tipo fructanos en lugar de almidón (Cano, 2016). Normalmente, una planta puede contener entre cuatro a veinte raíces tuberosas, irregulares, carnudas y peso total aproximado de diez (10) kilogramos (Valderrama, 2005 & Machuca, 2013).

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una de las raíces reservantes comestibles con mayor cantidad de agua, entre el 83 y 90% de su peso seco dentro del cual el 50% y el 70% son fructooligosacáridos (FOS), el resto de carbohidratos conformados por sacarosa, fructosa y glucosa. No obstante, la composición relativa de los diferentes azúcares depende de factores como la época de cultivo, la forma de siembra y cosecha, así como del tiempo y temperatura en la poscosecha (Seminario, Valderrama y Manrique, 2003).

5.3.2. Inflorescencia

Las flores femeninas son liguladas y externas, de 10 a 15 mm de longitud y 7 mm de ancho. Su ubicación es hacia el exterior del capítulo cuya parte más vistosa y coloreada de amarillo es la lígula; su pistilo y estambres son normales, pero genéticamente están incapacitados para producir semilla viable y si producen dan lugar a plantas débiles (Dostert et al. 2009 citado por Cano, 2016).

Figura 3. Flor de yacón (Smallanthus sonchifolius).



Fuente: Rodríguez y Arteaga (2015).

Las flores masculinas son de aspecto tubular con aproximadamente 7 mm de largo con gineceo no funcional. La corola está constituida por cinco pétalos soldados formando un tubo pentadentado (5 lobular), con una espesa pilosidad en la cara externa. Muestra cinco estambres de filamentos libres y anteras connadas a la porción apical del estilo (estigma). En la antesis, las anteras se rompen dejando evidente el estilo, de color amarillo, que sobresale de la corola tubular. Las anteras son de color negro, con finas líneas amarillentas en la connación (Cano, 2016)

La adaptación del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) está entre los 900 y los 3.200 msnm. sin embargo, altitudes medias entre 1.500 y 2.000 msnm se consideran mejores para la producción de raíces *reservantes*². La especie se desarrolla en días cortos y largos, requiere humedad en las primeras etapas de su crecimiento, pero después puede soportar periodos de sequía, temperaturas altas y mínimas de 4 a 5 ° C. Además, muestra una amplia adaptación para la producción de follaje; sin embargo, para que sus raíces sean comestibles requiere suelos profundos, ricos y bien drenados. Su desarrollo vegetativo abarca de seis a siete meses, pudiendo cultivarse todos los meses del año (Valderrama, 2005 & Machuca, 2013).

La formación de los tallos y raíces del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es indiferente a las condiciones de luz, sin embargo, su periodo vegetativo en altas latitudes se alarga, lo que significaría que la respuesta de la planta a los días cortos es rápida. En lo relacionado a la temperatura, su desarrollo óptimo sucede entre los 18 y los 25 °C y su follaje es capaz de tolerar altas temperaturas sin síntomas de daño si se le proporciona agua en forma adecuada pero sensible a las heladas. Aun así, las bajas temperaturas nocturnas pueden ser necesarias para una formación adecuada de las raíces reservantes. La demanda hídrica del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) está entre 650 y 1.000 milímetros de

² La raíz *reservanteo* de reserva de la planta cumple la función de almacenamiento temporal de sustancias como carbohidratos, otros nutrientes y/o agua. Hay casos en los que los órganos *suculentos* le proporcionan bastante agua almacenada de forma que independizan a la planta de la falta de agua y le permiten sobrevivir verdes en épocas desfavorables (Wikipedia, 2017).

precipitación anual a lo largo del cultivo siendo los 800 milímetros la precipitación anual óptima (Polanco, 2011).

5.4. Preparación del terreno

Dentro de los requerimientos del suelo para el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) se encuentran los relacionados a terrenos con textura de suelo³ franco arenosa o franco arcillo arenosa, sueltos, con buen drenaje, profundos, de contenido medio alto de materia orgánica, buena disponibilidad y retención de agua en riego y sectores con baja probabilidad de incidencia de heladas o vientos fuertes. Adicionalmente, es recomendable que “[...] *el suelo tenga ligera pendiente para asegurar un buen drenaje a partir de zanjas apropiadas y evitar los encharcamientos*” (Suquilanda, 2012). El pH ideal se ubica entre los 6 y 7.5 aunque tolera también suelos medianamente ácidos y de baja salinidad (Valderrama 2005 y Polanco y García, 2013). Los terrenos con alta susceptibilidad de humedad como los arcillosos son propicios para el desarrollo de enfermedades radiculares que afectan su producción (Rodríguez y Arteaga, 2015).

La actividad preliminar a la siembra es la limpieza de malezas de raíces profundas, buena remoción del suelo pues una buena preparación del suelo, facilita la siembra, asegura un brote uniforme de los propágulos y permite obtener una buena cosecha a partir de un mejor y más uniforme desarrollo de las raíces.

³ La textura de suelo está referida a la constitución del suelo por partículas de diferente tamaño de las cuales se han establecido muchas clasificaciones pero las más aceptadas son: grava, arena, limo y arcilla. La textura franca contiene menos del 25% de arcilla, se trata de los suelos más adecuados para la práctica de la agricultura, ella agrupa varias composiciones entre un extremo y otro, según contenga más o menos arena, arcilla o limo. El suelo franco arenoso tiene un 15% de arcilla, 15 al 35% entre limo y arcilla y menos del 45% de arena fina (Garay y Ochoa, 2010).

Los surcos deben ser de mediana profundidad y los distanciamientos entre surcos y entre plantas dependen del cultivar a sembrar. Para los cultivares que ramifican se deben considerar entre un (1) metro entre surcos y 0.7 metros entre plantas. La densidad de siembra es alrededor de 14.286 plantas / ha. En cultivares de escasa ramificación y poco desarrollo del follaje así como en plantaciones con esquejes y nudos enraizados, se recomienda distanciamientos de 0,9 metros entre surcos y 0.5 a 0.6 m entre plantas 18.519 plantas /ha aproximadamente.

La duración del ciclo de cultivo varía entre 6 y 12 meses y ello depende principalmente de la altura del sitio de siembra (Manrique, Hermann y Benet, 2004).El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) puede sembrarse en cualquier mes del año donde no hay presencia de heladas o las heladas se presentan al final del cultivo. Sin embargo, se recomienda sembrar a inicios de las precipitaciones lluviosas entre los meses de septiembre y octubre. Si se dispone de riego, la plantación puede realizarse entre junio y agosto. Sin embargo, son comunes las siembras entre octubre y diciembre. Lo importante es que el cultivo disponga de la dotación de agua requerida durante las fases claves de desarrollo y finalmente, la preparación del suelo debe efectuarse entre el tercer día de luna menguante y el tercer día de luna nueva (novilunio o noche oscura) para evitar la posterior presencia de plagas en el cultivo(Valderrama, 2017 y Suquilanda, 2012).

5.5. Propagación por cepa o corona

Una forma tradicional de propagación⁴ es la propagación por cepa o corona donde los propágulos se obtienen después de que las plantas han sido cosechadas (Ver, figura 5). De la cepa o corona, se extraen porciones denominadas *propágulos* cuyo peso promedio está entre 50 y 80 gramos con dimensiones aproximadas de 8 a 12 cm de largo y dependiendo del tamaño de la cepa se pueden extraer de 3 a 30 porciones de cada una.

Figura4. Selección y porciones separadas de cepa



Fuente: Valderrama (2005). Fuente: Fotografía tomada por los autores.

La porción desprendida debe tener suficiente tejido de reserva que asegure su establecimiento en el suelo y el brote de las yemas. En lo relacionado a la desinfección para prevenir al propágulo del ataque de hongos patógenos y

⁴ Otra forma de propagación es por *esquejes de tallo* en la cual se seleccionan plantas madres sanas de 4.5 y 5.5 meses de edad, libres de daños por plagas y enfermedades, que tengan un buen desarrollo foliar y que no hayan iniciado floración ni sometidas a un periodo prolongado sin riego. Adicionalmente que los tallos tengan buena coloración, sean erguidos, sin deformaciones y que no estén lignificados. Además que las plantas no estén en periodo de floración pues se corre el riesgo que luego del trasplante, la floración sea prematura. Esto influye negativamente en el normal desarrollo y productividad del cultivo. Otra forma de propagación es por *nudos de tallo* individuales donde estos se cortan de tal forma que se conserve la base del peciolo pues las nuevas yemas se originan en dicho punto (Valderrama, 2005).

fitófagos, las porciones de cepa se colocan en una bolsa de malla o costal para luego sumergirla en una solución de lejía y agua (1 cojín de lejía de 125 ml, en 25 – 30 litros de agua) durante 5 minutos. Luego de sacarlos se extienden sobre una superficie limpia para dejar secar un poco⁵ (Seminario, Valderrama y Manrique, 2003 & Valderrama 2005).

5.6. Siembra

Según Cuervo y Agredo (2014) para la siembra de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) no se requiere de una tecnología de producción compleja pues este se puede producir sin agroquímicos y asociado a otros cultivos, normalmente junto al maíz, plantas medicinales y árboles frutales en huertas caseras pues esto favorece la utilización e intercambio de nutrientes del suelo por lo que es útil y rentable sembrarlo en forma intercalada (Cuervo y Agredo, 2014). La plantación del propágulo en el hoyo debe hacerse de tal forma que las yemas o brotes se orienten hacia arriba para luego cubrirlos con tierra. La profundidad de siembra debe ser tal que no retarde el proceso de brote y es recomendable unos cinco centímetros de espesor de tierra para cubrir el propágulo (Valderrama, 2005). La siembra debe hacerse en forma manual poniendo una semilla o hijuelo por sitio, el cual deberá fijarse al suelo con una ligera presión de los dedos, procurando que el brote quede hacia arriba a fin de facilitar su enraizamiento (Suquilanda, 2012).

⁵ Otra alternativa fácil y económica consiste en humedecer la porción de cepa y embadurnar la zona del corte con ceniza de fogón. Si existe riesgo de infestación por nematodos, se puede desinfectar los propágulos con cualquier nematicida comercial de baja toxicidad (Valderrama, 2005).

5.7. Fertilización

Para producir plantas vigorosas, de rápido crecimiento y capaces de tolerar los ataques de plagas y enfermedades se recomienda cultivar el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en suelos fértiles, o bien abonados⁶ y con buen contenido de materia orgánica. El abono orgánico se esparce al voleo para incorporarlo luego al suelo mediante el paso de la rastra también se puede aplicar al momento de la siembra a razón de dos puñados por sitio donde sea depositada la semilla (Suquilanda, 2012). Sin embargo, Valderrama (2005), asevera que el propágulo no debe estar en contacto con el abono directamente, sino que este debe ser aplicado cerca de la planta (Valderrama, 2005).

5.8. Cosecha

Seminario, Valderrama y Manrique (2003), se refieren a los principales indicadores de cosecha en el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), los cuales son el amarillamiento y caída de hojas, terminación de la floración e inflorescencias secas, senescencia en tallos, rebrote de nuevos talluelos, raíces con rajaduras y exudación de goma, entre otros. En altitudes mayores a los 2.600 msnm, la cosecha es más tardía que para zonas de menos altura. La cosecha se realiza entre los siete (7) y los doce (12) meses después de la siembra dependiendo de la

⁶Según Suquilanda, (2012), en la agricultura orgánica se trata de proporcionar nutrientes al suelo de tal forma que los microorganismos allí presentes junto a la materia orgánica y mineral incorporada tornen asimilables a los nutrientes para que puedan ser absorbidos por las raíces de las plantas en aras de su desarrollo y producción. La alimentación del suelo se puede hacer mediante la incorporación de materiales orgánicos tanto de origen vegetal como animal y algunos elementos minerales puros complementarios permitidos por los organismos internacionales de "agricultura orgánica", por ejemplo: estiércoles, residuos de cosechas y de la agroindustria, humus de lombriz, cenizas, compost, cal agrícola, roca fosfórica, azufre, hierro, boro entre otros. Estos abonos orgánicos favorecen positiva y considerablemente a las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Suquilanda, 2012).

zona y del cultivar escogido. Para la cosecha de hojas, esta se puede hacer conforme se van formando, y se empieza entre los 2 y los 5 meses después de la siembra o cuando las plantas tienen entre 4 a 5 pares de hojas siempre y cuando se dejen un par de hojas en cada tallo, luego de la cosecha. Sin embargo, la cosecha de estas se recomienda hacerla cuando se expanden totalmente o cuando han alcanzado su madurez porque es el tiempo en el que alcanzan el máximo peso seco (Seminario, Valderrama y Manrique, 2003).

5.9. Corte de follaje

Dado que es un producto bastante susceptible al daño físico se recomienda para la cosecha de las raíces cortar todos los tallos de la planta para luego remover suficiente cantidad de tierra alrededor de la planta de tal forma que al retirar la corona con las raíces se haga el mínimo esfuerzo posible. Esta labor debe hacerse de preferencia unos días antes de la cosecha para facilitar la saca de raíces. El corte de los tallos se hace con hoz o machete a 10 cm de la base de la planta para que los vástagos que quedan se puedan manipular para limpiar la cepa y facilitar el desgaje de las raíces (Valderrama, 2005).

5.10. Remoción y extracción de raíces

Para la cosecha de las raíces del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) se recomienda remover el suelo preferiblemente húmedo, alrededor de la planta a una distancia de 25 a 30 cm de la cepa para disminuir el daño a la misma pues cuanto más cerca de la cepa se cave hay más riesgo de romper las raíces con la herramienta. Una vez removido el suelo, se palanquea la cepa suavemente hasta aflojar

completamente el racimo de raíces. Luego, se coge la cepa tomándola de los tallos cortados y se jala hacia arriba con cuidado. El racimo de raíces se coloca a un lado del hoyo y se procede a quitarle la tierra adherida, sacudiéndola con cuidado, con el fin de descubrir las partes donde las raíces se insertan a la cepa. Para el siguiente paso de desgaje de la raíz, es recomendable hacerla girar suavemente sobre su base que es el punto de inserción a la cepa y en el caso de que la raíz presente una amplia superficie de inserción, se puede facilitar su desgaje utilizando un cuchillo o seccionando la cepa para luego amontonarlas a un lado del surco (Valderrama, 2005).

5.11. Poscosecha

En comparación con otras raíces, el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es bastante susceptible al daño físico, sobre todo durante la cosecha y el transporte pues las raíces reservantes están unidas a la cepa por un cuello delgado y fibroso, y una vez desgajadas se deshidratan y pierden peso rápidamente. En el caso de que no se haga la separación correctamente, la herida en la raíz puede convertirse en un foco de contaminación microbiológico. Por lo que lo más aconsejable es dejarlas bajo la sombra en un lugar fresco y seco manteniendo la tierra que las cubre a manera de cubierta contra la deshidratación. También hay que tener en cuenta que después de cosechadas las raíces, el contenido de FOS (azúcares para diabéticos), disminuye en cierta cantidad lo cual, según los requerimientos del mercado, no es conveniente (Valderrama, 2005& Manrique, Párraga y Hermann, 2005)

5.12. Selección, clasificación y limpieza

Desde el punto de vista comercial⁷, las categorías de clasificación se basan en el tamaño y peso de las raíces. Una planta produce alrededor de 60% de raíces de primera, 30% de raíces de segunda y 10% de tercera, siendo las raíces de segunda las de mayor demanda. De acuerdo a sus características de peso y diámetro se puede clasificar: en calibre 1 si su diámetro es mayor (>) que 7cm y peso mayor (>) que 300 gr; calibre 2 si su diámetro es mayor igual (\geq) que 5 cm y peso mayor igual (\geq) que 120 gr, igualmente, es de calibre 3 si su diámetro es menor (<) que 5cm y peso menor (<) que 120gr. Estos valores cambian de acuerdo al tipo de propágulo utilizado, las condiciones del cultivo y la forma de desgaje de la raíz. Para mejorar la presentación del producto lo más recomendable es lavar las raíces con agua limpia en un recipiente utilizando mallas gruesas para luego enjuagarlas en una disolución desinfectante de lejía en agua, a una concentración de 1 cojín en 50 litros de agua (Valderrama, 2005 &FAO y OMS, 2012).

5.13. Almacenamiento

Una vez sean cosechadas las raíces se deben almacenar en lugares aireados, frescos, de buena sombra y sobre todo hacer coincidir las cosechas con las épocas frías y realizarlas preferiblemente en horas de baja insolación. Las condiciones recomendadas para almacenamiento del yacón (*Smallanthus*

⁷ De acuerdo a la norma regional del Codex para el yacón (*Smallanthus sonchifolius*), el producto destinado al consumo en fresco en los países de la región debe ser internacionalmente aceptable en lo relacionado al valor nutritivo, inocuidad, sanidad e higiene de los consumidores. Así mismo, deben primar las prácticas leales de comercio en consonancia con los acuerdos internacionales en vigor (FAO y OMS, 2012).

sonchifolius) son las bajas y secas temperaturas entre 12.5°C a 15°C a moderada humedad relativa (70-80%) pues las raíces son altamente susceptibles a daño por frío. En estas condiciones, la vida postcosecha se prolonga entre 2 y 4 meses, sin embargo, rebrotes se empiezan a desarrollar después del segundo mes en almacenamiento y el desarrollo de estos produce pérdida de peso de la raíz y especialmente de la jugosidad de la pulpa. Entre otras recomendaciones está la minimización del daño mecánico a la peridermis de la raíz durante la cosecha para posteriormente reducir la incidencia de pudriciones durante almacenamiento (Valderrama, 2005 y Suquilanda, 2012).

5.14. Control de plagas y enfermedades

Dentro de los problemas de carácter fitosanitario como plagas y enfermedades que pueden implicar riesgo para el cultivo de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) se encuentran:

5.14.1. Pulgón rojo (*Myzusnicotianae*)

Este pequeño insecto, ataca al follaje del cultivo produciendo muchas perforaciones sobre las hojas. Este áfido de color rojo oscuro vive en el envés de las hojas y se alimenta de la savia de la planta. Al absorber la savia segregan un líquido azucarado y pegajoso que impregna la superficie de la planta impidiendo el normal desarrollo de ésta. Dentro de las medidas de control se encuentra alternar el cultivo con cultivares de baja susceptibilidad a su ataque, realizar tratamientos antes que la población alcance niveles altos, eliminar malas hierbas hospederas y restos de hortalizas de hoja como repollo, col, entre otros, colocar trampas

amarillas y bandejas amarillas con agua, estas funcionan como atrayentes de las formas aladas, lo que ayuda en la detección de las primeras infestaciones de la plaga, aplicar biocidas caseros como extractos de eucalipto y ajo, realizar aspersiones foliares cada 8 a 15 días a base de *Beauveria bassiana* (2 gramos/litro de agua) y favorecer el desarrollo de enemigos naturales (Coccinélidos: mariquitas), mediante prácticas culturales adecuadas (Suquilanda, 2012 y Valderrama, 2005).

5.14.2. El minador de la hoja (*Liriomyza huidobrensis*)

Las larvas de este insecto ahuecan las hojas, alimentándose de las mismas, alterando de esta manera la actividad fotosintética de la planta. Se recomienda realizar aspersiones al follaje cada 8 días, utilizando una dilución a base de extracto de ajo-ají, si es líquido unos 4 a 5 cc por litro de agua (Suquilanda, 2012).

5.14.3. La araña roja (*Tetranychus urticae*).

Gráfica 12. Arañita roja cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) Finca Villa Elena



Fuente: Los autores (2017).

Cuando hay presencia de araña roja en el cultivo, los daños que esta provoca pueden ser muy significativos. Este ácaro se reproduce, infesta y ataca rápidamente el follaje succionando la savia. Los daños se observan en las hojas con un amarillamiento progresivo debido a que los ácaros colonizan el envés y tejen una seda que los protege y a la vez enrolla debilitando la hoja y posteriormente esta toma coloraciones necróticas o marrones y se produce la defoliación (caída de hojas) de la planta.

La infestación es favorecida por largos periodos de agoste (sin riego), ausencia de lluvias, clima seco, tejidos suculentos, entre otros factores. Dentro del control biológico se encuentra el manejo de fechas de siembra (sembrar de octubre a diciembre), la destrucción de hospederos, abonamiento bajo en nitrógeno, aplicación de biocidas caseros, riego por aspersión. Para su control se puede realizar aspersiones foliares a base de 2 gramos de azufre micronizado por litro de agua con una frecuencia de cada 8 días (Suquilanda, 2012 y Valderrama, 2005).

5.14.4. Chiza (*Ancognatha*)

La chiza es una larva de los escarabajos de la familia (*Melolonthidae Coleoptera*) también conocidas como mojarros o mojojeyes. Estas se encuentran en el suelo ya sea consumiendo materia orgánica o asociadas a la rizosfera de diferentes cultivos.

5.14.5. Enfermedades causadas por hongos

Las raíces del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) son susceptibles a pudriciones provocadas por la presencia de hongos. En su raíz con pudriciones se han encontrado especies de (*Penicillium*, *Rhizopus* y *Cladosporium*). Para controlar estos problemas se recomienda la elaboración de drenajes adecuados y aporques altos para eliminar los excesos de agua que pueden producirse. La mayor parte de pudriciones poscosecha en el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) se dan como consecuencia de daño mecánico y daño por frío (Suquilanda, 2012). Los nematodos de la raíz (*Meloidogyne*) causan daños en la forma de deformaciones de los órganos de la planta, especialmente de las raíces, en las cuales se meten y extraen sus jugos, retardan el crecimiento y debilitan la planta y cuando el cultivo está infestado se puede llegar a perder toda la producción. Dentro de las medidas de control se encuentran: la utilización de propágulos sin síntomas de nematodos, la buena preparación del suelo, hacer una buena remoción, con el fin de que los estados inmaduros y quistes mueran por acción del sol, incorporación de materia orgánica y la utilización del extracto de ruda como agente preventivo y atacante nematocida (Valderrama, 2005).

5.14.6. Desórdenes Fisiológicos

Las raíces del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) son altamente susceptibles a daño por frío a temperaturas por debajo de 10 °C., dependiendo de la variedad y de las condiciones de producción. Los síntomas de daño por frío severo son la aparición de pudriciones, ablandamiento de la raíz y decoloración de la pulpa (generalmente de la cascara hacia adentro). A bajas temperaturas, la pulpa se torna translúcida pero no necesariamente desarrolla una coloración café (Suquilanda, 2012).

6. Marco metodológico

6.1. Descripción del área de estudio

El Corregimiento de Julumito se encuentra localizado en el Sur Occidente de Colombia, específicamente en la zona Noroccidente del Municipio de Popayán a 8 km al Occidente de la Ciudad de Popayán (C) sobre la cuenca del Río Cauca y el Río Saté. Entre las quebradas existentes en la zona se encuentran: la Buitrera, Filipina, La Paz, el Uvo, Garrochal, Rojas, Quitacalzón, La Laja, San Roque, el Aljibe y Taguayaco. Su área comprende las 1.065 hectáreas y se extiende en sentido occidente a los 1.600 y 1.800 m.s.n.m. (POT, 1999) (Figura 1).

Figura 5. Localización Corregimiento Julumito.



Fuente: POT (2016).

Sus límites son: al Norte con el Corregimiento San Rafael y Santa Rosa, al oriente con San Bernardino, al occidente con La Meseta y al sur con El Charco y Cajete. Lo conforman tres veredas: Julumito, Julumito Alto y Los Tendidos (POT, 1999). La Finca Villa Elena con 14.000 metros cuadrados de extensión se encuentra ubicada a 1.737 msnm en la Vereda Los Tendidos, en la zona suroccidental del Municipio de Popayán (C).

Figura 6. Ubicación de la finca Villa Elena



Fuente: Google Maps (2017).

Desde el punto de vista topográfico, es una zona montañosa con una pendiente cercana a los 30° ubicada en medio de las Cordilleras Central y Occidental piso térmico templado y temperatura promedio de 14 a 21 grados centígrados (POT, 1999).

6.1.1. Suelo

Desde el punto de vista de la ubicación y aprovechamiento del yacón (*Smallanthus sonchifolius*), es un terreno con suelos caracterizados por ser superficiales, profundos, de buen drenaje, de texturas moderadamente gruesas a moderadamente finas sobre arenas. Sus colores dominantes en dicha profundidad son el amarillo parduzco y pardo fuerte con textura franco-arcillo-arenoso y arcillosa con presencia de altos contenidos de carbón orgánico en los primeros 80 metros. Estos suelos derivados de cenizas volcánicas les confiere propiedades como la baja densidad aparente, cohesión débil, alta retención de humedad, dificultad para mineralizar la materia orgánica, gran capacidad catiónica de cambio, alto contenido de aluminio y fuerte acidez (POT, 1999 e IGAC, 2009).

Además, son susceptibles a la remoción en masa principalmente por la baja cohesión del material profundo dadas las condiciones de: relieve, condiciones climáticas (vendavales y granizadas), erosión por escurrimiento superficial (POT, 1999: 92). El 65% de los suelos de Julumito son cultivables y el 35% de uso forestal. El uso predominante de los suelos de esta zona está dado por la actividad agrícola en lo relacionado a cultivos de café sin sombra, café con sombrero, plátano, maíz, frijol, yuca, piña, caña panelera, pastos naturales enmalezados con ganadería extensiva, así como pequeñas áreas con vegetación nativa (arbustales) y gran parte de la cobertura en situación de rastrojo. Así mismo se encuentran áreas de suelo descubierto casi desprovistas de vegetación (POT, 1999).

6.1.2. Geología

Desde el punto de vista geomorfológico esta zona pertenece a la Asociación Dominguito (Typic Dystrandept) DI, la cual se caracteriza por la existencia de posiciones de altiplanicie, lomerío, montaña y piedemonte particularmente de relieve plano y fuertemente quebrado a escarpado con pendientes medias, largas e irregulares entre 25, 50 y 75%. De acuerdo a los depósitos recientes principalmente de origen volcánico-sedimentario (Periodo Cuaternario) la zona se hace parte de Miembro Palacé (Qppa) de formación a partir de arcillas, arenas, dacitas, filitas, anfibolitas, metabasaltos, esquistos y cenizas volcánicas que recubrieron parcialmente y en capas delgadas a los materiales primarios (POT, 1999 e IGAC, 2009; Malagón, 2003).

6.1.3. Clasificación climática

El territorio del corregimiento Julumito corresponde en la clasificación ecológica de L. R. Holdridge (1979) a la zona de vida denominada bosque húmedo PreMontano (bh- PM) la cual se ubica en el piso bioclimático Subandino entre los 1.200 y 2.200 m.s.n.m. El clima es medio húmedo con precipitaciones de 2.000 a 4.000 mm y temperatura promedio anual entre 18 y 24 ° C. La Meseta de Popayán presenta cinco diferentes tipos de clima, dentro de los cuales se destaca el clima Templado Húmedo con un 85.2% del área total, la cual se caracteriza por presentar una elevación promedio de 1.600 msn, una precipitación media multianual de 2.070 mm y una temperatura media de 17°C (POT, 1999, p. 96).

6.1.4. Flora

En la zona de vegetación de Bosque Húmedo Premontano, el cual predomina en el área de investigación se muestra un panorama vegetal bastante destruido, con áreas erosionadas o pobladas solamente con una pequeña cubierta herbácea y de rastrojo. En algunas zonas ligeramente planas aproximadamente a 1.000 m.s.n.m., en suelos pobres y erosionados crecen algunos grupos de piñuelas (*Bromeliapinguin*), chapalote o frijolillo (*Diocleasericea*), mortiños (*Miconiaalbicans* y *Miconiarubiginosa*), mosquero (*Crotonsp.*), damiana (*TurmeraUlmifolia*), tetilla (*Solanummammosum*), zarras (*Mimosa sp.*), escoba (*Waltheria indica*) y venturosas (*Lantana*) Entre los árboles que se encuentran está: el carbonero (*Calliandra* sp.), drago (*Crotonsp.*), guamo (*Inga sp.*), gualanday (*Jacaranda caucana*) nacedero (*Trichantera gigantea*) (CRC-CONIF, 2004).

6.1.5. Fauna

La fauna de la Meseta de Popayán se componede alrededor de 1.520 individuos de peces distribuidos en 11 especies, pertenecientes a las familias (*Characidae*, *Bryconinae*, *Lebiasinidae*, *Trichomycteridae*, *Astroblepidae*, *Hypostominae*, *Rivulidae*, *Poeciliidae* y *Cichidaecuatro*); 638 individuos de anfibios distribuidos en cuatro especies (*Bufo marinus* (Linnaeus, 1758), (*Colostethusfraterdanieli*) (Silverstone, 1971), (*Dendropsophuscolumbianus*) (Boettger, 1892) y (*Leptodactylus colombiensis* (Heyer, 1994) y cuatro familias (*Bufo* *idae*, *Dendrobatidae*, *Hylidae* y *Leptodactylidae*). En el caso de las aves se encontraron 3.692 individuos, pertenecientes a 169 especies, las cuales están distribuidas en

42 familias. Las familias más representativas son (*Tyranidae*) (11.83%), (*Thraupidae*) (8.28%) y (*Emberizidae*) (7.69%). Las seis especies de mamíferos (*Didelphidae* *Chironectes minimus*), (*Leporidae*), (*Sylvilagus brasiliensis*), (*Phyllostomidae*), (*Carollia perspicillata*), (*Artibeus lituratus canidae*), (*Cerdocyon thous*), (*Lontra longicaudis*). También se registran cinco especies y dos géneros de reptiles como (*Gymnophthalmidae* *cercosaura*), (*vertebralis*), (*Polychrotidae*), (*Anolis* sp.), (*Colubridae* *Clelia equatoriana*), (*Lampropeltis triangulum andesiana*), (*Dipsas* sp.), (*Viperidae*), (*Bothriechis schlegelii*), (*Bothrops asper*) (CRC, 2006).

6.2. Metodología

Desde el punto de vista metodológico, la presente es una investigación de tipo *analítico-descriptiva*, en la cual, de acuerdo a Hernández Sampieri (1991), el investigador tiende a describir situaciones, es decir, como es y cómo se manifiesta determinado fenómeno. De otra forma, “*busca especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis*” (Danke, 1986 citado por Hernández), en los cuales se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de ellas para así describir lo que se investiga (Hernández, 1991:71). La investigación se enfoca básicamente al análisis y descripción de las características agromorfológicas del yacón (*Smallanthus sonchifolius*), manejo tradicional del cultivo, importancia y el rol que desempeña dentro de una comunidad en específico. La estrategia metodológica utilizada se sustenta en las siguientes fuentes de recolección de la información:

Observación directa: En este caso será necesario el desplazamiento en cualquier día de la semana hasta el cultivo para observar su dinámica. El trabajo de campo se realiza principalmente en la Finca Villa Elena Corregimiento de Julumito en donde se implementa un cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) para posteriormente implementarlo en otras parcelas de la zona.

Método de muestra: El material de propagación se consigue en el Municipio de Fusagasugá Cundinamarca pues en el Municipio de Popayán no es posible adquirirla. Posteriormente, se hace la desinfección de los propágulos con lejía para evitar el ataque de hongos patógenos.

Luego, se le realiza un seguimiento periódico diario en el sitio donde se establece el cultivo. El terreno con los correctivos necesarios se alista de acuerdo al estudio de suelo donde se realiza la labranza manual ya que es un área pequeña de terreno de 10 ms x 10 metros y se hace con azadón y palines para darle estructura y aireación de la tierra y surcos para la siembra. Luego de 1 mes se realiza abonamiento de 90 cm entre surcos y 57 cm entre plantas que sería lo recomendado para este tipo de cultivo labor realizada a mano entre dos personas las cuales harán la siembra y abonamiento directo con materia orgánica ya descompostada, luego de 2 meses de siembra se realizaran las prácticas culturales como son la de deshierbas para control de arvenses y evaluación de plagas y enfermedades.

Encuesta: Se realizará una encuesta personal semiestructurada por muestreo aleatorio simple, las cuales serán de tipo personal por parte del encuestador con

los encuestados. Los tipos de pregunta según la contestación serán: Dicotómicas: en las cuales se admite como respuesta Si o No, de selección múltiple en donde se permite escoger varias respuestas dentro de una serie de respuestas y cerradas que permiten al entrevistado elegir una respuesta de una serie de respuestas.

Trabajo con la comunidad: El trabajo con la comunidad se lleva a cabo a partir de la elección de la misma por cumplir con ciertas características como el vasto conocimiento acerca del cultivo y/o el interés en el manejo del cultivo. Esta técnica se basa en el acompañamiento familiar, entrevistas informales, charlas con pobladores de la zona y participación en reuniones con los mismos en las cuales se busca realizar una caracterización socioeconómica de la comunidad para tener un diagnóstico general de la misma y determinar el grado de interés y capacidad de manejo del cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

Tamaño de la muestra

$$\frac{z^2 pqN}{Ne^2 + Z^2 pq}$$

Dónde: η = Tamaño de la muestra.

Z = 1.81 (Distribución normal para el 90% de confianza)

Abscisa de la curva normal que cubre un área del 90% de confianza determinado para el estudio de probabilidad de que el conjunto muestral represente adecuadamente al universo del cual ha sido extraído.

P = 0.50 (Probabilidad a favor).

Proporción o porcentaje de habitantes de la Vereda Julumito con interés de implementar el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), establecidos en el 50% para este estudio.

$q = 0.50$ (Probabilidad en contra) $N = 40$ (Población)

$e = 0.07$ error esperado de la estimación establecida en un 7% para este caso.

$$\eta = \frac{1.81^2(0.5)(0.5)40}{40(0.07)^2 + 1.81^2(0.5)(0.5)} = \frac{18.01855}{0.926825} = 32.6344827586 \approx 33$$

El tamaño de la muestra para la investigación será de **33** habitantes de la Vereda Julumito Popayán interesados en establecer el cultivo de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

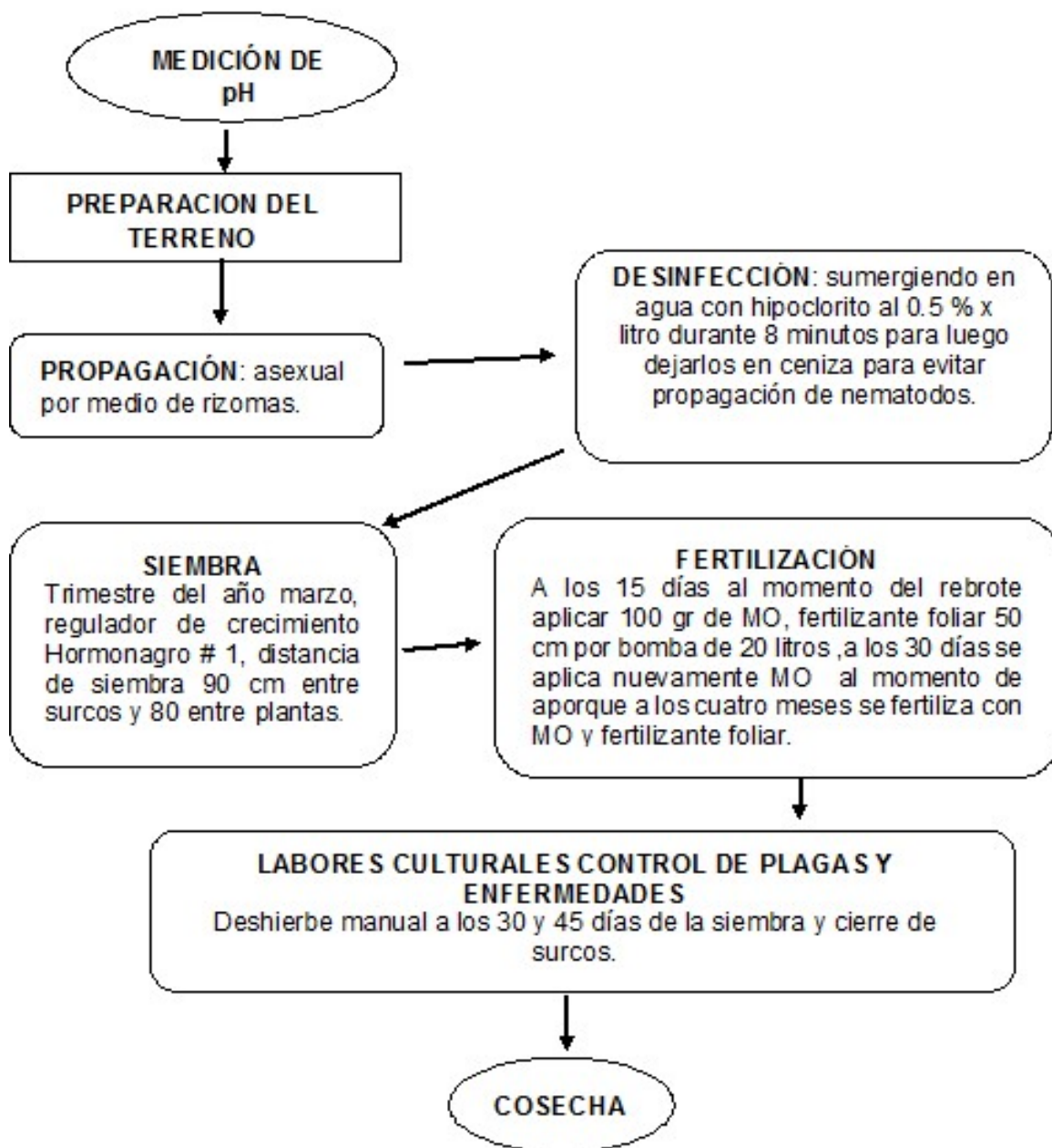
Recolección de información secundaria

La búsqueda de información secundaria como apoyo al trabajo de investigación se sustenta en la revisión de literatura relacionada con el tema, la cual comprende la identificación, selección y análisis escrito de la bibliografía disponible en las bases de datos electrónicas. Adicionalmente, se tienen en cuenta documentos oficiales como el Plan de Ordenamiento Territorial de Popayán, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, entre otros.

RESULTADOS

7. Modelo de implementación del cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) para el aprovechamiento medicinal y alimentación vereda Julumito municipio de Popayán Departamento del Cauca

Figura7. Flujograma modelo de implementación de un cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) Finca Villa Elena.



Fuente: Elaboración propia.

CULTIVO DE YACON	
Medición de pH	Se utilizó papel tornasol para efecto de tener un conocimiento más acertado acerca de los ácidos del suelo del lote a cultivar lo cual arrojó un valor de 5.5 y 6.5.
Preparación del terreno	Se buscó un lote que fuera no mayor al 5% de pendiente para evitar el encharcamiento dado que, en el Municipio de Popayán, las precipitaciones son altas. Se dio inicio de manera manual utilizando palines, azadón y machete, esto con el fin de evitar la degradación del suelo y aumentar la porosidad del área a sembrar. Además de facilitar la realización de los surcos para la siembra ya que con estos se permite un mejor crecimiento y uniformidad en el desarrollo de las raíces y un mejor control de las arvenses.
Propagación	La manera de propagación del yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) es de manera asexual es decir por propagación por medio de rizomas. Esto aumenta el desarrollo de las plantas en un 40% es decir, el crecimiento es más rápido. La consecución de los rizomas de plantas madres en condiciones fitosanitarias y de buena estructura fueron traídas desde el Municipio de Fusagasugá (Cundinamarca).
Desinfección	Los rizomas se desinfectaron sumergiéndolo en agua con hipoclorito al 0.5 % x litro durante 8 minutos y luego se dejaron en ceniza para evitar propagación de nematodos(<i>Meloidogyne</i>).
Siembra	se escoge el primer trimestre del año debido a que en esta época hay mayor precipitación de lluvias en la región, esto no solo favorece su desarrollo sino que también evita la pérdida de semillas por condiciones propias del verano. De esta manera, el mes escogido para la siembra de los propágulos fue marzo en la cual se utilizó un regulador de crecimiento denominado hormonagro # 1, la distancia de siembra fue de 90cm entre surcos y 80 entre plantas. Al momento de realizar el trasplante en campo se usó en cada hueco 50 gr de cal dolomita y 50 gr de materia orgánica descompostada.
Fertilización	A los 15 días al momento del rebrote se aplicó 100 gr de materia orgánica (MO) y se utilizó fertilizante foliar 50 cm por bomba de 20 litros. A los 30 días se aplica nuevamente MO al momento de aporque y a los cuatro meses se fertiliza con MO y fertilizante foliar.
Labores culturales control de plagas y enfermedades	Las labores de deshierba se realizaron de manera manual debido a que las arvenses no deben superar el tamaño de las plantas de yacón (<i>Smallanthus sonchifolius</i>) pues al dejarlas crecer mucho retrasan su crecimiento además de incrementar el ataque de insectos que afectan el cultivo. El tiempo de deshierba se realizó aproximadamente a los 30 días de siembra y a los 45 días de siembra se cerraron los surcos para que las arvenses no

	crezcan de manera descontrolada y evitar gastos adicionales en mano de obra.
Cosecha	Se cosecharon diez plantas con un promedio de producción de 1.535 gr por planta con una producción de 37.038 kilos por Ha.

Fuente elaboración propia.

7.1. Medición de Ph:

Para medir el pH del suelo se utilizó el método de las tiras de papel tornasol tomando un puñado de tierra humedecida con agua destilada para luego ser colocada en un frasco de vidrio. Luego, se insertó la tira y esta arrojó, según la tabla de colores disponibles en la cartilla, un valor entre los 5.5 y 6.5. En cuanto al pH, también se buscó la zona con árboles nativos para evitar los vientos fuertes ya que el tallo del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es muy frágil y susceptible a sufrir volcamiento además de suministrar más sombra ya que crece mucho mejor además de suministrar biomasa al cultivo. En el caso particular de la delimitación del terreno se realizó dicha delimitación con una poli sombra para evitar los daños por parte de los animales domésticos como gallinas, perros, entre otros.

7.2. Preparación del terreno

Para el caso concreto de la siembra de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la Finca Villa Elena se escogió una zona con una pendiente del 5% que cuenta con un suelo profundo, buena cantidad de materia orgánica, textura de suelo franco arenoso y buen drenaje. Los terrenos de la zona tienen buena disponibilidad de agua para riego y acceso fácilmente a las vías. En el lote anteriormente se uso para siembra de cultivos de maíz y frijol de lo cual se dejaron los residuos de la cosecha como hojas y tallos pues estos en su descomposición aportan materia

orgánica, nitrógeno en sus raíces, aireación del terreno y aumento de reproducción de los microorganismos benéficos.

Tabla 1. Fertilización, Control de arvenses y control fitosanitario Finca Villa Elena

SIEMBRA ÉPOCA	FERTILIZACIÓN	CONTROL ARVENSES	CONTROL FITOSANITARIO Dosis
1) aplicación 0 a 8 días.	MO =50 DOL H = 100	Manual =1 jornales	Rutinal =50 cc por Bomba de 20 lts. Control de nematodos (<i>Meloidogyne</i>)
2) distancia de siembra 90mt entre surco 80entre planta	MO = 50 Hormonagro #1	Manual=1 jornales	ALISIN =50 CC Por bomba de 20 lts Control de chisa. (<i>Ancognatha</i>)
3) A los 15 días	MO =50	Manual= 1	ALISIN =50 c

de los rebrotes de hojas	HUMITA 15=50 cc por bomba de 20 lts	jornal	Por bomba de 20 lts Control de pulgón (<i>Aphisgossypii</i>)
4) 30 A 45 Aporque.	MO = 100 Humita 15 =50 cc por bomba de 20 litros.	Manual = 1 jornal	Rutinal =50 cc por Bomba de 20 lts. Control de nematodos. (<i>Meloidogyne</i>)
5) 60 días aplicación foliar	Humita 15 =50 cc por bomba de 20 litros.	Manual = 1 jornal	ALISIM =50 cc Por bomba de 20 lts Control de Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)

Fuente: Elaboración propia.

La labranza del terreno en la Finca Villa Elena, se realizó desde una buena preparación de la tierra comenzando por su limpieza para dejarlo limpio de arvenses de raíz profunda y quitar toda clase de elementos como ramas o piedras que impidan el buen desarrollo de las plantas. Para ello se utilizó herramienta manual como azadón y palines tratando al máximo de no usar una labranza mecánica para evitar la degradación del suelo. No obstante, se busca con ello, aumentar la permeabilidad del suelo y facilitar la realización de surcos que no solo permitan un mejor crecimiento y uniformidad en el desarrollo de las raíces. Aunado a esto, se encuentra la facilidad para realizar las labores culturales y evitar erosión por lavado pues en el Municipio de Popayán se presentan altas precipitaciones (Ver, Anexo II).

7.3. Propagación por cepa o corona

Para el caso de la propagación en la Finca Villa Elena se hizo necesario el desplazamiento a Fusagasugá Cundinamarca pues en el Municipio de Popayán no fue posible la consecución de los propágulos. La propagación se realizó de manera asexual por rizomas de las raíces ya que es más fácil su enraizamiento

además de acortar en un 40% su desarrollo en cuanto crecimiento se refiere. Para lo cual se buscaron semillas de plantas sanas que no estuvieran en floración, se clasificaron las más grandes, de tamaños entre 7 a 10 cm de diámetro que tuvieran más de tres nudos, se desinfectaron los propágulos sumergiéndolos en hipoclorito en cantidad de 0.5% durante 8 minutos y luego con ceniza del fogón. Al limpiarse de esta manera, es una forma económica de realizar una buena desinfección previniendo y evitando la propagación de nematodos y material fitopatógeno que se pueda traer de otra finca.

7.4. Siembra

La siembra del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la Finca Villa Elena se hace aplicando abonos orgánicos y/o bajo condiciones de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en aras de manejar un cultivo sostenible y amigable con el ambiente. Antes de sembrar se realizó una fertilización en los surcos con cal dolomita al voleo para bajar un poco la acidez de la tierra dado que los suelos del Municipio de Popayán tienen un alto contenido de aluminio. Los resultados obtenidos pueden explicarse en principio por las características morfológicas de la zona con contenido de suelos derivados de cenizas volcánicas cuyas propiedades son la fuerte acidez y la alta saturación de aluminio (IGAC, 2009).

*Gráfica 8. Medición de surcos para siembra de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la*



Finca Villa Elena.

Fuente: Fotografías tomadas por los autores.

Para el caso específico del cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la Finca Villa Elena, la siembra se realizó con porciones de cepa o propágulos, a los propágulos previamente, luego de las labores de desinfección se llevan al cultivo y se siembran con sustrato previamente descompostado, materia orgánica y cal dolomita. Para este caso se escoge el primer trimestre del año debido a que en esta época hay mayor precipitación de lluvias en la región, esto no solo favorece su desarrollo sino que también evita la pérdida de semillas por condiciones propias del verano. De esta manera, el mes de siembra escogido fue marzo. Para la siembra de los propágulos se utilizó un regulador de crecimiento denominado *hormonagro # 1* el cual estimula el sistema radicular utilizando para la medición de los surcos un rectángulo de madera cuya distancia es de 90x 80 cm. En este caso, los 90 cm es la distancia entre surcos y 80 cm la distancia entre las plantas para que las raíces puedan crecer sin ningún impedimento. El agujero para la siembra se realiza con un palo recto de aproximadamente 30 cm de ancho (Ver, gráfica 7). En este caso, para una densidad de siembra total de once mil (11.000) plantas por Hectárea con esta distancia se puede usar para cultivos transitorios.

7.5. Fertilización



Gráfica 9. Fertilización de con materia orgánica en descomposición.

Fuente: Los autores (2017).

Unos quince (15) días después se le aplicó un fertilizante orgánico descompostado y solarizado, aproximadamente 50 gramos por agujero para luego colocar el rizoma aproximadamente a unos 10 cm de profundidad para después tapar. Adicionalmente, la aplicación de hongos benéficos como las micorrizas es necesaria para una mejor nutrición de las plantas aclarando que el propágulo no debe estar en contacto directo con el abono para evitar la quemazón del mismo. La segunda parte del abonamiento se realizó a los cuatro (4) meses siguientes a la siembra para asegurar un buen enraizamiento. Para una mejor disposición de nutrientes, se empleó un abonamiento foliar orgánico, generalmente en época de verano para que ayude a incrementar la aparición de hojas y rebotes en los tallos.

7.6. Labores culturales

*Gráfica 10. Deshierba y riego cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) Finca Villa Elena*



Fuente: Los autores (2017)

Las labores de deshierba se realizaron de manera manual debido a que las arvenses no deben superar el tamaño de las plantas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) pues al dejarlas crecer mucho retrasan su crecimiento además de incrementar el ataque de insectos que afectan el cultivo (Ver, gráfica 9). El tiempo de deshierba se realizó aproximadamente a los 30 días de siembra y a los 45 días de siembra se cerraron los surcos para que las arvenses no crezcan de manera descontrolada y evitar gastos adicionales en mano de obra.

Para la época de verano en la zona, en los meses de julio y agosto hubo la necesidad de realizar riego por medio de aspersor cada dos días en horas de la tarde para aprovechar mejor la humedad. Esto en razón a que en las horas luz, las gotas de agua en las hojas produce el efecto lupa, el cual quema las hojas al ser éstas, amplias y delicadas. Para evitar la evotranspiracion y resequedad por falta de agua en el cultivo, se realiza un microclima con Mulch con la hojarasca resultante del corte de la maleza con la guadaña colocada entre los surcos y al lado de las plantas. Esto ayudó en época del verano intenso y durante los meses de sequía, el ahorro de agua y a que las plantas se mantuvieran hidratadas y sin problemas de resequedad. Adicionalmente, de que el mulch al descomponerse ayuda a incorporarse a la tierra y convertirse en abono, beneficiando al cultivo mismo y a controlar el crecimiento de más arvenses.

7.7. Cosecha y Postcosecha

Gráfica 11. Cosecha y postcosecha Finca Villa Elena



Fuente: Los autores (2017)

Para el caso de la cosecha de las raíces de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en la Finca Villa Elena, ésta se da a los ocho meses de siembra y se realizó en horas de poca luminosidad. Las herramientas utilizadas son una pala o palin, las cuales se enterraron a una profundidad de 40 cm de la parte basal de la planta y a unos 15 cm de profundidad para evitar al máximo el daño de la raíz y poder retirarla completa sin cortes. Una vez removido el suelo se procede a realizar presión hacia arriba tomándola desde el tallo para luego halarla y sacar completamente toda la planta, sacudirla y separar del rizoma, el producto. Luego, a la raíz del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) se le da un leve giro y se corta con un cuchillo para evitar daños después de la poscosecha.

7.8. Selección clasificación y limpieza del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) Finca Villa Elena

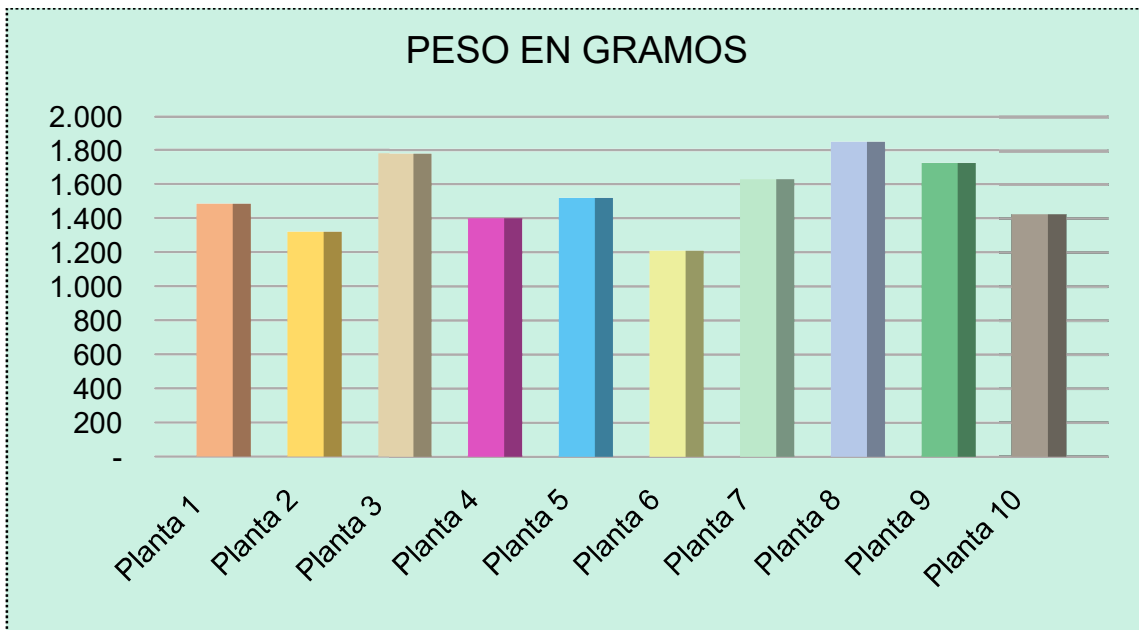
Gráfica12. Pesaje del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) Finca Villa Elena



Fuente: Los autores (2017)

Para evitar la deshidratación en la práctica en la Finca Villa Elena, se dejaron las raíces en lugar fresco y con poca humedad dada la susceptibilidad al calor del sol por parte de estas.

Gráfica 13. Peso en gramos de tubérculo para una muestra de diez (10) plantas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).



En la cosecha de un área de 10 x 10 mts² en la cual se sembraron 90 semillas, el contenido de cada una fue de 4 a 5 rizomas de las cuales arrojó un peso de: 1)

Primera planta con una producción de 1485 gramos de tubérculo, 2) segunda planta con una producción de 1320 gramos de tubérculo, 3) tercer planta con una producción de 1780 gramos de tubérculo, 4) cuarta planta con una producción de 1.400 gramos de tubérculo, 5) quinta planta con una producción de 1.520 gramos de tubérculo y 6) sexta planta con una producción de 1.210gramos de tubérculo,7) séptima planta con una producción de 1630 gramos de tubérculo, 8) octava planta con una producción de 1.850 gramos de tubérculo, 9) novena planta con una producción de 1.725 gramos de tubérculo y 10) décima planta con una producción de 1.425 gramos de tubérculo, para un promedio de 1.535 gramos de tubérculo (Ver, figura 10). En cuanto a peso de la semilla fue de 2.460 aproximadamente x mata sin el tubérculo. En términos de densidad de siembra, si en 10 m² cuadrados se sembraron 11 plantas en una hectárea se necesitarán 11.000 plantas.

7.9. Embalaje

Si las raíces del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) son quebradizas se recomienda realizar el embalaje con cuidado y usando los materiales más apropiados. Por lo general, se usan cajas de madera liviana o canastilla plástica, similares a las usadas para embalar fruta (mango, tomate, etc) o cajas de cartón reforzado. En ellas, las raíces se colocan en capas horizontales, las grandes en el fondo y las pequeñas encima. El peso máximo de la caja llena es de 20 kg. Por lo general, es conveniente colocar las hojas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) entre las raíces para evitar daños por fricción.

7.10. Control de plagas y enfermedades

Ilustración 14. Control de plagas y enfermedades Finca Villa Elena



Fuente: Los autores.

Araña roja (*Tetranychus urticae*)

En el cultivo de estudio (Finca Villa Elena) se evidenció un amarillamiento en las hojas debido a que estas arañitas colonizan el envés de las hojas y tejen una seda que los protege y enrolla la hoja debilitándola y posteriormente esta toma un color negro o marrón produciendo caída de las hojas de la planta. La infestación posiblemente se debe a ausencia de lluvias, clima muy seco, tejidos suculentos, entre otros factores. Dentro del control biológico se tuvo en cuenta, la fecha de siembra (octubre a diciembre) y Los extractos de ají-ajo han sido utilizados exitosamente para el control de araña roja, en aplicaciones foliares de 50 cm por bomba de 20 litros, Estas plantas poseen componentes de acción repelente y actúan por ingestión, causando trastornos digestivos. El producto utilizado fue ALISIN de la línea Safer.

Tabla 2. Control fitosanitario plagas y enfermedades cultivo de Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) Finca Villa Elena

PLAGAS	INGREDIENTE ACTIVO		DOSIS
Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>)	ALISIN	Extracto de ají	5 cm por litro de agua
Chiza (<i>Ancognatha</i>)	ALISIN	Extracto de ají	10 cm por litros de agua
Nematodos (<i>Meloidogyne</i>)	RUTINAL	Extracto de ruda	20 cm por litro de agua

Fuente: Los autores (2017)

7.10.1. Chiza (*Ancognatha*) y nematodos (*Meloidogyne*) en el cultivo de Yacón (*Smallanthus Sonchifolius*) Finca Villa Elena.

Figura 15. Chiza y nematodos en cultivo de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) Finca Villa Elena



Fuente: Los autores (2017).

Aunque la mayoría de sus especies son inocuas, algunas ocasionan daños económicos severos pues atacan las raíces de las plantas cultivadas y causan la muerte de las plantas las cuales se marchitan y se secan (Pardo y Gaigl, 2003). Para el caso específico del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) el control se realizó a partir de aplicaciones de ALISIN extracto de ají 100 cc por bomba de 20 litros haciendo 2 aplicaciones cada 8 días en forma de drench. En el caso

particular del cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en Villa Elena, un aspecto a tener en cuenta al momento de la cosecha, es la alta incidencia de los nematodos, lo cual disminuyó, en cierta forma, el nivel de producción. La recomendación para el control de los nematodos es la utilización del producto RUTINAL cuyo ingrediente activo es la ruda (*Ruta graveolens*) como nematicida en una aplicación de 200cm por bomba de 20 lts.

8. Alternativas para el aprovechamiento medicinal y alimenticio del yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

La raíz del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en su peso fresco se compone de agua en un 85 y 90% aproximadamente y en contraste con la mayoría de tubérculos y raíces que almacenan sus carbohidratos en forma de almidón, el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) almacena esencialmente fructooligosacáridos naturales (FOS) (Valderrama, Seminario y Manrique, 2003 & Manrique y Hermann, 2003). El peso seco en forma de carbohidratos constituye aproximadamente el 90 % del cual entre el 50 y 70 % son fructooligosacáridos (FOS). Los FOS, oligofruktanos e inulinas forman parte de una clase particular de azúcares, conocidos con el nombre de *fructanos*⁸ los cuales cuentan con un alto poder antioxidante (ácido clorogénico y triptófano) y efectos favorables para la salud humana.

El otro porcentaje acumulados de las raíces reservantes está constituido por sacarosa, sucrosa, alfa glucosa y fructosa y además contiene cantidades significativas de potasio, compuestos polifenólicos derivados del ácido cafeico y varias fitoalexinas las cuales actúan en la actividad fungicida (Manrique & Hermann, 2003 y Machuca 2013). Sin embargo, la composición química rica en nutrientes, en el caso de las proteínas, grasas, lípidos, vitaminas (B y C) y

⁸ La estructura principal de los *fructanos* está compuesta por moléculas de fructosa unidas por enlaces glucosídicos β (2,1) y/o β (2,6) y lo habitual es encontrar una molécula de glucosa al inicio de la cadena de cada fructano. Existen diversos tipos de fructanos, pero desde el punto de vista medicinal y nutricional se reconocen a los *fructooligosacáridos* y a la *inulina* como los más importantes. Según algunas prácticas, la exposición excesiva al sol de la raíz conlleva a la concentración de fructanos, los cuales se descomponen y transforman en azúcares siendo su efecto medicinal menor (Manrique y Hermann, 2003 & Machuca, 2013).

Los FOS y la oligofruktanosa son muy similares pero con diferencias estructurales asociadas a sus diferentes orígenes (transfructosilación de sacarosa para los FOS e hidrólisis enzimática de inulina para la oligofruktanosa). Las cadenas de oligofruktanosa son más largas que aquellas producidas por transfructosilación de la sacarosa, además, no todas las cadenas tienen una glucosa terminal en la oligofruktanosa, pero los FOS si las tienen. Los FOS y la oligofruktanosa presentan una estructura química lineal mientras, que la inulina presenta ligeras ramificaciones (Crittenden y Playne, 1996 citados por Mescua, 2017).

minerales como calcio (Ca), fósforo (P) y hierro(Fe) es relativamente bajo (Ramos y Alfonso, 2011).En el caso de las hojas de la planta de yacón(*Smallanthus sonchifolius*), estas contienen compuestos *sesquiterpenos, flavonoides, lactonas* y un grupo de sustancias aún no identificadas con una actividad antioxidante y fungicida, lo que representa una oportunidad para el desarrollo futuro de bioinsecticidas y nuevos productos en la industria farmacológica (Manrique y Hermann, 2003).El potencial agronómico es muy grande, pues el yacón (*Smallanthus sonchifolius*)sirve además como protector de suelos por su capacidad de mantenerse como especie perenne, especialmente en zonas agroecológicas áridas (Machuca, 2013).

8.1. Propiedades medicinales de los fructooligosacáridos (FOS)

Según Manrique y Hermann (2003) & Ramos y Ricardo (2011) la evidencia científica reconoce positivamente los efectos fisiológicos de los FOS tanto en animales como en humanos. Estos pueden disminuir el nivel de triglicéridos y colesterol, incrementar la asimilación de calcio en los huesos, fortalecer la respuesta del sistema inmunológico, prevenir el estreñimiento, reducir el riesgo de desarrollar cáncer de colon y restaurar la microflora intestinal.

El consumo de FOS mejora la salud del tracto intestinal, esto en razón a que estos se desplazan por el tracto digestivo sin ser modificados (no pueden ser metabolizados en el tracto digestivo) pero al alcanzar la última porción del intestino grueso (el colon), son fermentados por un grupo específico de bacterias que forman parte de la microflora intestinal, los *prebióticos* (Manrique &Hermann, 2003

y Ramos & Ricardo, 2011: 37). Según Manrique & Hermann (2003) estas bacterias en particular los géneros bifidus y Lactobacillus tienen:

“[...] enzimas especiales que les permiten metabolizar los FOS y obtener de este modo la energía necesaria para su crecimiento y multiplicación. La proliferación de estas bacterias genera una serie de efectos benéficos en la salud y también disminuye el crecimiento de otro grupo de bacterias de la microflora que habitualmente produce toxinas que propician el desarrollo de enfermedades en el tracto intestinal” (Manrique y Hermann, 2003:2-3).

La fermentación de los FOS produce ácido láctico y ácidos grasos de cadena corta (SCFA), butirato, propionato y acetato principalmente, los cuales disminuyen el pH del colon e imposibilitan así la multiplicación de bacterias putrefactivas y perjudiciales del colon. Estas bacterias favorecen la producción del complejo de la vitamina B y ácido fólico e inhiben el crecimiento de microorganismos patógenos, incluyendo Salmonella, higuella, Stafilococcus y Candida (Machuca, 2013). Estos agentes han sido vinculados con diversas propiedades asignadas a los fructooligosacáridos, especialmente la de balancear las actividades metabólicas como es el caso de la homeostasis lipídica, fortalecer y modular la respuesta del sistema inmunológico, mejorar la biodisponibilidad de nutrientes, prevenir infecciones gastrointestinales, la disminución de toxinas y reducir el riesgo de desarrollar algunos tipos de cáncer, en especial el de colon (Manrique y Hermann, 2003 & Coronado, 2013). Las bacterias bífidas también pueden aliviar la hiperlipemia, es decir, el incremento de grasas en la sangre (colesterol y triglicéridos) (Machuca, 2013).

Según Coronado (2013), el aumento de las defensas se debe a las capacidades inmuno-modulatorias de las bacterias lácticas que crecen a expensas de los fructanos es decir está implícito en la acción simbiótica. Esto es particularmente evidente en infantes lactantes. Debido a su proceso fermentativo, los oligofructanos pueden afectar el epitelio intestinal favoreciendo el desarrollo de la mucosa y aumentando la resistencia a enfermedades intestinales por un mecanismo de barrera. Por esta misma razón el consumo de oligofructanos favorece que no aparezcan lesiones intestinales ulcerativas, siendo el tratamiento de corto tiempo basado en la ingesta de fructooligosacáridos y bifidobacterias una de las mejores terapias para la inflamación asociada a la colitis ulcerativa activa. (Coronado, 2013)

Polanco (2011), hace referencia a la capacidad de los extractos foliares del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) para aumentar los niveles de insulina y consecuentemente reducir los niveles de glucosa en la sangre. Esta reducción se manifiesta positivamente en la capacidad filtrante de los riñones pues los sesquiterpenos, flavonoides, lactonas y un grupo de sustancias aún no identificadas tienen actividad antioxidante, es decir, neutralizan la actividad oxidante de moléculas inestables conocidas como radicales libres⁹ que ingresan al cuerpo como contaminantes externos (Polanco, 2011).

⁹ Los radicales libres ocasionan daño oxidativo a diferentes niveles en la célula de tal forma que no puede realizar sus funciones vitales de transporte de nutrientes, eliminación de desechos y división. Estos radicales dañan al Ácido desoxirribonucleico (ADN), produciendo fenómenos de mutaciones y carcinogénesis, reordenamientos cromosómicos, modificaciones oxidativas de las bases, fragmentaciones. Entre los compuestos químicos afectados se encuentran los ácidos nucleicos, proteínas, aminoácidos libres, lípidos, lipoproteínas, carbohidratos y macromoléculas del tejido conectivo. Por tal razón, la acción de los antioxidantes, en lo referido a neutralizar la acción

8.2. Cáncer de colon

En el mundo cada año hay más de 11 millones de casos nuevos de cáncer de los cuales cerca del 80% se presentan en países en vía de desarrollo. El cáncer colorrectal es uno de los tumores malignos de alta mortalidad a escala global con una incidencia anual de aproximadamente un (1) millón de casos siendo el cuarto tipo más común junto al cáncer pulmonar, mamario y de próstata (Quintín y Bahena, 2010). En Colombia, de acuerdo a estimaciones, la incidencia en el primer quinquenio del año 2.000 se presentó cerca de 70.887 casos nuevos de cáncer por año. En los hombres, las principales localizaciones de cáncer fueron en orden decreciente: próstata, estómago, pulmón, colon, recto y linfomas no-Hodgkin. En las mujeres las principales localizaciones fueron: mama, cuello del útero, tiroides, estómago, colon, recto y ano (Minsalud, 2012:19).

La acción simbiótica de los oligofruetosacáridos y bifidobacterias inhiben bacterias nocivas cuyos metabolitos aceleran la aparición de lesiones ulcerosas, por tal razón, existe una importante disminución en el riesgo de padecer cáncer de colon. Coronado hace referencia a estudios epidemiológicos que han demostrado una reducción importante de la incidencia de cáncer de colon al implantarse dietas suplementadas con oligofruetosacáridos. En estas mismas poblaciones al identificar la flora se detectó una gran incidencia de bacteroides los cuales al

de los radicales libres, es fundamental en la prevención de enfermedades a nivel general (Chura, 2013).

mejorar la dieta fructanos desaparecen en gran medida dado el efecto inhibitorio resultante (Coronado, 2013).

8.3. Estreñimiento

Los FOS son reconocidos como un tipo de fibra alimentaria capaz de evitar el estreñimiento al permitir una mejor formación del bolo fecal y favorecer la movilidad intestinal y en el caso de “[...] dosis de entre 20 y 40 g/día de inulina potencian un efecto laxante” (Coronado, 2013). De esta manera, diluye los carcinógenos fecales y los promotores tumorales por el aumento de masa fecal que no solo se vuelve más consistente sino también más frecuente lo que a su vez genera menos estrés a nivel del colon. Esto en razón a las masas bacterianas generadas en la intensa fermentación y el aumento de la capacidad de retención de agua otorgada por los carbohidratos no fermentados. Esta fibra también fija los carcinógenos y los ácidos biliares de tal forma que reduce el contacto de estos agentes con el epitelio colónico. Por lo tanto existe una compleja interrelación entre los factores dietéticos, la flora fecal y la modificación de los carcinógenos y promotores tumorales potenciales en el interior de la luz colónica. Luego, los FOS reducen el riesgo de desarrollar lesiones precancerosas en el colon (Manrique y Hermann, 2003).

8.4. Diabetes

La diabetes es una grave enfermedad crónica asociada usualmente a un déficit relativo de insulina (hormona reguladora del nivel de azúcar o glucosa en la

sangre). Esto cuando el páncreas no la produce suficientemente o cuando el organismo no la puede utilizar con eficacia. Ello supone también un incremento en los factores de riesgo conexos como el sobrepeso o la obesidad y la escasa actividad física. La obesidad está presente en el 80 % de los pacientes y es causa por sí misma, de un incremento de la resistencia a la insulina (OMS, 2016). Según datos de la OMS (2016), en las últimas décadas han aumentado el número de casos y la prevalencia de la enfermedad pues para el año 2014, alrededor de 422 millones de adultos en todo el mundo tenían diabetes frente a los 108 millones en el año 1.980. La prevalencia mundial de la diabetes casi se ha duplicado desde ese año, pues ha pasado del 4,7% al 8,5% en la población adulta (OMS, 2016).

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) representa una alternativa para las personas con diabetes por su reducido contenido calórico (poseen sólo la cuarta parte del valor calórico del azúcar común), no elevan el nivel de glucosa en la sangre en personas clínicamente sanas y la reducen en personas con diabetes tipo 2. A diferencia de los azúcares comunes absorbidos en el intestino delgado en forma de glucosa, los FOS pasan directamente al colon y son fermentados completamente hasta formar ácidos grasos de cadena corta, por esta razón los FOS no tienen incidencia en el aumento de los niveles de glucosa en la sangre. Por lo que los diabéticos podrían consumirlo en sustitución de otro tipo de alimentos, en especial de aquellos que son dulces e hipercalóricos por ser un alimento hipocalórico y prebiótico adecuado para personas diabéticas y con sobrepeso (Manrique y Hermann, 2003).

8.5. Obesidad

La obesidad es el segundo problema de salud pública en los Estados Unidos después del tabaquismo. Es una enfermedad crónica originada por muchas causas y con diversas complicaciones. Es un factor de riesgo para el desarrollo de diabetes y enfermedades cardiovasculares. Las personas que consumen muchas más calorías de lo que su organismo realmente necesita, almacenan el excedente principalmente en forma de grasa. Una forma de prevenir y revertir el sobrepeso es sustituir en las comidas aquellos alimentos de alto contenido calórico por otros de menor contenido. Los FOS en el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) son azúcares que tienen una baja digestibilidad en humanos, por ello su aporte de calorías al organismo es mucho menor que el de la mayoría de carbohidratos. En este sentido los FOS son sustitutos hipocalóricos de varios tipos de azúcares y pueden ser incluidos en los regímenes dietéticos para bajar de peso.

8.6. Sistema inmunológico

La acción de los FOS sobre el sistema inmunológico es indirecta, es decir a través de la estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de un número limitado de bacterias intestinales (probióticos). El efecto protector de estos microorganismos se realiza mediante dos mecanismos: el antagonismo que impide la multiplicación de los patógenos y la producción de toxinas que imposibilitan su acción patogénica. Este antagonismo está dado por la competencia por los nutrientes o los sitios de adhesión. Mediante la inmuno-modulación protegen al huésped de las infecciones, incrementando la producción de inmunoglobulinas, aumentando la

activación de las células mononucleares y de los linfocitos (Manrique y Hermann, 2003).

Según Chura (2013), la raíz y hojas frescas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) presentan actividad antioxidante debido a su contenido en polifenoles y estos son los principales responsables de la actividad antioxidante. Las hojas de yacón blanco (*Smallanthus sonchifolius*) muestran los mayores contenidos de polifenoles, flavonoides y vitamina C, las hojas y la raíz de yacón morado (*Smallanthussonchifolius*) presentan el más elevado contenido de antocianinas siendo los fenoles y antocianinas los compuestos de gran capacidad antioxidante. Las antocianinas son glucósidos de antocianidinas, pertenecientes a la familia de los flavonoides. El interés en los pigmentos antociánicos se ha intensificado recientemente debido a sus propiedades farmacológicas y terapéuticas. Durante el paso del tracto digestivo al torrente sanguíneo de los mamíferos, las antocianinas permanecen intactas y ejercen efectos terapéuticos conocidos que incluyen la reducción de la enfermedad coronaria, efectos anticancerígenos, antitumorales, antiinflamatorios y antidiabéticos; además del mejoramiento de la agudeza visual y del comportamiento cognitivo. Los efectos terapéuticos de las antocianinas están relacionados con su actividad antioxidante (Chura, 2013).

Según Gordillo, Negrón, Zúñiga, Flórez, Moreyra, Fuertes, Guerra, Apesteguía & Quintana (2012) existen diversos estudios que han demostrado que las hojas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) poseen diferentes efectos biológicos como la inhibición de la migración de leucocitos polimorfonucleares, inmunomodulación, efectos antioxidante y citoprotector. Adicionalmente hay trabajos previos que

reportan sobre la infusión de hojas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y su capacidad reductora de la glicemia y que probablemente los principios activos que contienen actúan estimulando la liberación de insulina y aumentando la concentración de ésta en el plasma de ratas diabéticas y normales (9-10). Por otro lado, estudios clínicos preliminares demostraron que las raíces y hojas tienen actividad hipoglicemiante (Gordillo, Negrón, Zúñiga, Flórez, Moreyra, Fuertes, Guerra, Apesteguía & Quintana, 2012).

8.7. Usos alimenticios del yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

De todos los polisacáridos y oligosacáridos no digeribles solamente los oligofruetosacáridos son los únicos reconocidos y utilizados en alimentos como prebióticos al cumplir con todos los criterios de clasificación y seguridad alimentaria (Coronado, 2013). Las formas de consumo por su fina textura y sabor dulce, son en forma de fruta fresca, puré, mermeladas, postres, jarabe, hojuelas y té (rodajas deshidratadas) (Salvatierra, 2015 & Manrique y Hermann, 2003). El jugo de la raíz sirve como bebida refrescante, como fuente de azúcar dietética, las hojas son comestibles y tienen un alto contenido de proteínas (Machuca, 2013).

*Tabla 3. Tabla nutricional del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) (100 g de raíz fresca sin cáscara)*

Compuesto	Rango
Agua	85-90 g
Oligofruetosa (OF)	6-12 g
Azúcares simples	1.5-4 g
Proteínas	0.1-0.5 g
Potasio	185-295 mg
Calcio	6-13 mg
Calorías	14-22 Kcal

Fuente: Manrique, Hermann y Bonet (2004).

Según Machuca (2013), resultados de análisis químicos de las hojas y los tallos hechos en National Research Council Italia indican valores de proteína bruta de 11,37 y 17,12%, 2 a 7% de grasa y 38 a 41% de extracto libre de nitrógeno respectivamente, lo que significa que el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) tiene un potencial como forraje o alimento para el ganado, como antidiarreico y antimicrobiano. Además de que poseen cerca de un tercio (1/3) del poder edulcorante de la sucrosa y son bajos en calorías siendo una alternativa al uso del azúcar comercial (sacarosa) y productos similares con gran aplicabilidad tecnológica y nutricional (Machuca, 2013).

9. Percepción de las comunidades de la zona de estudio respecto al impacto generado por la actividad productiva

Figura 16. Socialización con familias de la región del proyecto cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).



Fuente: Fotografías tomadas por los autores.

Según Johns (2004), (Williams & Haq, 2002) y (Padulosi, 1999) citados por Jiménez (2011), el uso de especies subutilizadas no solo brinda una solución a los problemas alimenticios, por sus aportes importantes a una dieta adecuada, sino que también pueden emplearse para fines industriales, medicinales u ornamentales. Entre otras ventajas importantes se encuentra el aumento de empleos e ingresos, un mayor uso de las tierras y la preservación de la identidad cultural de las comunidades rurales (Johns, 2004, Williams & Haq, 2002 y Padulosi, 1999 citados por Jiménez (2011).

El Corregimiento de Julumito Municipio de Popayán es el contexto en el que surge y se desarrolla la idea de establecer el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) porque en gran medida, las familias que hacen parte del estudio, valoran y les motiva los aspectos o beneficios sociales, ambientales y económicos que ofrece esta planta. Después de hacer la convocatoria, se concluye que el cultivo de

yacón (*Smallanthus sonchifolius*) representa para estas familias rurales una oportunidad importante de generación y/o mejora de ingresos económicos, de salud, seguridad alimentaria y por ende de la calidad de vida de las mismas. Pero además de arraigo hacia al campo y a las labores agropecuarias porque si bien es cierto, algunas personas manifiestan no poder estar continuamente, la mayoría de las familias manifiestan el gusto de vivir y trabajar en él, particularmente las mujeres cabeza de hogar. Lo que genera gran expectativa en la comunidad es el referido a los beneficios nutricionales y medicinales de la planta de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), características que la hacen interesante tanto para conocerla y cultivarla.

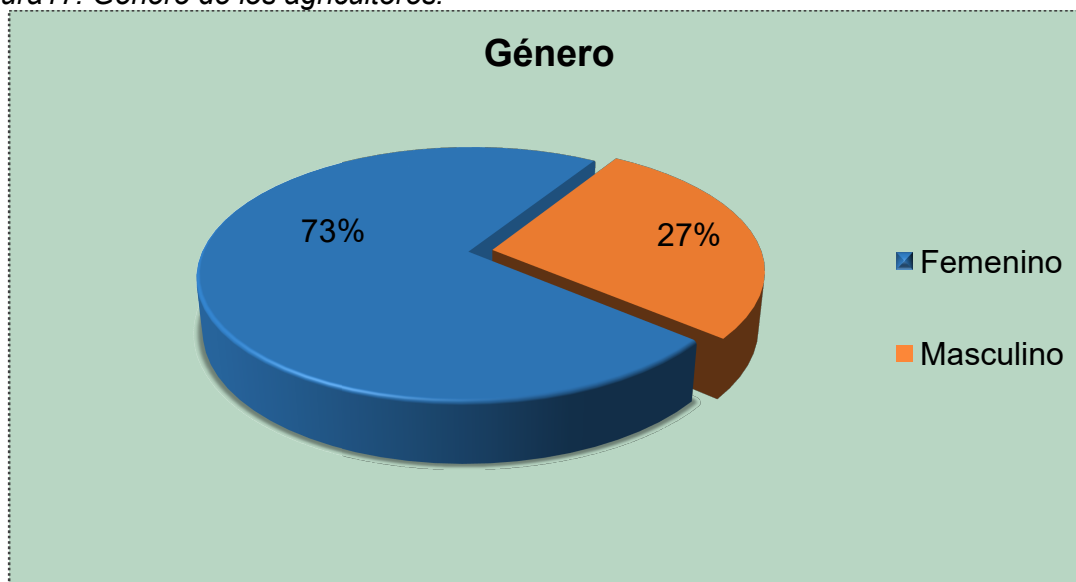
9.1. Socialización del proyecto

La reunión con las familias en el Corregimiento de Julumito se da inicio con una breve reseña histórica sobre el origen de la planta, los beneficios nutricionales y medicinales de la misma y la importante generación de recursos económicos dado que actualmente en Colombia es poco conocida la planta lo que la convierte en un atractivo para la producción y su respectiva comercialización. En el transcurso de la reunión se dieron a conocer también a los campesinos de acuerdo a sus inquietudes, el tema agronómico para el manejo de la planta, en este caso, en lo relacionado a la selección del terreno, siembra, abonamiento, labores culturales y recolección. Además de las exigencias y requerimientos enfocados desde las Buenas Prácticas Agrícolas (B.P.A.) para la producción del cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

9.2. Género de los agricultores

Los cambios acaecidos en el mundo contemporáneo ya sea en lo referido a la reorganización del trabajo en el campo o de las diferentes labores que deben desempeñar las familias para generar bienestar y solvencia económica trae como consecuencia, transformaciones en los roles sociales, principalmente de las mujeres.

Figura 17. Género de los agricultores.



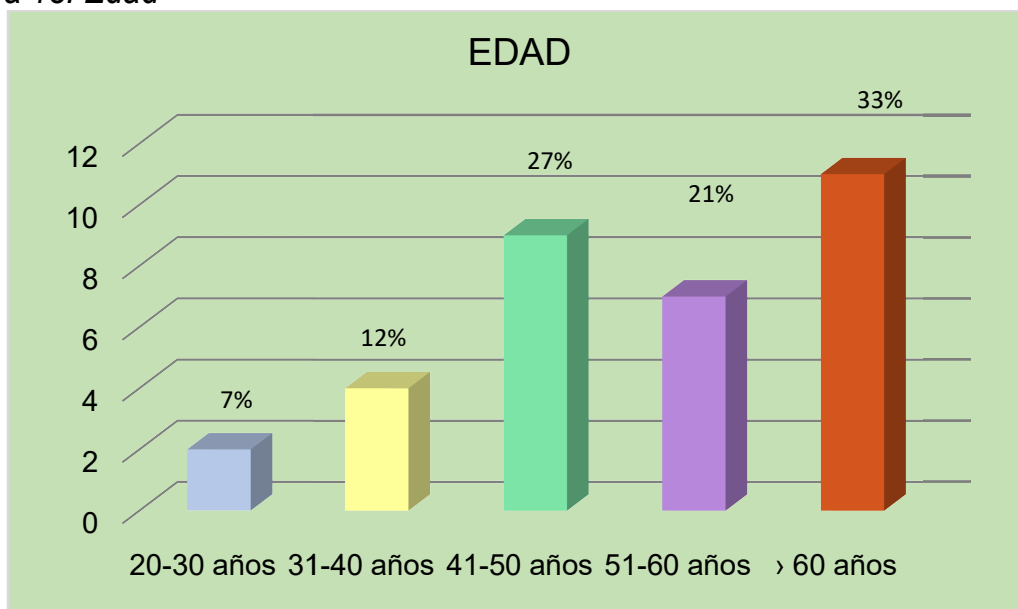
Fuente: Elaboración propia

Así es como la participación de la mujer en los procesos productivos agrícolas familiares es mayoritario, y para el caso específico, el interés por el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) está representado en el 73% de personas encuestadas, las cuales son mujeres frente al 27% de encuestados (hombres) (Ver, figura 17). Estas mujeres amas de casa, productoras para el autoconsumo y trabajadoras por cuenta propia ven en el yacón (*Smallanthus sonchifolius*) una oportunidad importante de generación de ingresos y/o de beneficios para la salud y la seguridad alimentaria de sus familias.

9.3. Edad

En lo relacionado a la edad de estos hombres y mujeres entrevistados, se pudo organizar una muestra en cinco grupos decenales: desde los 20 años (edad mínima hallada en la muestra) hasta un poco más de los 60 años (edad máxima encontrada en el grupo de personas entrevistadas), la cual expresa una distribución de la edad bastante heterogénea. Sin embargo, el 48% de la muestra se localiza en grupos de edad entre los 40 y 60 años, es decir, se trata de una población económicamente activa (Ver, figura 18).

Figura 18. Edad



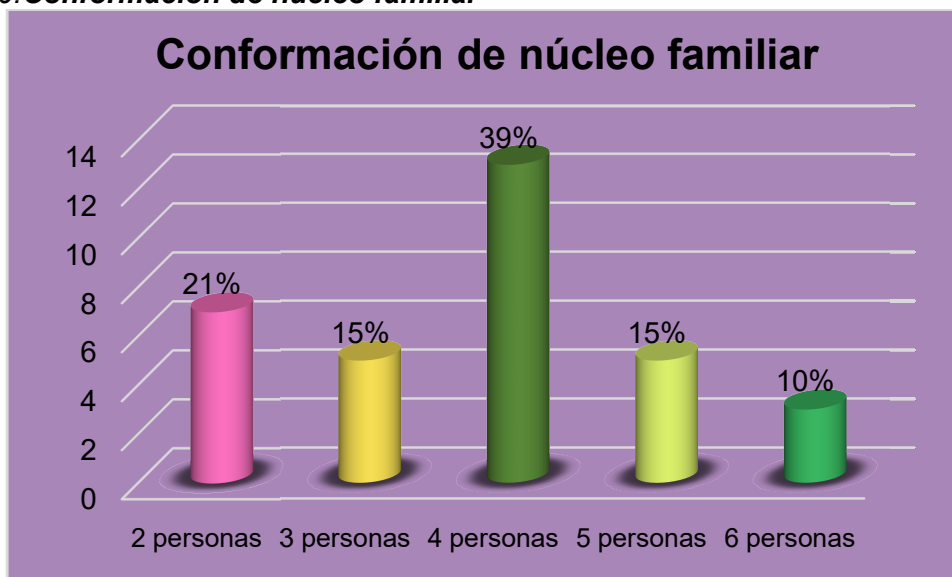
Fuente: Elaboración propia

El 7% de las personas encuestadas tienen entre 20 y 30 años de edad (algunos combinan el trabajo en el campo con el trabajo en la zona urbana de Popayán), el 12% de ellos tienen entre 31 y 40 años, el 48% de los encuestados tienen entre 41 y 60 años y el 33% tiene una edad superior a 60 años. Esto en razón a que el tamaño promedio de los hogares con personas mayores siempre ha sido alto.

9.4. Conformación del núcleo familiar

Todos los entrevistados desarrollan su diario vivir en un contexto familiar, la gran mayoría de tipo núcleo, cuyo tamaño promedio a nivel de la muestra es de 3 a 5 personas por hogar (en este caso se tiene en cuenta con quien vive actualmente). De acuerdo a lo anterior, el 21% de los entrevistados viven sólo con su pareja, ya sea esposo o esposa. Una razón que fundamenta tal situación es la independencia de los hijos en cuanto ya no pertenecen a su núcleo familiar por la conformación de su propio hogar (Véase, figura 19).

Figura 19. Conformación de núcleo familiar



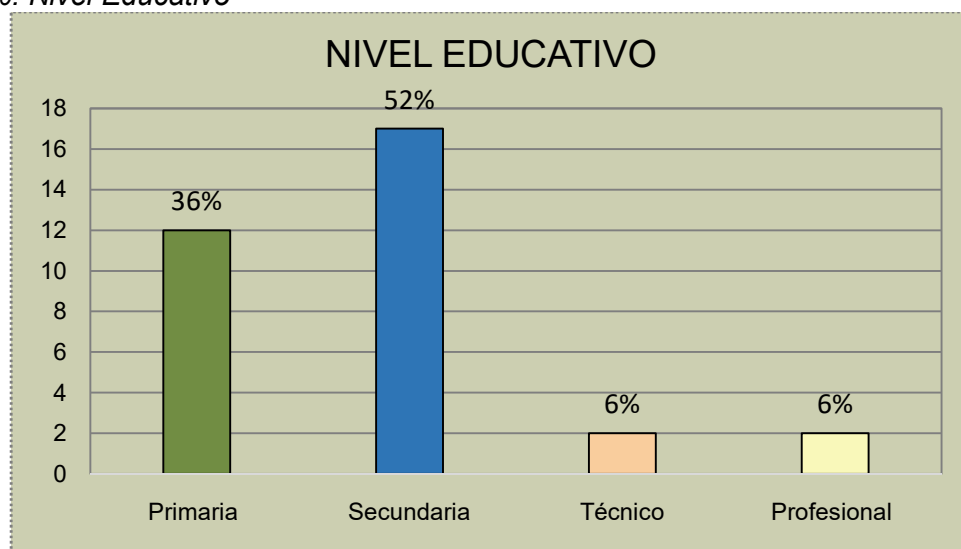
Fuente: Elaboración propia

El 42% de los encuestados tiene un núcleo conformado por 4 personas y un 79% en promedio tienen núcleos familiares entre 3 y 6 personas. Buena parte de los integrantes de la familia ejercen diversas actividades generadoras de ingresos en aras de abastecer bienes y servicios necesarios para satisfacer las necesidades vitales como salud, nutrición y educación de los hijos.

9.5. Nivel educativo

El nivel educativo es uno de los factores más importantes y determinantes de los ingresos individuales y de la capacidad de enfrentar las situaciones cotidianas, pero también es un gran determinante de la actividad económica desempeñada actualmente (si se ha llevado a cabo con relativo éxito es gracias a su conocimiento y destreza adquiridos a lo largo de su ciclo vital). En lo relacionado con el nivel educativo alcanzado por los entrevistados el 36% han alcanzado un nivel educativo de básica primaria y sus actividades se relacionan directa y exclusivamente con las labores del campo (Ver, figura 20).

Figura 20. Nivel Educativo



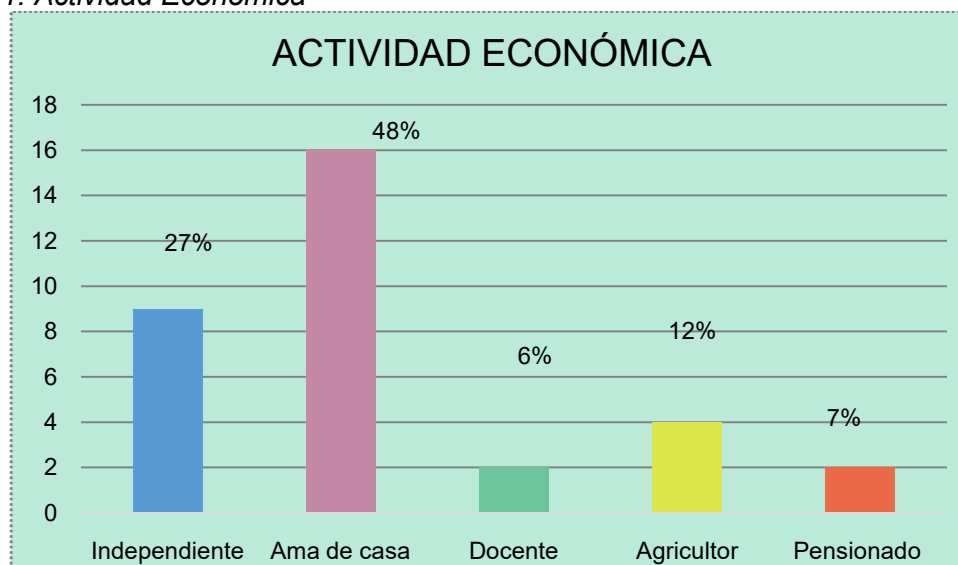
Fuente: Elaboración propia

El 52% de los entrevistados son bachilleres graduados y según ellos para ejercer sus actividades económicas no fue necesario tener una educación formal, pero sí una trayectoria bastante heterogénea y de su habilidad específica para ello. El 12% son técnicos y/o profesionales, acorde a la actividad desempeñada en la actualidad pero que buscan otras alternativas que de una manera u otra les permita mejorar el bienestar propio y el de sus familias.

9.6. Actividad económica

Entre las actividades económicas ejercidas por los encuestados hay una diversidad en las mismas complementadas con la agricultura en sus parcelas. El 48% son mujeres y amas de casa que combinan el trabajo de la familia con las labores agropecuarias. El 7% de los encuestados ejercen o han ejercido actividades como la docencia y son pensionados, el 39% se dedican a la agricultura y otras labores independientes como: cultivo y venta de plantas ornamentales y medicinales, de hortalizas y flores, cría de especies menores, fabricación y venta de lácteos, mototaxismo y trabajo en la Ciudad de Popayán (Ver, figura 21).

Figura21. Actividad Económica



Fuente: Elaboración propia

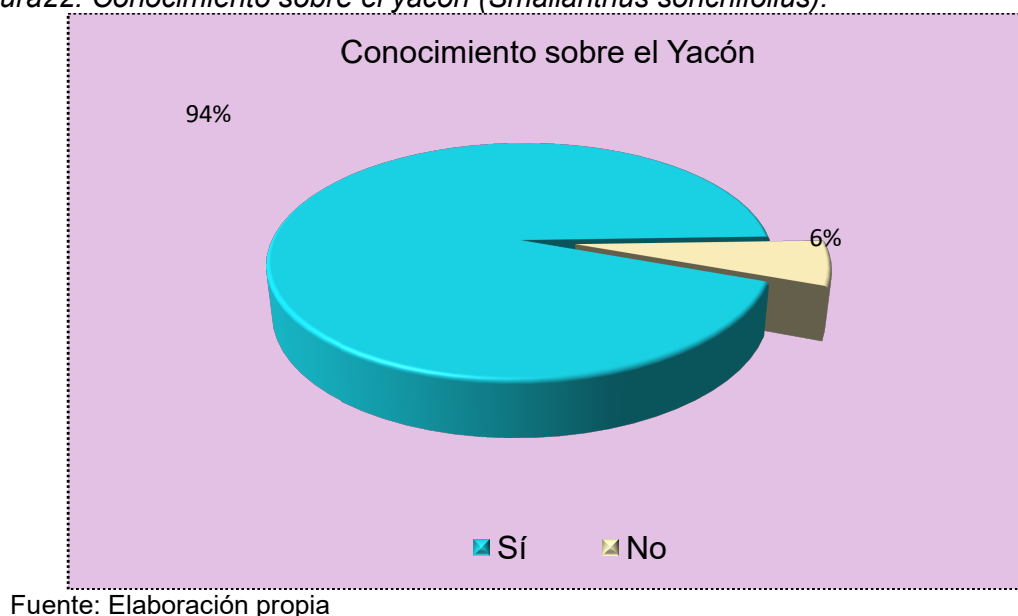
No obstante, un factor determinante que interviene con fuerza en la movilidad social del campo hacia la ciudad es el hecho de poder orientar los proyectos personales de una parte cada vez más importante de la población. Sin embargo, para varios encuestados hay una tendencia hacia la búsqueda del equilibrio entre

lo rural y lo urbano, en donde, lo rural se considera como un espacio tan deseable para vivir como lo urbano un lugar necesario para trabajar.

9.7. Conocimientos sobre el yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

Respecto al conocimiento que se tiene del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) por parte de las personas entrevistadas, el 94% afirman que conocen sobre las propiedades medicinales y nutricionales pues ya han utilizado el producto. Esto en razón a que se ha utilizado cuando existe una problemática de interés social como es la diabetes (Ver, figura 22).

Figura22. Conocimiento sobre el yacón (*Smallanthus sonchifolius*).



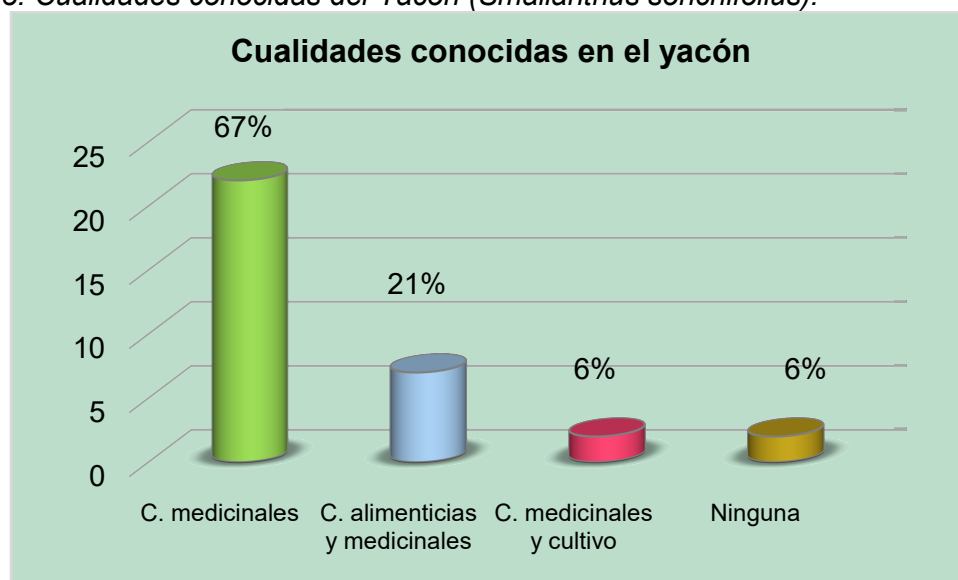
De las 19 personas encuestadas de La Vereda Julumito, el 94% reconoce la importancia del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) y de lo que significa para la seguridad alimentaria de la zona. Por otro lado, también conocen de sus propiedades nutricionales y medicinales y de que es una raíz que se consume como fruta refrescante. Solo el 6% de los entrevistados no han tenido la

oportunidad de conocerlo por lo que le dan poca importancia en lo relacionado a sus bondades.

9.8. Cualidades conocidas del yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

En general, quienes tienen el conocimiento de la planta de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), ya lo han utilizado. Así es como el 67% de las personas conocen a cerca de las propiedades medicinales del yacón (*Smallanthus sonchifolius*). El 21% saben a cerca de las cualidades alimenticias y medicinales sobre todo de los beneficios de la planta en lo relacionado a la diabetes, digestión y a su agradable sabor dulce, de tal modo que manifestaron el interés de incluirlo en su dieta y la de su familia como una fuente complementaria de fibra con beneficios para la digestión (Ver, figura 23).

Figura23. Cualidades conocidas del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*).



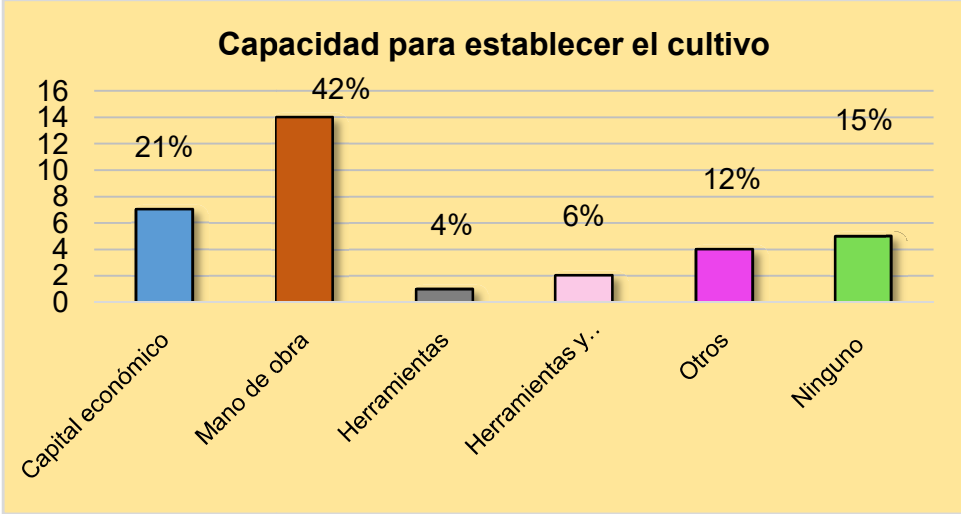
Fuente: Elaboración propia

El 6% de las personas conocen a cerca de las propiedades medicinales y sobre la forma de manejo del cultivo y el 6% de las personas no saben a cerca de sus propiedades esto en razón a que la planta es muy poco conocida en la región.

9.9. Capacidad para establecer el cultivo

Ellis (2000) y Corrales (2004) citados por Santacoloma-Varón (2015) hace referencia a lo algo innato de la economía campesina: el trabajo asociativo, el apoyo en mano de obra, acceso a la tierra, aprovisionamiento de insumos, intercambio de productos, conocimientos y experiencias. Esta diversificación de estrategias económicas y de vida constituye una alternativa para mejorar sustancialmente el bienestar general de la familia (Ellis, 2000 y Corrales, 2004 citados Santacoloma-Varón, 2015). Para el caso específico de estudio, es posible conocer que el 21% de los entrevistados cuenta con el capital económico para establecer el cultivo (Ver figura 24).

Figura 24. Capacidad para establecer el cultivo



Fuente: Elaboración propia.

El 42% disponen de la mano de obra familiar, el 10% poseen entre herramientas y/o mano de obra. El 12% cuentan con el conocimiento, la propiedad de los terrenos, etc., y solo el 15% de ellos no tienen ninguno de los anteriores y se dedican a otras labores económicas sin embargo, les interesa conocer el producto.

9.10. Tenencia de la tierra

En lo relacionado a la tenencia de la tierra, el 58% de los encuestados son dueños de los terrenos en donde se desea establecer los cultivos de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) mientras que el 42% de los entrevistados son arrendatarios de las parcelas que en la actualidad ocupan (Ver, figura 25).

Figura25. Tenencia de la tierra



Fuente: Elaboración propia

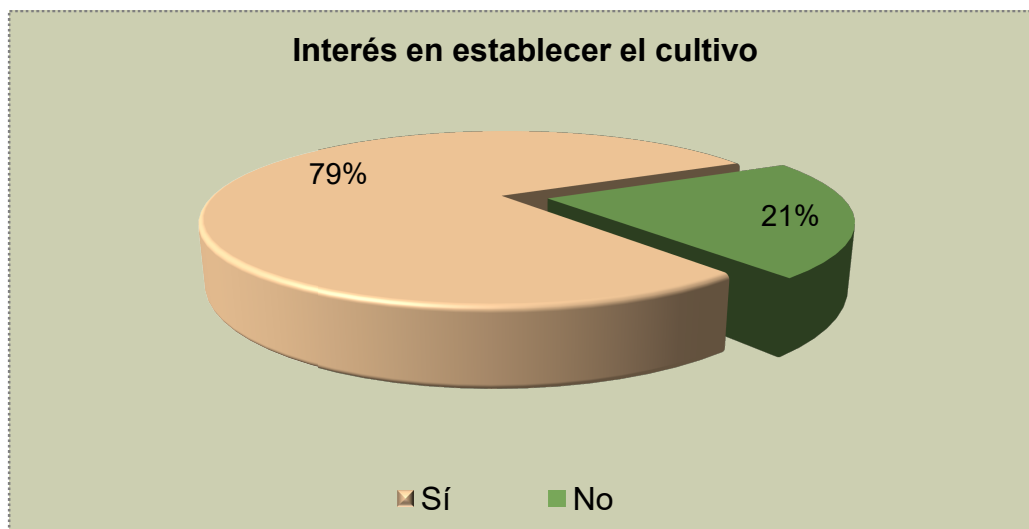
Este dato es muy importante pues las familias cuyos terrenos son propios son las que pueden realizar actividades que impliquen disponer de espacio en las parcelas como el establecimiento de cualquier cultivo. El porcentaje de familias que son arrendatarias de las parcelas en ocasiones no hacen uso de la tierra para

el establecimiento de cultivos y van perdiendo paulatinamente las costumbres de siembra. Tal pérdida de costumbre de saberes, incrementan las compras de alimentos y el uso de medicamentos químicos para cualquier dolencia. No obstante, existe el interés en establecer el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

9.11. Interés en establecer el cultivo

El 79% de los entrevistados están interesados en establecer el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en las parcelas, esencialmente por aprovechar su uso potencial en lo relacionado a sus principios activos preventivos y curativos de enfermedades tan comunes como la diabetes, así como para mantener un equilibrio en la seguridad alimentaria (Ver, figura 26).

Figura 26. Interés en establecer el cultivo



Fuente: Elaboración propia

El 21% de los entrevistados no están interesados en establecer el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), habitualmente porque buena parte del tiempo es destinado al desempeño de otro tipo de actividades económicas. Sin embargo, les

gustaría ser parte del aprovechamiento de las alternativas existentes respecto a la misma, como es el consumo alimenticio, medicinal y la creación de una cultura y refuerzo de conocimientos alrededor del tema. De esta manera, es fácil identificar el interés general para conocer, cultivar y aprovechar los efectos benéficos del Yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

Conclusiones

- ✓ El Yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una planta originaria de la Región Andina de América a la que se le atribuyen múltiples beneficios tanto medicinales como nutricionales y esto ha despertado un gran interés en la comunidad científica y en el público en general.
- ✓ Sus potenciales efectos benéficos medicinales y alimenticios se deben a su contenido de fructooligosacáridos (FOS), un tipo de fructano no digerible por el estómago, el cual es considerado como fibra dietética, prebiótico, de bajo aporte calórico que evita el incremento del nivel de glucosa en la sangre. De igual manera, su contenido de fenoles totales, flavonoides y antocianinas contienen un gran potencial antioxidante.
- ✓ En general, las raíces y hojas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) constituyen un recurso genético promisorio para ser aprovechado como suplemento alimenticio y medicinal en la región.
- ✓ La acción simbiótica de los oligofructosacáridos y bifidobacterias inhiben bacterias nocivas cuyos metabolitos aceleran la aparición de lesiones

ulcerosas, por tal razón, existe una importante disminución en el riesgo de padecer cáncer de colon.

- ✓ Los FOS son reconocidos como un tipo de fibra alimentaria capaz de diluir los carcinógenos fecales y los promotores tumorales por el aumento de masa fecal que no solo se vuelve más consistente sino también más frecuente. Esto genera menos estrés a nivel del colon.
- ✓ La acción de los FOS sobre el sistema inmunológico es indirecta, es decir a través de la estimulación selectiva del crecimiento y/o actividad de un número limitado de bacterias intestinales (probióticos).
- ✓ La raíz y hojas frescas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) presentan actividad antioxidante debido a su contenido en polifenoles y estos son los principales responsables de la actividad antioxidante. Las hojas de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) blanco muestran los mayores contenidos de polifenoles, flavonoides y vitamina C, las hojas y la raíz de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) morado presentan el más elevado contenido de antocianinas siendo los fenoles y antocianinas los compuestos de gran capacidad antioxidante.
- ✓ De todos los polisacáridos y oligosacáridos no digeribles solamente los oligofruetosacáridos son los únicos reconocidos y utilizados en alimentos como prebióticos al cumplir con todos los criterios de clasificación y seguridad alimentaria.

- ✓ Colombia es un país en desarrollo con alta biodiversidad, por lo que es importante crear herramientas que permitan incentivar el aprovechamiento de estas especies subutilizadas, con el propósito de brindar alternativas para el tratamiento de los problemas alimentarios y medicinales.
- ✓ El fomento de este cultivo en la región contribuye a la diversificación de la biodiversidad local no sólo por su capacidad de adaptación sino también por gran aporte a los hábitos alimenticios y nutricionales así y por ser una excelente alternativa para generar ingresos económicos a los agricultores.
- ✓ El Corregimiento de Julumito localizado en el Sur Occidente de Colombia, específicamente en la zona Noroccidente del Municipio de Popayán goza de una posición privilegiada dentro de la geográfica del continente americano por las condiciones favorables para el establecimiento de gran variedad de cultivos. En lo relacionado al cultivo de Yacón (*Smallanthus sonchifolius*), existen las condiciones agroclimáticas y de suelo aceptables para su cultivo, fuente hídrica e infraestructura vial adecuada para el transporte y las posibilidades de adaptabilidad y facilidad de manejo de la planta.
- ✓ Entre otras ventajas importantes se encuentra el aumento de empleos e ingresos, un mayor uso de las tierras y la preservación de la identidad cultural de las comunidades rurales.

- ✓ El Corregimiento de Julumito Municipio de Popayán es el contexto en el que surge y se desarrolla la idea de establecer el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) porque en gran medida, las familias que hacen parte del estudio, valoran y les motiva los aspectos o beneficios sociales, ambientales y económicos que ofrece esta planta.
- ✓ La participación de la mujer en los procesos productivos agrícolas familiares es mayoritario, y para el caso específico, el interés por el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) está representado en el 75% de personas encuestadas, las cuales son mujeres frente al 26% de encuestados (hombres).
- ✓ El 56% de los entrevistados se localiza en grupos de edad entre los 40 y 60 años, es decir, se trata de una población económicamente activa.
- ✓ Todos los entrevistados desarrollan su diario vivir en un contexto familiar, la gran mayoría de tipo núcleo, cuyo tamaño promedio a nivel de la muestra es de 3 a 5 personas por hogar. Buena parte de los integrantes de la familia ejercen diversas actividades generadoras de ingresos en aras de abastecer bienes y servicios necesarios para satisfacer las necesidades vitales como salud, nutrición y educación de los hijos.
- ✓ Entre las actividades económicas ejercidas por los encuestados hay una diversidad en las mismas complementadas con la agricultura en sus

parcelas. El 47% son mujeres y amas de casa que combinan el trabajo de la familia con las labores agropecuarias.

- ✓ Respecto al conocimiento que se tiene del yacón (*Smallanthus sonchifolius*) por parte de las personas entrevistadas, el 95% afirman que conocen sobre las propiedades medicinales y nutricionales pues ya han utilizado el producto.
- ✓ En lo referido a la capacidad de establecer el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*), el 84% de los entrevistados poseen el capital económico, la mano de obra disponible, las herramientas, entre otros, destinados para tal fin.
- ✓ El 58% de las familias tienen terrenos propios por lo que pueden realizar actividades que impliquen disponer de espacio en las parcelas como el hecho de establecer cualquier cultivo.
- ✓ Finalmente, el 79% de los entrevistados están interesados en establecer el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) en las parcelas, esencialmente para el aprovechamiento medicinal y de seguridad alimenticia.

Recomendaciones

- ✓ Para la época de verano se debe utilizar el Método de Mulch, el cual consiste en incorporar material vegetal de las podas a la base de los tallos de las plantas, la cual evita la transpiración del suelo.

- ✓ Para el control de nematodos (*Meloidogyne*) se recomienda la aplicación de rutinal estrato de ruda 200 cc por cada 20 litros de agua en dos aplicaciones en drench, una en la siembra y la otra en el aporque.

- ✓ Para el control de chiza (*Ancognatha*) se recomienda la aplicación de ALISIN extracto de ají 100 cc por cada 20 litros de agua en drench, una aplicación en el momento de la siembra.

- ✓ Para el control de araña roja (*Tetranychus urticae*).se recomienda la aplicación de ALISIN extracto de ruda 50 cc por cada 20 litros de agua en aplicaciones foliares.

Referencias bibliográficas

- Barrera, Tapia y Monteros (Eds.) (2004). “*Raíces y Tubérculos Andinos: Alternativas para la conservación y uso sostenible en el Ecuador*”. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003), No.4. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Centro Internacional de la Papa, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Quito, Ecuador - Lima, Perú. 176 p.
- Cano, María (2016). “*Propagación clonal del yacón [Smallanthus sonchifolius (Poepp. AndEndl.) H. Robinson] y determinación de los contenidos de inulina*”. Trabajo de grado para optar el título de magíster en biotecnología, Convenio Universidad Pontificia Bolivariana-Universidad Católica de Oriente, Unidad de Biotecnología Vegetal, Facultad De Ciencias Agropecuarias, Medellín, 63 pág.
- Cuervo, Gloria y Agredo Marisel (2014). “*El yacón: la dulce raíz de agua*”. Universidad Nacional de Colombia, 2014, 13 pág.
- Coronado, Ángel (2013). “*Elaboración de la harina de yacón (Smallanthus sonchifolius) y su influencia en el crecimiento de dos bacterias probióticas*”, Tesis para optar el Título de Químico Farmacéutico, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Farmacia y Bioquímica Unidad de Post-Grado, Lima, Perú, 2013, 69 pág.
- CRC-CONIF (2004). “*Zonificación de áreas por aptitud forestal y lineamientos de ordenamiento forestal de la cuenca alta del Rio Cauca en el Departamento del Cauca*”, Convenio CRC-CONIF 920-2004, 224 pág.
- CRC (2006). “*Plan de manejo del complejo de humedales de la Meseta de Popayán*” Corporación Regional Autónoma Del Cauca, Min ambiente. Convenio CRC – WWF, 2006.
- Chura, Yesica (2013). “*Efecto de la concentración de la raíz fresca de yacón “Smallanthus sonchifolia” en su capacidad antioxidante frente a la formación de radicales libres*”, Tesis para optar el Grado Académico de Magíster en Nutrición, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de medicina, Unidad de postgrado, Lima, Perú, 67 pág.
- Dostert J., Roque J., Cano A., La Torre M. & Weigend, M. (2009). “*Desarrollo de monografías botánicas (factsheets) para cinco cultivos peruanos. Hojas Botánicas: Yacón Smallanthus sonchifolius (Poepp.) H. Rob*”. Primera edición, Traducción: Frederico Luebert, Proyecto Perú biodiverso (PBD), Secretaría de Estado de Economía Suiza (SECO), Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR), Lima-Perú, 2009, 16 pág.

- FAO y OMS (2012). “*Documento de proyecto propuesta de nuevo trabajo para una norma regional del CODEX para el yacón [Smallanthus sonchifolius (Opep et Ende. H. Robinson)]*”, Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, Comité Coordinador FAO/OMS para América Latina y el Caribe, 18a reunión San José, Costa Rica, 19-23 de noviembre de 2012, 9 pág.
- Garay O. y Ochoa, Á. “*Primera aproximación para la identificación de los diferentes tipos de suelo agrícola en el Valle del Río Mantaro*” Subproyecto Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas de la Cuenca del Río Mantaro para su aplicación en la agricultura 2007-2010, Instituto geofísico del Perú, Lima Perú, 2010, 34 pág.
- Gordillo G, Negrón Luisa, Zúñiga Teófila, Flórez Eduardo, Moreyra Ronald, Fuertes César, Guerra Gustavo, Apesteguía Alfonso, Quintana Angélica (2012). “*Efecto hipoglicemiante del extracto acuoso de las hojas de (Smallanthus sonchifolius) yacón en pacientes con diabetes mellitus tipo 2*”. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Revista Ciencia e investigación 2012; 15(1): 42-47, 2012, 47 pág.
- IGAC (2009). “*Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras del Departamento del Cauca. Escala 1-10.000*”. Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Imprenta Nacional de Colombia, Bogotá D.C, 2009.
- Jiménez, Karen (2011). “*Propuesta para el cultivo y aprovechamiento sostenible del yacón (Smallanthus sonchifolius) (Poepp. & Endl.) H. Rob) en Colombia*”, Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias, Carrera de Biología, Bogotá D.C., 52 pág.
- Machuca V. Florentino (2013) “*La cadena de valor del yacón en la región Cajamarca. Análisis y lineamientos estratégicos para su desarrollo*”. Primera edición, Proyecto Perú Biodiverso (PBD), Cooperación Suiza (SECO), Cooperación Alemana al Desarrollo, Agencia de la GIZ en el Perú, Ministerio de comercio exterior y turismo, Ministerio del Medio Ambiente, Lima, septiembre de 2013, 74 pág.
- Malagón D. (2003). “*Ensayo sobre tipología de suelos colombianos - énfasis en génesis y aspectos ambientales*”. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias 27 (104), pág. 319-341, Bogotá Colombia, 2003.
- Manrique, Iván y Hermann, Michael (2003). “*El potencial del yacón en la salud y la nutrición*”. Centro Internacional de la Papa, Casilla 1558, Lima 12, Perú. XI Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Cochabamba, Bolivia, 15–19 Octubre, 2003.

- Manrique, Iván, Hermann Michael y Bernet Thomas (2004). “*Yacón. Ficha Técnica*”. Centro Internacional de la Papa (CIP) Lima, Perú, Diciembre de 2004, 2 pág.
- Manrique Iván, Párraga Adelmo y Hermann Michael (2005). “*Jarabe de yacón: Principios y Procesamiento. Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003)*”. Centro Internacional de la Papa, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Lima Perú, 40 pág.
- Mansilla R, López C, Flores M y Espejo R (2010). “Estudios de la biología reproductiva en cinco accesiones de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) Robinson”. Ecología Aplicada, Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 2010.
- Mescua Lilid (2017). “*Purificación de fructooligosacáridos del extracto de yacón (Smallanthus sonchifolius) con carbón activado*”. Tesis para optar el título de Ingeniero en industrias alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de ingeniería en industrias alimentarias, 110 pág., Huancayo-Perú, 2017.
- Minsalud (2012). “*Plan Decenal para el Control del Cáncer en Colombia, 2012 – 2021*”, Ministerio de Salud y Protección Social - Instituto Nacional de Cancerología, ESE, Bogotá, D.C, 2012.
- OMS (2016). “*Informe mundial sobre la diabetes*”. Resumen de Orientación, Organización Mundial de la Salud, año 2016.
- Pardo Luis y Gaigl Andreas (2003). “*Complejo Chisa en Colombia (Coleoptera: Melolonthidae)*”. Generalidades y Avances en Identificaciones. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia, 2003.
- Polanco Manuel (2011). “*Caracterización morfológica y molecular de materiales de yacón (Smallanthus sonchifolius Poep. & Endl) H. Robinsón colectados en la eco región Eje Cafetero de Colombia*”. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en Ciencias agrícolas con énfasis en fitomejoramiento, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Coordinación General de Posgrados, Palmira, 2011, 92 pág.
- POT (1999). “*Plan De Ordenamiento Territorial. Dimensión ambiental*”, Documento Técnico, Municipio de Popayán, pp. 354., 1999.
- González, Quintín y Bahena Jesús (2010). “*Cáncer de colon*”. Oncología en gastroenterología. Revista Gastroenterología México, 2010, pág. 65-68.

- Ramos B. y Alfonso R. (2011). “*Evaluación de la capacidad antioxidante de productos tradicionales de la región Junín “granadilla, guinda, habas, quiwicha, oca, quinua, tuna, tumbo y yacón”*”, Año del Centenario de Machu Picchu para el Mundo. Tesis, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo Perú, 2011, 104 pág.
- Rodríguez, Katherine y Arteaga, Irma (2015). “*Tema: bondades medicinales de la jícama (Smallanthussonchifolius) – revisión bibliográfica*”. Tesis previa a la obtención del título en Licenciatura de Enfermería, Universidad Técnica del Norte, Facultad Ciencias de la Salud, Carrera de Enfermería, Ibarra, Ecuador, 148 pág.
- Salvatierra, Domitila (2015). “*Determinación de la composición química proximal, carbohidratos totales, azúcares libres y fructanos del tipo inulina – fructooligosacáridos del yacón (Smallanthussonchifolius (poepp. etendl.) h. Robinson)*”. Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad de ciencias y filosofía, Lima-Perú, 2015, 114 pág.
- Santacoloma-Varón (2015). “*Importancia de la economía campesina en los contextos contemporáneos: una mirada al caso colombiano*”. En: Entramado, Julio-Diciembre, Vol. 11, No 2, pág. 38-50.
- Scott, G., Rosegrant M., y Ringler Claudia (2000). “*Raíces y Tubérculos para el Siglo 21. Tendencias, Proyecciones y Opciones de Política*”. Alimentación, Agricultura y Medio Ambiente-Documento de Discusión. Instituto Internacional de Investigaciones sobre Políticas Alimentarias, Washington, D.C., Centro Internacional de la Papa, Lima, 71 pág., 2000.
- Seminario J., Valderrama M. y Manrique I. (2003). “*El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio*”. Centro Internacional de la papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Lima, Perú, 60 pág.
- Suquilanda, Manuel (2012). “*Producción orgánica de cultivos orgánicos (Manual Técnico)*”. Unión de organizaciones campesinas del Norte de Cotopaxi UNOCANC, Ministerio de agricultura, ganadería, acuacultura y pesca, FAO, Ecuador, 199 pág.
- UNLP (2010). “*Morfología de la flor*”. Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Curso de morfología vegetal, 2010, pág. 23-36.
- Valderrama, Miguel (2005). “*Manual del cultivo de yacón. Experiencias de introducción y manejo técnico en el Valle de Condebamba*”, Pymagros, Productores y Mercados del Agro de la Sierra, Convenio MINAG – COSUDE, Cajamarca Perú, 2005, 47 pág.

Wikipedia (2017). “Órganos reservantes en las plantas”. Wikipedia, la enciclopedia libre.

Anexos

Anexo I



Universidad nacional abierta y a distancia (UNAD)
Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente
Programa de Agronomía (CEAD)

ENCUESTA

IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE CULTIVO DE YACÓN (SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS) PARA EL APROVECHAMIENTO MEDICINAL Y ALIMENTICIO EN LA VEREDA JULUMITO MUNICIPIO DE POPAYÁN DEPARTAMENTO DEL CAUCA

1. Género del (a) encuestado (a)
 - a) Femenino _____
 - b) Masculino _____
2. Edad del encuestado _____
3. ¿Cuántas personas conforman su núcleo familiar?
 - a) N_o de personas _____
 - b) Hijos _____
 - c) Hijas _____
 - d) Otros familiares _____
4. ¿Qué actividades desempeñan?
 - a) _____
 - b) _____
 - c) _____
5. ¿Cuál es su nivel máximo de formación educativa?
 - a. Ninguno _____
 - b. Primaria _____
 - c. Bachillerato _____
 - d. Técnico _____
 - e. Tecnológico _____
 - f. Profesional _____
 - h. Otra _____
6. En lo relacionado a la tenencia de tierra, usted es:
 - a. Propietario _____
 - b. Arrendatario _____
 - c. Otra forma _____ ¿Cuál? _____

Muchas gracias por su colaboración



7. ¿Cuál es su actividad económica? _____

8. ¿Tiene otra actividad económica adicional?

Sí _____ No _____ ¿Cuál? _____

9. ¿Conoce usted sobre el cultivo de yacón?

Sí _____

No _____

10. En el caso de que sí, ¿Qué cualidades conoce?

a. Cualidades medicinales _____

b. Cualidades alimenticias _____

c. Sobre el cultivo _____

d. Otras cualidades _____

11. ¿Usted cuenta con los requerimientos para establecer el cultivo? ¿Cuáles?

a. Capital económico _____

b. Mano de obra _____

c. Herramientas _____

d. Otros _____

12. ¿Está usted interesado (a) en establecer el cultivo en su finca?

a. Sí _____

b. No _____

c. ¿Por qué? _____

Muchas gracias por su colaboración

**IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE CULTIVO DE YACÓN
(SMALLANTHUS SONCHIFOLIUS) PARA EL APROVECHAMIENTO
MEDICINAL Y ALIMENTICIO-VEREDA JULUMITO MUNICIPIO DE POPAYÁN,
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

Género del encuestado	Valor absoluto	Valor porcentual
Femenino	24	73%
Masculino	9	27%
Total	33	100%
Promedio (μ)	Varianza (s²)	Desviación estándar (s)
16,5	112,5	10,60660172

Fuente: Elaboración propia

	VALOR ABSOLUTO	VALOR PORCENTUAL
SEGÚN EDAD		
20-30 años	2	6%
31-40 años	4	12%
41-50 años	9	27%
51-60 años	7	21%
> 60 años	11	33%
TOTAL	33	100%
Promedio (μ)	Varianza (s²)	Desviación estándar (s)
6,6	13,3	3,646916506

Fuente: Elaboración propia

Número de personas que conforman el núcleo familiar	Valor absoluto	Valor porcentual
2 personas	7	21%
3 personas	5	15%
4 personas	13	39%
5 personas	5	15%
6 personas	3	9%
TOTAL	33	100%
Promedio (μ)	Varianza (s²)	Desviación estándar (s)
6,6	14,8	3,847076812

Fuente: Elaboración propia.

actividad desempeña	que	Valor absoluto	Valor porcentual
Independiente		9	27%
Ama de casa		16	48%
Docente		2	6%

Agricultor	4	12%
Pensionado	2	6%
TOTAL	33	100%
Promedio (μ)	Varianza (s2)	Desviación estándar (s)
6,6	35,8	5,983310121

Fuente: Elaboración propia

Nivel educativo	Valor absoluto	Valor porcentual
Primaria	12	36%
Secundaria	17	52%
Técnico	2	6%
Profesional	2	6%
TOTAL	33	100%
Promedio (μ)	Varianza (s2)	Desviación estándar (s)
8,25	56,25	7,5

Fuente: Elaboración propia

Tenencia de la tierra	Valor absoluto	Valor porcentual
Propietario	19	58%
Arrendatario	14	42%
TOTAL	33	100%
Promedio (μ)	Varianza (s2)	Desviación estándar (s)
16,5	12,5	3,535533906

Fuente: Elaboración propia

Conocimiento sobre Yacón	Valor absoluto	Valor porcentual
Sí	31	94%
No	2	6%
TOTAL	33	100%
Promedio (μ)	Varianza (s2)	Desviación estándar (s)
16,5	420,5	20,50609665

Fuente: Elaboración propia

Cualidades conocidas del yacón	Valor absoluto	Valor porcentual
C. medicinales	22	67%
C. alimenticias y medicinales	7	21%
C. medicinales y cultivo	2	6%
Ninguna	2	6%
TOTAL	33	100%

Promedio (μ)	Varianza (s ²)	Desviación estándar (s)
8,25	89,58333333	9,464847243

Fuente: Elaboración propia

Cuenta con los requerimientos	Valor absoluto	Valor porcentual
Capital económico	7	21%
Mano de obra	14	42%
Herramientas	1	3%
Herramientas y mano de obra	2	6%
Otros	4	12%
Ninguno	5	15%
TOTAL	33	100%
Promedio (μ)	Varianza (s ²)	Desviación estándar (s)
5,5	21,9	4,679743583

Fuente: Elaboración propia

Interés en establecer el cultivo	Valor absoluto	Valor porcentual
Sí	26	79%
No	7	21%
TOTAL	33	100%
Promedio (μ)	Varianza (s ²)	Desviación estándar (s)
16,5	180,5	13,43502884

Fuente: Elaboración propia

COSTOS DE PRODUCCION PARA UNA (1) HECTAREA DE YACON

1. COSTOS DIRECTOS

	COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.1.	Maquinaria y equipo				
1.1.1.	Azadón pala y machete	unidad	3	40,000	120,000
1.1.2.	Bomba de espalda	unidad	2	250,000	500,000
	Semilla	unidad	15,000	50	750,000
	Báscula digital x 30 kg	unidad	1	150,000	150,000
	TOTAL MAQUINARIA Y EQUIPO				1,520,000
1.2.	MANO DE OBRA				
	COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.2.1.	PREPARACIÓN DEL TERRENO				
1.2.2.	Incorporación de enmiendas	jornal	2	20,000	40,000
1.2.3.	Picar el terreno, Trazado, surcado.	Jornal	20	20,000	400,000
1.2.4.	Siembra	Jornal	10	20,000	200,000
	TOTAL PREP. TERRENO				640,000
1.2.5.	FASE DE MANTENIMIENTO 7 MESES				
	COMPONENTE	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1.2.6.	Control de arvenses (maleza)	Jornal	10	20,000	200,000
1.2.7.	Labores de fertilización	Jornal	20	20,000	400,000
1.2.9.	Control fitosanitario (MIPE)	Jornal	10	20,000	200,000
	COSTO TOTAL/MANTENIMIENTO				800,000

COSTOS CONTROL FITOSANITARIO						
ÉPOCA DE APLICACIÓN	PLAGA/ ENFERMEDAD	PRODUCTO	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL
Desinfección suelo	Chizas	Alisin -Extracto de aji	Litro	5	40,800	204,000
Desinfección suelo	Nematodos	Rutinal-extracto de ruda	Litro	4	48,000	192,000
Mantenimiento	Araña roja	Alisin -Extracto de aji	Litro	2	40,800	81,600

Mantenimiento	Pulgon	Alisin -Extracto de aji	Litro	2	40,800	81,600
TOTAL/CONTROL FITOS.						559,200

1.4 .14 .	COSTOS PLAN DE FERTILIZACIÓN EDÁFICA Y FOLIAR.						
	ÉPOCA DE APLICACIÓN	FORMA APLICACIÓN	PRODU CTO	UNIDAD	CANTID AD	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL
1.4 .15	Presiembra	Enmienda	Cal dolomita	Bulto 50 kg	20	11,000	220,000
1.4 .16	A la siembra	Materia organica	Inagro	Bulto 50 kg	20	16,000	320,000
1.4 .17	15 días D.T.	Foliar	Uimita 15	litro	1	15,000	15,000
1.4 .18	30 días D.T.	Materia organica	Inagro	Bulto 50 kg	20	16,000	320,000
1.4 .19	60 días D.T.	Foliar	Uimita 15	Litro	2	15,000	30,000
	TOTAL/FERT. EDÁFICA						905,000

CONSOLIDADO COSTOS DIRECTOS	VALOR
Maquinaria y equipo	1,520,000
PREPARACIÓN DEL TERRENO (MANO DE OBRA)	640,000
FASE DE MANTENIMIENTO 7 MESES (MANO DE OBRA)	800,000
COSTOS CONTROL FITOSANITARIO	559,000
COSTOS PLAN DE FERTILIZACIÓN EDÁFICA Y FOLIAR.	1,997,600
TOTAL COSTOS DIRECTOS	5,516,600

Fuente: Elaboración propia

Anexo II

Fotos cultivo de yacón (Smallanthus sonchifolius) Finca Villa Elena.



Fuente: *Fotografías tomadas por los autores.*



Fuente: *Fotografías tomadas por los autores.*



Fuente: *Fotografías tomadas por los autores.*



Fuente: *Fotografías tomadas por los autores.*

Anexo III

Manual para implementación de cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*)

RESUMEN



El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) es una planta originaria de la Región Andina de América actualmente valorada por sus propiedades nutricionales y medicinales para el control de la enfermedad de la diabetes. La raíz es considerada como un alimento prebiótico e hipocalórico de beneficios para la salud humana dado su contenido de fructooligosacáridos (FOS) y las hojas son valoradas por ser una fuente de extractos acuosos de efectos hipoglucemiantes y capacidad antioxidante y antimicrobiana. Estos atributos permiten destacar el producto a nivel regional, particularmente en el Municipio de Popayán, pues no solo representa una alternativa de mejoramiento en lo relacionado a la salud y la seguridad alimentaria de la gente sino también oportunidades para el desarrollo agrícola tanto en el mediano como en el largo plazo. Luego, el cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) se puede considerar una apuesta de desarrollo humano-ambiental, integral y sostenible en el tiempo ya que su producción es agroecológica en asocio con otros cultivos no requiere mayores costos de implementación y es una alternativa para productores en predios de pequeña economía campesina.

PRESENTADO POR
WILIAN ARNULFO ROJAS
ASCUNTAR

JOSÉ ANTONIO PARRA
BOLAÑOS

TRABAJO DE GRADO PARA
OPTAR AL TÍTULO DE

PROFESIONAL EN AGRONOMÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A
DISTANCIA (UNAD)

ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS,
PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE
(ECAPMA)

PROGRAMA DE AGRONOMÍA
(CEAD)

POPAYÁN CAUCA
2018

**MANUAL PARA LA
IMPLEMENTACIÓN
DE UN CULTIVO DE
YACÓN VEREDA
JULUMITO
MUNICIPIO DE
POPAYÁN,
DEPARTAMENTO
DEL CAUCA.**



Taxonomía del Yacón
Según el sistema de clasificación filogenético es la siguiente:

Reino..... Vegetal
Subreino... Embriobionta
División..... Magnoliophyta
Clase..... Magnoliopsida
Subclase..... Asteridae
Orden..... Asterales
Familia..... Asteraceae
Subfamilia...Asteroideae
Tribu.....Heliantheae
Género.....Smallanthus
Especie... *Smallanthus sonchifolius*
(Poepp Endl)

Establecimiento del cultivo
Selección del lote
El lote debe tener las siguientes recomendaciones
- con pendientes suaves planos o onduladas
- facilidad de suministro de agua para riego en verano
- vías de fácil acceso
- Recomendación en terrenos que hayan sido cultivados con leguminosas para aprovechamiento de residuos de cosechas.
- se puede asociar con cultivos transitorios como maíz y frijol.


Preparación del terreno
- Al terreno se realiza labranza mínima para evitar la degradación del suelo con palines y azadón para aireación del terreno.
- no realizar quemas
- en lo posible realizar surcos para uniformidad de las raíces y evitar la erosión por lavado.

Selección de semilla o propagación
- se puede realizar con esquejes o tallos, rizomas
- Como recomendación la reproducción asexual es mejor por rizoma disminuye la etapa de crecimiento en un 40 %
- clasificar rizomas que tengan mas de 3 nudos.

Desinfección
- sumergir los rizomas en solución de hipoclorito al 0.5% durante 8 minutos
- cubrir la semillas con ceniza del fogón

Siembra
- escoger primeros meses del año por ser época de lluvias
- 15 días antes de la siembra aplicar cal dolomita al voleo
- medición de surcos con rectángulo de 90*80
- agregar materia orgánica 50gr x hueco
- hueco no mayor a 10 cm y colocar rizomas hacia lado de arriba


Fertilización
- A los 15 días al momento del rebrote se aplico 100 gr de Abono Orgánico y se uso fertilizante foliar 50 cm por bomba de 20 litros ,
- a los 30 días se aplica nuevamente Abono Orgánico al momento de aporcar.
- a los cuatro meses se fertiliza con Abono Orgánico y fertilizante foliar.



SEMILLAS

labores culturales
Las labores de deshierba se hacen de manera manual o mecánica se hace debido a que las arvenses no deben superar el tamaño de las plantas.
- El tiempo de deshierba se realiza a los 30 días de siembra
- a los 45 días de siembra ya se cierran los surcos y las arvenses no crecen de manera descontrolada esto evita gastos adicionales en mano de obra, pues al dejarlas crecer mucho retrasan el crecimiento de las plantas además de incrementar el ataque de insectos que afectan el cultivo
-dejar residuos en medio de surcos para evitar laboreo y control de arvenses.

Cosecha
El ciclo total del cultivo puede variar entre 8 y 12 meses
La cosecha se realiza a mano, cuando concluye la floración y el follaje empieza a secarse. Con un clásico azadón es posible realizarla, separando con cuidado las raíces de la cepa.



COSECHA TUBERCULO

Fuente: Elaboración propia.