

REPUBLICA DE COLOMBIA  
INSTITUTO DE FORMACION TECNICA PROFESIONAL INFOTEP



PRODUCCIÓN DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL, PARA LA  
RECONVERSIÓN LABORAL DE LA COMUNIDAD DEL RESGUARDO  
INDÍGENA DE MAYABAMGLOMA DEL MUNICIPIO DE FONSECA, LA  
GUAJIRA

YAMELYS NAVARRO  
ROCIO MINDIOLA  
RUBEN BRITTO  
AUTORES

SAN JUAN DEL CESAR, ABRIL, 2016

**REPUBLICA DE COLOMBIA  
INSTITUTO DE FORMACION TECNICA PROFESIONAL INFOTEP**

**YAMELYS NAVARRO  
ROCIO MINDIOLA  
RUBEN BRITTO  
AUTORES**

**ASESOR  
HILDEBRAND ARIZA**



**SAN JUAN DEL CESAR, ABRIL, 2016**

## CAPÍTULO I

### 1. CRITERIOS PARA LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel mundial, en los últimos 50 años, los seres humanos han transformado los ecosistemas más rápida y extensamente que en ningún otro período de tiempo comparable de la historia humana. Esto ha generado una pérdida considerable y en gran medida irreversible de la diversidad de la vida sobre la Tierra. A muchas personas les ha perjudicado. Además, sólo ahora se están poniendo de manifiesto los verdaderos costos asociados con los supuestos beneficios de esta transformación a favor de una minoría de la población mundial. Por tanto, la degradación de los servicios de los ecosistemas está contribuyendo al aumento de las desigualdades y disparidades entre los grupos de personas, lo que, en ocasiones, es el principal factor causante de la pobreza y del conflicto social (Annan, 2000).

Según el Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales (2001), una de las causas de esta problemática a nivel global es la deforestación, la cual ha puesto en peligro los recursos naturales, como lo son el agua, los suelos, la flora y la fauna, lo cual acarrea, entre otros, graves impactos tales como la ocurrencia de grandes inundaciones, el agravamiento de las sequías, la erosión de suelos, la consiguiente contaminación de los cursos de agua y la aparición de plagas por la ruptura del equilibrio ecológico y cambios en las cadenas alimentarias de los ecosistemas.

En Colombia, la presión de las actividades agropecuarias sobre la tierra y, el crecimiento demográfico aunado a problemas socioeconómicos de la región, han contribuido a una mayor demanda de las tierras agrícolas, en consecuencia, han aumentado la deforestación, la producción marginal de las laderas, y el deterioro de cuencas y fuentes de agua. En todo esto, la actividad ganadera está asociada con dicha destrucción. Así como la implantación de sistemas silvopastoriles constituye una alternativa tecnológica que contribuye a mejorar la competitividad de la actividad ganadera y a disminuir el impacto ambiental. Las ventajas de los sistemas silvopastoriles, radican en el incremento de la producción de forraje y alimentos de alta calidad, en el mejoramiento de la productividad de las praderas y los animales y, disminución de la presión sobre bosques para la obtención de leña, madera y postería. (Giraldo, 1998).

Sumado a lo anterior, cabe resaltar que la contribución de los sistemas silvopastoriles está basada en las funciones biofísicos y socioeconómicas que pueden cumplir con las interacciones positivas entre el suelo, los árboles, los cultivos y los animales, tales como la protección y enriquecimiento del suelo, con el aporte de nutrientes captados por los árboles, estímulo a la abundancia de microorganismos en el suelo, diversidad de especies vegetales y sus productos, mejor productividad de la pradera y menores riesgos económicos al productor, empleo de mano de obra familiar, mantenimiento de las costumbres tradicionales y muchas otras.

En este sentido, es importante resaltar que la tasa de desempleo del departamento pasó de 8,5% en 2012 a 7,1% en 2013. El subempleo subjetivo en La Guajira se ubicó en 34,8%, este comprende a los trabajadores que manifiestan su deseo de mejorar sus ingresos, aumentar el número de horas trabajadas o tener una labor más propia de sus

competencias personales, una de las principales fuentes de sub empleo en la comunidad Wayuu es la producción de carbón vegetal el cual paso de ser un oficio tradicional de consumo doméstico, a ser un trabajo formal en la mayoría de las comunidades por el aumento de la demanda en los centros poblados del interior del país y las islas del caribe, dando a la comunidad Wayuu una fuente de sub empleo, la cual se encuentra actualmente controlada y prohibida por la Corporación Autónoma Regional de La Guajira – CORPOGUAJIRA, dejando muchas familias de la etnia Wayuu sin la generación de ingresos. (Lucero, 2001)

La producción de carbón vegetal trae como consecuencia más grave de esta actividad, la deforestación y sobre todo cuando las especies más utilizadas se encuentran declaradas en peligro de extinción como son el GUAYACAN, PUY, CORAZON FINO, HOYITA DE NONO, YAGUARO Y CEIBA ROJA.

Estas especies forman parte del bosque seco Guajiro, y por su naturaleza perenne y lento crecimiento es muy difícil de establecer por los largos periodos de sequía que se están presentando en la región. Por lo anterior es importante identificar las propiedades químicas de los suelos del Resguardo Indígena de Mayabangloma para diagnosticar las propiedades del mismo y así analizar la tecnología de Oasis Artificiales localizados con la finalidad de determinar la capacidad de reforestación y establecer la producción de la Moringa como alternativa de reconversión laboral.

De acuerdo a la problemática descrita anteriormente se plantea el siguiente interrogante: ¿De qué manera analizar la producción de un sistema silvo-pastoril, para la reconversión laboral de la comunidad del resguardo indígena de Mayabangloma del Municipio de Fonseca, La Guajira?

## 1.2 JUSTIFICACIÓN

Por la difícil situación económica de las comunidades indígenas es muy importante hacer investigaciones orientadas a aportar soluciones en torno al problema de ingresos, el cual requiere el uso de sistemas sostenible económica, ambiental y socialmente.

Así mismo, la grave deforestación que ha sufrido el bosque seco en la región guajira requiere que equipos de trabajo realicen investigaciones para lograr la reforestación con especies nativas en vía de extinción y con especies que se adapten al bosque nativo, que permitan su explotación sin que se vuelva a deforestar.

Por los altos costos que demanda la reforestación del bosque seco por la demanda de agua se hace necesario realizar investigaciones sobre métodos de reforestación innovadores que permitan garantizar optimos resultados a bajos costos.

Por tanto, esta investigación se justifica de manera teórica dada que el presente trabajo constituye una alternativa como fuente de consulta para otros estudios en las áreas agrícolas, ambientales y sociales y se incorpora a la bibliografía existente, con la finalidad de aportar teoría sobre el contraste realizado entre los versados en el tema y las variables objeto de estudio en esta investigación.

De la misma manera, se justifica metodológicamente, ya que las técnicas de recolección de la información utilizada y el diseño de la investigación permitirán recolectar información valiosa para el mejoramiento del suelo en la obtención de condiciones óptimas para el desarrollo inicial de las plantas,

método para el suministro y conservación de la humedad en el área de desarrollo de las plantas, para la explotación de la Moringa en condiciones de innocuidad aptas para el consumo humano y animal.

Asimismo, se justifica desde el punto de vista práctico ya que permite establecer un modelo de reforestación económico y efectivo para recuperar zonas desérticas en áreas de bosque seco, que pueda ser explotado sosteniblemente en el futuro permitirá convertir zonas desérticas en áreas de bosque seco y la posibilidad de ingresos con la explotación sostenible de la Moringa.

Desde el punto de vista social, se buscara crear una nueva alternativa laboral lucrativa y sostenible ambientalmente con la explotación de la Moringa, que servirá como alternativa laboral y económica para mejorar la calidad de vida de cada una de las familias involucradas en esta investigación.

En este sentido, para el Instituto de Formación Técnica Profesional INFOTEP de San Juan del Cesar, es una oportunidad de cumplir con el fundamento de sus misión que textualmente dice “Somos una institución de Educación Superior del nivel técnico profesional, que desarrolla su actividad académica, investigativa y de proyección social con criterios de excelencia en la formación de profesionales integrales, generando impacto favorable en el contexto regional, nacional e internacional, comprometidos con la satisfacción de nuestros grupos de interés en los servicios ofertados”, de la cual se desprende la necesidad de realizar aporte tecnológicos y científicos en el área ambiental y social como se lo propone en su visión que dice “En el 2020 seremos una Institución de educación superior líder en la formación profesional de alta calidad, comprometidos con la academia, la investigación y la proyección social, con criterios de responsabilidad ambiental,

reconocidos a nivel regional, nacional e internacional” y para la Alcaldía Municipal de Fonseca reza que por mandato constitucional los entes regionales deben realizar inversiones en el área ambiental y de desarrollo comunitario.

## 1.3 OBJETIVOS

### 1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar la producción de un sistema silvo-pastoril, para la reconversión laboral de la comunidad del resguardo indígena de Mayabangloma del Municipio de Fonseca, La Guajira

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diagnosticar las propiedades de la Moringa para el establecimiento de un sistema silvopastoril en el Resguardo Indígena de Mayabangloma.
- Analizar la tecnología de Oasis Artificiales Localizados para la reforestación en zonas desérticas.
- Identificar las propiedades químicas de los suelos del Resguardo Indígena de Mayabangloma.
- Precisar los requerimientos nutricionales de los suelos del Resguardo Indígena de Mayabangloma.
- Determinar la capacidad de reforestación de la moringa bajo la utilización de la tecnología propuesta.
- Establecer la producción de la Moringa como alternativa de reconversión laboral.

## CAPITULO II

### 2. MARCO REFERENCIAL

#### 2.1 MARCO DE ANTECEDENTES

Bacab y otros ( 2013), manifiesta en la investigación titulada: Los sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala*: una opción para la ganadería tropical, cuyo objetivo principal identificar las regiones tropicales que predominan los sistemas de doble propósito, extensivos o semi-extensivos, basados en monocultivo de pasturas; los cuales se caracterizan por su baja productividad e impacto negativo al ambiente. Ante esta problemática, en la última década se han promovido los sistemas silvopastoriles intensivos, mismos que son una modalidad de la agroforestería.

Éstos se caracterizan por la presencia de altas densidades de arbustos forrajeros, como la leguminosa *Leucaena leucocephala*, asociado con pastos mejorados. Estudios han demostrado que son una opción importante para mejorar la ganadería debido a su alto rendimiento y calidad de forraje, lo cual permite incrementar la producción de carne y leche. Aunado a lo anterior, estos sistemas brindan múltiples servicios ambientales como la captura de carbono, reducción de la emisión de metano, fijación de nitrógeno atmosférico, entre otros. Sin embargo, existe cierto desconocimiento en su implementación debido a controversias que se han generado por la utilización de altas densidades, especialmente de *L. leucocephala*.

Por ello, es necesario generar información con respecto a lo que representa este tipo de sistema para la ganadería tropical, considerándose sus

fortalezas, debilidades y oportunidades, con el propósito de lograr una implementación exitosa con una mejora en la rentabilidad y sustentabilidad de los sistemas ganaderos en el trópico.

La investigación, titulada Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras, realizada por Pérez S, Edwin. 2006 tuvo como propósito de estudio caracterizar los sistemas silvopastoriles (SSP): cercas vivas, árboles dispersos en potreros y bosque de pino con pastoreo, generar información sobre el uso y aprovechamiento de la cobertura arbórea y determinar su contribución al bienestar socioeconómico del ganadero en Copán, Honduras. A través de 101 entrevistas semiestructuradas (25% de la población ganadera de la zona) y expertos locales se estratificó a los productores con base a unidades animales (1UA= 400kg).

Se encontraron tres tamaños de productores: pequeños, medianos y grandes con características económicas y sociales diferentes. Se realizó una caracterización arbórea en 82 ha y 66 cercas vivas distribuidas en 27 fincas, midiéndose la diversidad, densidad, diámetro a la altura de pecho, altura total y comercial de los árboles. Se encontró una alta diversidad y densidad de especies en los tres SSP. Una segunda entrevista se realizó en 29 fincas identificando y cuantificando usos, formas de utilización, preferencias, beneficios y limitantes de la cobertura arbórea. Se realizaron muestreos destructivos para los usos de leña, postes muertos y madera para calcular las equivalencias de los consumos descritos por los productores.

Se identificaron cuatro usos principales de la cobertura arbórea: leña, postes muertos, estacas y madera; sobresaliendo el consumo familiar de leña 17 m<sup>3</sup>año-1 de los cuales 70% provienen de SSP y el consumo de postes 256 postes año-1 equivalentes a 28,5 m<sup>3</sup> y donde más del 80% de ellos

provienen de los SSP. El 69% de los productores prefieren potreros con cobertura media y el 62% prefieren cercas vivas con dos especies (madreado y pito). En cuanto a los beneficios que proporcionan los árboles sobresalen: los económicos (leña, postes muertos, estacas y madera) y los ecológicos (protección de fuentes de agua y abrigo y comida para los animales principalmente). Entre las limitaciones sobresalen (faltas de material vegetativo, apoyos económicos y técnicos).

El aprovechamiento de la cobertura arbórea ayuda a mejorar la rentabilidad de los sistemas ganaderos, sobre todo en los pequeños productores, en los cuales pueden representar hasta un 30% de la utilidad neta. Se utilizaron 22 indicadores socioeconómicos de tres componentes: productividad, autonomía y aporte de los SSP, para desarrollar un índice de bienestar socioeconómico. No se encontraron diferencias significativas para los tres componentes en ninguno de los grupos de productores. Aunque, de acuerdo con el índice desarrollado se percibe una fuerte contribución del componente aportes de los SSP independientemente de su tamaño. Se concluye que los SSP están contribuyendo de manera importante al bienestar de los ganaderos de la región de Copán y su familia.

Otro estudio titulado Diseño de un modelo silvopastoril participativo como alternativa productiva para una comunidad en situación de desplazamiento. Realizado por Arias (2007), tuvo como objetivo general diseñar un modelo participativo dirigido a la implementación y manejo de un sistema silvopastoril como proyecto sostenible de producción para una comunidad en situación de desplazamiento asentada en la finca la Cristina del municipio de Pereira. Metodológicamente se realizaron las fases de diagnóstico, la identificación y diseño del proyecto productivo y la evaluación y monitoreo.

Los resultados permitieron identificar los diferentes actores involucrados en el ares de influencia, los aspectos sociales y ambientales, también se identificaron las especies bovinas y plantas forrajeras para el establecimiento del sistema. Posteriormente se realizó el diseño productivo teniendo en cuenta cercas vivas, manejo de la regeneración natural en potreros, sistemas silvopastoriles extensivos y arboles frutales. Finalmente la comunidad identifico los sistemas productivos que pueden ser desarrollados dentro de la finca, dadas las condiciones actuales, como son la ganadería doble propósito, manejo del guadal, cultivos agrícolas y/o huertas y producción de especies menores, todas estas actividades estarían destinadas tanto a autoconsumo, como para mercadeo; se establece también la necesidad de aprovechar los subproductos generados en la finca para ser reutilizados dentro del mismo sistema productivo en forma de abono.

## 2.2. MARCO TEÓRICO

**2.2.1 SISTEMA SILVOPASTORIL:** son una modalidad de agriforestación pecuaria que combina los pastos para ganadería con árboles y arbustos. Los sistemas silvopastoriles son considerados una opción para revertir los procesos de degradación de los pastizales (Nair. 2009), al aumentar la protección física del suelo y contribuir a la recuperación de la fertilidad con la intervención de leguminosas que fijan el nitrógeno al suelo y de árboles de raíces pivotantes que aprovechan las capas profundas y reciclan los nutrientes.

Ruiz, (2003) describió el silvopastoreo como un sistema biológico-abiológico en desarrollo dinámico y constante. Su evolución comprende diferentes etapas, y se conoce por la evaluación de sus componentes, que incluyen al suelo mismo en su estructura y composición, a animales, árboles, pasto base, flora, fauna aérea y del suelo, reciclaje de nutrientes, producción animal y sus derivados, factores abióticos, antrópicos, entre otros de carácter socio-económico. En los sistemas silvopastoriles se desarrollan armónicamente árboles o arbustos, pastos y animales en interacción con el suelo. Constituyen, desde el punto de vista productivo, ecológico, económico y social, una de las modalidades más prometedoras de los sistemas agroforestales.

Según Alonso (2011), los beneficios proporcionados por las prácticas agroforestales pueden ser espaciales y temporales. El alcance global de algunos de ellos, como el secuestro de carbono y la biodiversidad, demuestra la necesidad imperiosa de introducir la agroforestación como herramienta fundamental para la producción animal en el trópico, a partir de la implantación y generalización de tecnologías adaptables al cambio climático. En la actualidad, a nivel internacional, existen centros de

investigaciones, gobiernos y entidades financieras que tienen como prioridad la evaluación y valorización de alternativas silvopastoriles en el trópico.

Desde esta perspectiva, desarrollan los siguientes servicios ambientales: incremento de la producción y calidad de las pasturas, restauración de suelos degradados, mejoramiento de los recursos hídricos, secuestro de carbono y de gases con efecto invernadero y conservación de la biodiversidad (cuadro 1).

Cuadro 1. Escala espacial de varios servicios ambientales generados por sistemas agroforestales

Servicio ambiental	Productor/local	Paisaje/regional	Global
Producción primaria neta			
Control de plagas			
Polinización/dispersión de semilla			
Mejoramiento del suelo			
Estabilización de suelo/control de la erosión			
Calidad del agua			
Mejora del drenaje			
Purificación del aire			
Secuestro de carbono			
Biodiversidad			
Paisajístico/cultural			

Fuente: Alonso (2011).

Cuadro 2. Descripción de los componenetes de un sistema silvopastoril

Componente	Descripción
Cultivos multiestrato <sup>1</sup>	Sistema agroforestal que contiene un determinado número de componentes vegetales de diferente estatura, de manera que forman varias capas vegetales, generalmente desde el estrato herbáceo hasta el dosel arbóreo.
Policultivo <sup>1</sup>	Cultivo de más de una especie al mismo tiempo y en la misma porción de terreno de forma ordenada o desordenada.
Bancos de proteína <sup>2</sup>	Cultivos intensivos destinados al corte de ramas verdes y hojas de especies leñosas forrajeras (árboles y arbustos) para alimentación animal o seguridad alimentaria.
Cercas vivas y barreras o cortinas rompe viento <sup>2</sup>	Siembras lineales de arbustos o árboles utilizados para soportar el alambre de púas o eléctrico de una cerca; en algunos casos también cumplen la función de barreras rompe viento y de producción de leña, madera frutos o forraje.

FUENTES: (1) Ramachandran, 1992; (2) CIPAV, 2004.

Cuadro 3. Sistemas silvopastoriles en Colombia

Sistemas silvopastoriles	Descripción
Sistemas silvopastoriles en ganadería extensiva	Sistemas de transición en los que el ganado penetra en los bosques y consume múltiples especies del sotobosque. En muchos casos preceden al establecimiento definitivo de las praderas. Los parámetros productivos son muy bajos y los impactos ambientales muy fuertes.
Plantaciones forestales con pastoreo de ganado.	Son plantaciones forestales comerciales combinadas con ganadería, muchas veces la alta densidad de árboles, la tecnología utilizada para el cultivo y los terrenos pendientes limitan el uso de animales asociados a las plantaciones. La invasión de gramíneas incrementa los costos de mantenimiento y ante la iliquidez de la producción de madera, el pastoreo de ganado salva financieramente la inversión
Cercos vivos, barreras contra el viento, linderos arborizados, corredores biológicos y espacios para el sombrío de animales.	Siembras lineales de arbustos o árboles utilizados para soportar el alambre de púas o eléctrico de una cerca; en algunos casos también cumplen la función de barreras rompe viento y de producción de leña, madera frutos o forraje.
Sistemas silvopastoriles con uso de la sucesión vegetal dirigida.	Este sistema consiste en no utilizar prácticas agresivas para la eliminación de la vegetación (quemas, herbicidas) y permitir el poblamiento de las praderas con especies que son consumidas por el ganado y diseminadas. Después se realizan podas selectivas y entresacas de madera hasta conformar de dos a tres estratos de vegetación compatibles con los pastos.
Nuevos sistemas para ganadería intensiva y otras especies animales: Silvopastoriles de alta densidad arbórea.	son una solución para intensificar la ganadería por vías naturales por medio del uso de técnicas como la rotación entre potreros con cerca eléctrica, cargas elevadas y suplementación con subproductos y sistemas de corte y acarreo (caña de azúcar, pastos de corte, arbustos forrajeros

Fuente: Cipav, 2005

## 2.2.2 PROPIEDADES DE LOS SUELOS

Una propiedad física química o biológica del suelo es aquélla que caracteriza al suelo; por ejemplo, la composición química y la estructura física del suelo están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por el tiempo en que ha actuado el interperismo (desintegración por agentes atmosféricos), por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas a través del tiempo (Sposito 1989), citado en Volke et al., 2005.

### 2.2.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS

- Textura del suelo: La textura de un suelo está determinada por las cantidades de partículas minerales inorgánicas (medidas como porcentajes en peso) de diferentes tamaños (arena, limo y arcilla) que contiene. La proporción y magnitud de muchas reacciones físicas, químicas y biológicas en los suelos están gobernadas por la textura, debido a que ésta determina el tamaño de la superficie sobre la cual ocurren las reacciones, además de la plasticidad, la permeabilidad, la facilidad para trabajar la tierra, la sequedad, la fertilidad y la productividad que varían dependiendo de la región geográfica.

Las partículas de arena son comparativamente de tamaño grande (0.05-2mm) y, por lo tanto, exponen una superficie pequeña comparada con la expuesta por un peso igual de partículas de arcilla o de limo. La función que ésta tiene en las actividades físicas y químicas de un suelo es casi insignificante, las arenas aumentan el tamaño de los espacios de los poros entre las partículas, facilitando el movimiento del aire y del agua de drenaje. El tamaño de partícula de los limos va de 0.002 a 0.05mm, tiene una velocidad de intemperización más rápida y una liberación de nutrientes solubles para el crecimiento

vegetal mayor que la arena. Los suelos limosos tienen gran capacidad para retener agua disponible para el crecimiento vegetal. Las partículas de limo se sienten suaves, semejantes a un polvo y tienen poca tendencia a reunirse o a adherirse a otras partículas (Buckman y Brady, 1966).

El tamaño de partícula de los suelos arcillosos es menor a 0.002mm; tienen la capacidad de retener agua contra la fuerza de gravedad. La fracción de arcilla, en la mayoría de los suelos, está compuesta de minerales que difieren grandemente en composición y propiedades en comparación con la arena y el limo. El componente arcilloso de un suelo es fundamental para determinar muchas características de éste, debido a que las partículas de arcilla tienen un área superficial mayor. Cada partícula de arcilla tiene cargas eléctricas negativas en su superficie externa que atraen y retienen cationes de manera reversible. Muchos cationes como potasio ( $K^+$ ) y magnesio ( $Mg$ ), son esenciales para el crecimiento vegetal y son retenidos en el suelo por las partículas de arcilla.

- Porosidad: Fracción agua/gases. Los espacios o poros que hay entre partículas sólidas (orgánicas e inorgánicas) del suelo, contienen diversas cantidades de dos componentes inorgánicos clave: el agua y el aire. El agua es el principal componente líquido de los suelos y contiene sustancias minerales, oxígeno ( $O_2$ ) y bióxido de carbono ( $CO_2$ ) en disolución, mientras que la fase gaseosa en los suelos está constituida por aire. Dependiendo del contenido de humedad del suelo, los poros se encuentran ocupados por agua o por aire (Aguilera, 1989).

- Densidad Aparente: es la medida en peso del suelo por unidad de volumen (g/cc), se analiza con suelos secados al aire o secados en la estufa a 110°C. La densidad aparente está relacionada con el peso específico de las partículas minerales y las partículas orgánicas así como por la porosidad de los suelos. Si se considera cierto volumen de suelo en sus condiciones naturales, es evidente que solo cierta proporción de dicho volumen está ocupada por el material del suelo (Aguilera, 1989). El resto lo constituyen espacios intersticiales que, en condiciones ordinarias de campo, están ocupados en parte por agua y en parte por aire. El peso de la unidad de volumen de suelo con espacios intersticiales es lo que da la densidad aparente (Wooding, 1967). Casi todos los suelos minerales tienen una densidad aparente que varía de 0.4 a 2.0 g/cc. La densidad aparente es importante para estudios cuantitativos de suelo. Los resultados de las densidades aparentes son fundamentales para calcular los movimientos de humedad, los grados de formación de arcilla y la acumulación de los carbonatos en los perfiles de suelo. Los suelos orgánicos tienen muy baja densidad aparente en comparación con los suelos minerales (Aguilera, 1989).
- Densidad Real: Un medio de expresión del peso del suelo se manifiesta según la densidad de las partículas sólidas que lo constituye. Normalmente se define como la masa (o peso) de una unidad de volumen de sólidos del suelo y es llamada densidad de la partícula; aunque pueden observarse variaciones considerables en la densidad de los suelos minerales, individuales; la mayor parte de los suelos normales varían entre los límites estrechos de 2,60 a 2,7 g/cc. Debido a que la materia orgánica pesa mucho menos que un volumen igual de sólidos minerales, la cantidad de ese constituyente enun

suelo afecta marcadamente a la densidad de partículas. Como consecuencia, los suelos superficiales poseen generalmente una densidad de partículas más baja que la del subsuelo. La densidad más alta en estas condiciones, suele ser de 2,4g/cc. También se le define como el peso de un volumen conocido comparado con el peso de volumen igual de agua (Buckman y Brady, 1966).

### **2.2.2.2 PROPIEDADES QUÍMICAS**

La química de suelos es la ciencia que estudia las propiedades químicas del suelo y de sus componentes inorgánicos y orgánicos, así como los fenómenos a que da lugar la mezcla de esos componentes. (Bornemisza, 1982). Algunas propiedades químicas del suelo son:

- pH del Suelo: Una de las características del suelo más importantes es su reacción, ésta ha sido debidamente reconocida debido a que los microorganismos y plantas superiores responden notablemente tanto a su medio químico, como a la reacción del suelo y los factores asociados con ella. Tres condiciones son posibles: acidez, neutralidad, y alcalinidad (Buckman y Brady, 1966). Por lo general la acidez del suelo es común en todas las regiones donde la precipitación es alta, lo que ocasiona la lixiviación de grandes cantidades de bases intercambiables de los niveles superficiales de los suelos; en este caso, la solución del suelo contiene más iones hidrógeno ( $H^+$ ) que oxidrilos ( $OH^-$ ).

Los suelos alcalinos son característicos de las regiones áridas y semiáridas; la alcalinidad se presenta cuando existe un alto grado de saturación de bases. La presencia de sales especialmente de calcio, magnesio y sodio en formas de carbonatos da también preponderancia a los iones ( $OH^-$ ) sobre los iones ( $H^+$ ) en la solución

del suelo (Millar et al., 1971). Existen dos grupos de factores que provocan cambios en el pH del suelo: (1) los que resultan del aumento del hidrógeno adsorbido y (2) los que aumentan el contenido de bases adsorbidas. Uno de los factores que provocan la acidez en el suelo es la descomposición de la materia orgánica ya que se forman ácidos tanto orgánicos como inorgánicos; el ácido orgánico que se encuentra con mayor frecuencia es el ácido carbónico ( $\text{CO}_3 \text{H}_2$ ). Éste ácido remueve grandes cantidades de bases por disolución o lixiviación.

Los ácidos inorgánicos, tales como ácido sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) y el ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), son reservorios importantes de iones H en el suelo. (Buckman y Brady, 1966). Cualquier proceso que pueda aumentar el contenido de bases intercambiables como el Ca, Mg, K y Na, contribuirá a la reducción de la acidez y aumento de la alcalinidad. Uno de los procesos de formación de bases es el intemperismo ya que extraen cationes cambiables de los minerales y los hacen aprovechables por adsorción. Otro proceso es la adición de materiales que contienen bases tales como las calizas; las aguas de riego son otro factor ya que el agua contiene sales minerales de diferente tipo, siendo sus cationes adsorbidos por los coloides del suelo. Las condiciones que permiten a las bases intercambiables permanecer en el suelo aumentarán también los valores de Ph (Buchkman y Brady, 1966).

De acuerdo a los valores de pH la clasificación de suelos puede variar entre los expertos de la ciencia del suelo, sin embargo, de manera general se dice que un suelo es fuertemente ácido si su pH es menor que 5.0 lo que indica que es muy deficiente en bases; moderadamente ácido, si el suelo tiene un pH que varía de 5.0 a 6.0,

lo que indica moderada deficiencia de bases; ligeramente ácido cuando el suelo tiene un pH menor que 7.0 pero generalmente más que 6.0; neutro debido a que tiene un pH de aproximadamente 7.0; básico cuando el suelo tiene un pH mayor a 7.0 y alcalino cuando el pH es mayor a 8.5 cuando esto sucede indica la presencia de sodio. Esta clasificación del valor de pH se ve influenciado por los procesos antes mencionados (Porta et al.,2003).

- Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC). expresa el número de moles de iones de carga positivos adsorbidos que pueden ser intercambiados por unidad de masa seca, bajo unas condiciones dadas de temperatura, presión, composición de la fase líquida y una relación de masa-solución dada. Un mol de carga positiva equivale a  $6.02 \times 10^{23}$  cargas de cationes adsorbidos. En unidades SI la CIC se expresa en centimoles de carga positiva por kilogramo, cmol(+) kg<sup>-1</sup> o bien cmolc kg<sup>-1</sup>. Con anterioridad se venía utilizando como unidad el meq/100g, cuyo uso se halla todavía muy extendido. El valor numérico es el mismo con ambas unidades (Porta et al., 2003).
- Materia orgánica: constituye la fracción orgánica que incluye residuos vegetales y animales en diferentes estados de descomposición, tejidos y células de organismos que viven en el suelo así como sustancias producidas por los organismos del suelo. La parte más estable de esta materia orgánica se llama humus, que se obtiene de la descomposición de la mayor parte de las sustancias vegetales o animales añadidas al suelo. La fracción orgánica del suelo regula los procesos químicos que allí ocurren, influye sobre las características físicas y es el centro de casi todas las actividades biológicas en el mismo, incluyendo la microflora y la fauna (Bornemisza, 1982).

Los procesos químicos en lo que interviene la materia orgánica son: 1.- El suministro de elementos nutritivos por la mineralización en particular la liberación de nitrógeno, fósforo, azufre y micronutrientes disponibles para las plantas. 2.- La estabilización de la acidez del suelo por su poder amortiguador. 3.- La contribución a la capacidad de cambio catiónico de los suelos, importante para los suelos de textura arcillosa de tal capacidad de cambio y elevada retención de cationes. 4.- La regularización de los niveles de disponibilidad de nutrientes principales y de elementos menores mediante la formación de sustancias orgánicas que constituyen compuestos solubles, no iónicos (complejos internos) con cationes de valencia variable. Estas sustancias llamadas "quelatos", móviles en el suelo, son también importantes en los procesos edafogenéticos (Bornemisza, 1982). 5.- Los fenómenos de absorción. La materia orgánica también afecta algunas propiedades físicas muy importantes del suelo como: - La estructura del suelo; favoreciendo la formación de agregados individuales, reduciendo la agregación global del suelo y disminuyendo la plasticidad del mismo. - El uso más eficiente del agua; se sabe que la materia orgánica mejora la infiltración del agua en el suelo (Bornemisza, 1982).

### **2.3 MARCO CONTEXTUAL**

El proyecto de investigación se desarrolla en el Resguardo indígena de Mayabangloma, ubicado en el municipio de Fonseca La Guajira, que de acuerdo con el Plan De Desarrollo "Una Alcaldía para Todos" 2.004- 2.007 el cual está ubicado en la parte centro – sur del departamento de la Guajira. Limita al norte con los municipios de Riohacha y Barrancas; por el sur, con San Juan y la República Bolivariana de Venezuela; por el este, con

Barrancas, los Montes de Oca; y por el oeste, con el municipio de Distracción y San Juan del Cesar.

El territorio que comprende el municipio de Fonseca, tiene una superficie total de Cuarenta y Cinco Mil Trescientos Veintiséis hectáreas 45.326 (Ha) y Ocho Mil Doscientos Cuarenta (8240) m<sup>2</sup>, distribuidos de la siguiente manera: El área urbana consta de 423 Hectáreas, 4812 m<sup>2</sup> aproximadamente la cual representa apenas alrededor el 0.93% del área total del municipio y el área rural ocupa una extensión de 44.903 Hectáreas 3422 m<sup>2</sup>.



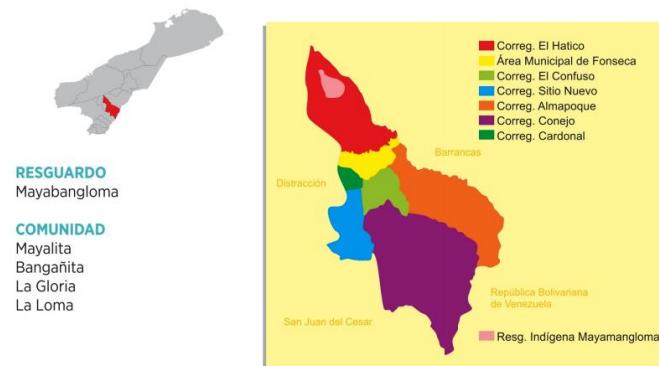
Localización geográfica del municipio de fonseca.

Fuente: Plan De Desarrollo Municipal 2004-2007

De acuerdo con el Plan De Desarrollo “Una Alcaldía para Todos” 2.004-2.007, el resguardo de Mayabangloma lo integran las veredas de Mayalita, Bangañita, La Gloria y La Loma, ocupan los predios de la huerta El Porvenir. Según el censo realizado en el año 2003 por la comunidad y los agentes del Plan de Atención Básica de Salud, la población total asciende a 1.252 habitantes, que conforman 286 familias.

La base de la organización social de las comunidades se manifiesta en el clan, casta familia extensa o familiar nuclear. Los lazos de sangre se toman por el lado materno, es decir, tipo matrilineal. El Instituto Colombiano de la Reforma Agraria confirió con la Resolución No. 046 del 19 de Noviembre 1.994 el carácter legal de Resguardo Indígena a favor de las comunidades Wayúu de Mayalitas, Bangañitas, La Gloria y La Loma “Mayabangloma” a un predio que hace parte de los bienes del Fondo Nacional Agrario, localizado en el Corregimiento del Hatico, jurisdicción del Municipio de Fonseca, Departamento de La Guajira, con una extensión de 957Has + 3895m<sup>2</sup>, en beneficio de 568 personas nucleadas en 108 familias.

### Municipio de Fonseca



Fuente: <http://www.sisaid-guajira.org/archivos/FONSECA.pdf>

## CAPITULO III

### 3. CRITERIOS METODOLOGICOS

#### 3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo analítica de acuerdo con Hurtado (2012), quien señala que este tipo de estudios tienen por objetivo realizar una interpretación de las variables de estudio a fin de llegar a una comprensión más profunda de las mismas.

Por tanto esta investigación pretende analizar la producción de un sistema silvo-pastoril, para la reconversión laboral de la comunidad del resguardo indígena de Mayabangloma del Municipio de Fonseca, La Guajira.

#### 3.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño es cuasi-experimental, según Hurtado (2012) debido a que hay intervención por parte del investigador, pero hay un mínimo control de las variables extrañas, ya sea porque no puede haber selección ni asignación al azar de las unidades a los grupos, o por que las condiciones donde se realiza la investigación no permiten ejercer control.

En esta investigación de manipulan variables como:

- Nutrientes del suelo.
- Humedad del suelo.
- Tipo de vegetación.

Sin embargo, variables como la humedad relativa, la temperatura y la precipitación no podrán ser manipuladas ni controladas.

### **3.3 POBLACIÓN**

La población estará integrada por 140 plantas de moringa, sembradas a una distancia de 5 metros entre cada una de ellas, las cuales se monitorean datos como la producción.

### **3.4 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO**

Para el desarrollo del proyecto se han desarrollado todas las actividades satisfactoriamente, como se muestra en el cuadro:

Cuadro. Actividades ejecutadas

No.	ACTIVIDAD	EJECUTADO
1	LIMPIEZA	100%
2	DESTRONQUE	100%
3	INSTALACION Y CONTROL	100%
4	SIEMBRA	100%
5	APLICACIÓN DE ABONO	100%
6	APLICACIÓN DE INSECTICIDAS 3/HECTAREA	100%
7	APLICACIÓN DE HERVICIDAS 2/HECTAREA	100%
8	ARMADO E INSTALACION DE OASIS	100%
9	ASISTENCIA TECNICA	50%

- 1. LIMPIEZA.** Actividad desarrollada en un 100%, en dos áreas de media hectárea.

2. **DESTRONQUE.** Actividad desarrollada en un 100%, en dos áreas de media hectárea.
3. **INSTALACION Y CONTROL.** Actividad desarrollada en un 100%, los terrenos fueron cercados para su proyección.
4. **SIEMBRA.** Actividad desarrollada en un 100%, se sembraron semillas de Moringa en cada uno de los puntos de riego de los oasis, a una distancia de 5 metros.
5. **APLICACIÓN DE ABONO.** Actividad desarrollada en un 100%, se hizo una fertilización con abono químico y orgánico, en cada uno de los puntos de riego de los oasis.
6. **APLICACIÓN DE INSECTICIDAS.** Actividad desarrollada en un 100%, se aplicó Loban.
7. **APLICACIÓN DE HERVICIDAS 2/HECTAREA.** Actividad desarrollada en un 100%, se aplicó Antracina.
8. **ARMADO E INSTALACION DE OASIS.** Actividad desarrollada en un 100%, se hizo una capacitación a los miembros de la comunidad en la construcción, instalación y monitoreo de los Oasis Artificiales.
9. **ASISTENCIA TECNICA.** Actividad desarrollada en un 50%, en donde se han realizado las siguientes actividades:

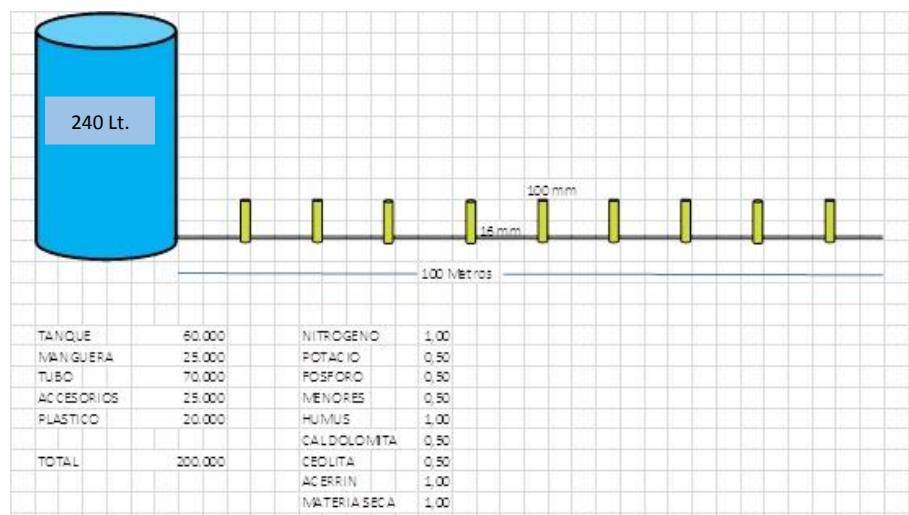
Por otra parte se han realizado dos socializaciones del proyecto, veinte visitas de seguimiento, dos talleres sobre la construcción de los Oasis Artificiales, diez Talleres prácticos en donde se instalaron los Oasis Artificiales, diez Talleres prácticos en la siembra de la Moringa. (Ver anexos)

### 3.5 PRESUPUESTO

En cuanto al diseño, tal como se muestra en la figura 1. Cada oasis está conformado por un tanque cuyo volumen es de 240 litros de agua, de donde se inserta a través de un orificio una tubería de  $\frac{1}{2}$  pulgada a largo de 100 metros de longitud, que poseen unos orificios para el sistema de goteo cada 5 metros, que será donde se sembrarán cada una de las semillas de la moringa.

El proceso de humedad generado por el sistema de goteo, en un tiempo de 10 minutos de operación alcanza cubrir 30 cm de profundidad, lo que permite que el sistema reduzca el consumo de agua, logrando que la cantidad de agua contenida en el tanque (240 litros) puedan alcanzar a surtir las plantas durante un tiempo de 60 días.

Figura 1. Diseño y construcción del Oasis Artificial



A continuación se presenta el costo del diseño y construcción del sistema silvopastoril a partir de los oasis artificiales.

No.	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	Wr. Unit	Wr. Total
3,01		TANQUE 55 GALONES	7	UNIDAD	80.00C	560.000
3,02		MANGUERA 16 MM 100 METROS	7	UNIDAD	40.00C	280.000
3,03		MANGUERA 4" RROLLO 50 METROS	1	UNIDAD	600.000	600.000
3,04		VALVULAS 16 MM	26	UNIDAD	3.000	78.000
3,05		LIMPIEZA, SIEMBRA Y SEMILLAS	1	UNIDAD	300.000	300.000
3,06		PAPELERIA	1	UNIDAD	500.000	500.000
3,07		TRANSPORTE	1	UNIDAD	2.287.762	2.287.762
3,08		PLASTICO CALIBRE 7	169	M2	2.000	338.000
<b>COSTOS POR HECTAREA</b>						<b>4.943.762</b>

## RESULTADOS PARCIALES

De acuerdo con el objetivo 1. Diagnosticar las propiedades de la Moringa para el establecimiento de un sistema silvopastoril en el Resguardo Indígena de Mayabangloma. La Moringa oleifera es la especie más conocida de trece especies del género Moringácea. La Moringa tuvo un valor muy alto en el mundo antiguo. Los romanos, los griegos y los egipcios extrajeron aceite comestible de las semillas y lo usaron para perfume y loción.

En el siglo 19, plantaciones de Moringa en el Caribe exportaron el aceite de la planta hacia Europa para perfumes y lubricantes para maquinaria. La gente del sub-continente de India ha ocupado las vainas de Moringa como comida. Las hojas comestibles se consuman en muchos países de África occidental y partes de Asia. Todas las partes de la planta son útiles. Dicen que cada parte del árbol Moringa tiene sus propiedades benéficas para la humanidad. La gente en diferentes sociedades en todas partes del mundo ha utilizado estas propiedades.

**Valor nutritivo de las hojas de Moringa:** Un análisis nutritivo indica que las hojas de Moringa contienen una riqueza de nutrientes esenciales que evitan enfermedades. Además contienen todo el aminoácido esencial, algo que es poco común en una planta. Dado que las hojas secas son concentradas, contienen grandes cantidades de estos varios nutrientes, con la excepción de la vitamina C. El contenido nutritivo de la sustancia vegetal puede cambiar dependiendo de la variedad de la planta, la estación, el clima y la condición del suelo. Así que diferentes análisis producen diferentes números. Por ejemplo, algunos de los estudios demuestran que el contenido de potasio en las hojas de Moringa son menos y el contenido de hierro es más de lo que vemos aquí.

La información sobre las hojas secas de Moringa viene de Fuglie y está basada, principalmente, en un análisis patrocinado por Church World Service y el Departamento de Ingeniería de la Universidad de Leicester y ejecutado por Campden & Chorleywood Food Research Association en Gloucestershire, Reino Unido.

La vitamina A se obtiene de los vegetales en la forma de su precursor, caroteno. Los intestinos solamente absorben una fracción del caroteno contenido en las comidas. Por esta razón, hay diferentes puntos de vista sobre como calcular la cantidad de caroteno absorbido y convertido en vitamina A. Para el contenido de vitamina A, Gopalan etc. y Fuglie simplemente dan los datos para el caroteno y el beta-caroteno. El factor de conversión más comúnmente aceptado del caroteno para vitamina A (retinol) es 6.1

<u><a href="#">Contenido de vitaminas y minerales de las hojas de la Moringa</a></u>		
Todos los valores son por 100 gramos de porción comestible.		
	Hojas Frescas <sup>1</sup>	Hojas Secas <sup>5</sup>
Caroteno (Vit. A)*	6.78 mg	18.9 mg
Tiamina (B1)	0.06 mg	2.64 mg
Riboflavina (B2)	0.05 mg	20.5 mg
Niacin (B3)	0.8 mg	8.2 mg
Vitamina C	220 mg	17.3 mg
Calcio	440 mg	2,003 mg
Calorías	92 cal	205 cal
Carbohidratos	12.5 g	38.2 g
Cobre	0.07 mg	0.57 mg
Grasa	1.70 g	2.3 g
Fibra	0.90 g	19.2 g
Hierro	0.85 mg	28.2 mg
Magnesio	42 mg	368 mg
Fósforo	70 mg	204 mg
Potasio	259 mg	1,324 mg
Proteína	6.70 g	27.1g
Zinc	0.16 mg	3.29 mg

Fuente: Mathur, 2006.

## BIBLIOGRAFIA

Annan, K. (2000). La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio fue. Informe a la Asamblea General de las Naciones Unidas. Disponible en [www.wrm.org.uy](http://www.wrm.org.uy)

Giraldo, L.A. 1994. Elementos de evaluación integral de sistemas silvopastoriles. pp. 94-121. En: Seminario sobre Agroforestería Alternativa Alimenticia para rumiantes en el Trópico. Memorias del Seminario sobre Agroforestería Alternativa alimenticia para rumiantes en el trópico. Bogotá: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia. 222 p.

Lucero (2001) EVALUACION AGRONÓMICA DE G. ulmifolia A DOS DENSIDADES DE SIEMBRA EN SISTEMAS SILVOPASTORILES. Corpoica-Colombia.

Natural Resource and Rural Poverty Division. Conutry Department I, (1994). Brazil irrigation, water policy and legal implications report of a World Bank seminar. Editorial: Washington : World Bank.

Hurtado, J. (2012) Metodología de la Investigación. Guía para la comprensión holística de la ciencia, Bogotá: edición Quiron.

University of Illinois, Agricultural Experiment Station, (1959). Experimental irrigation of ladino clover-grass pasture. Editorial: Urbana

Pérez, S. y E. (2006). Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Disponible en: [http://repositorio.bibliotecaortón.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4612/Caracterizacion\\_de\\_sistemas\\_silvopastoriles.pdf;jsessionid=CC8966D0C528143CD93DA61DD5B04AE9?sequence=1](http://repositorio.bibliotecaortón.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/4612/Caracterizacion_de_sistemas_silvopastoriles.pdf;jsessionid=CC8966D0C528143CD93DA61DD5B04AE9?sequence=1)

Arias, M. (2007), Diseño de un modelo silvopastoril participativo como alternativa productiva para una comunidad en situación de desplazamiento. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/11059/463/1/36125A696dm.pdf>

Nair y otros (2009). Nair, P.K.R., Kumar, B.M., Nair, V.D. 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. J Plant Nut. Soil Sci. 172:10

Ruiz, (2003) Ruiz, T. E., Febles, G. & Alonso, J. 2003. Potencial para la producción de biomasa en sistemas con leguminosas perennes. II Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes (CD-ROM). La Habana, Cuba

Alonso, J. (2011), Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, vol. 45, núm. 2, 2011, pp. 107-115 Instituto de Ciencia Animal La Habana, Cuba. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245001.pdf>

Plan De Desarrollo “Una Alcaldía para Todos” 2.004- 2.007. Disponible en: [http://www.fonseca-guajira.gov.co/apc-aa-files/6261323234386236373533365653231/PLAN\\_DE\\_DESARROLLO\\_2004\\_2007\\_FONSECA.pdf](http://www.fonseca-guajira.gov.co/apc-aa-files/6261323234386236373533365653231/PLAN_DE_DESARROLLO_2004_2007_FONSECA.pdf)

PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL. “UN PACTO SOCIAL POR FONSECA”. 2012. Disponible en <http://fonseca-guajira.gov.co/apc-aa>

files/6261323234386236373533365653231/plan-de-desarrollo-un-pacto-social-por-fonseca.pdf

## ANEXOS



Anexo 1. Mangueras



Anexo 2. Tanques



Anexo 3. Materiales



Anexo 4. Preparación de tanques



Anexo 5. Preparación de mangueras



Anexo 6. Instalación Anexo 7. Elaboración de orificios





Anexo 8. Instalación de oasis



Anexo 8. Orificios en mangueras



Anexo 8. Orificios en mangueras

San Juan del Cesar, 07 de abril de 2016

Señor:

**CARLOS MARIO RODRIGUEZ**

Responsable del CI

Asunto: Solicitud de recursos económicos

Cordial saludo,

Me comunico con usted, con la finalidad de solicitar el 50% del valor total del presupuesto del proyecto titulado PRODUCCIÓN DE UN SISTEMA SILVOPASTORIL, PARA LA RECONVERSIÓN LABORAL DE LA COMUNIDAD DEL RESGUARDO INDÍGENA DE MAYABAMGLOMA DEL MUNICIPIO DE FONSECA, LA GUAJIRA, el cual fue financiado a través de la convocatoria 003 de 2015.

Para efectos de darle continuidad al desarrollo del mismo, anexamos el informe de avance hasta la fecha.

Le agradecemos su colaboración.

Atentamente,

**RUBEN BRITTO**

Asesor de planeación