

**DETERMINACIÓN DE LA DINÁMICA DE AGUAS Y ALTERNATIVAS PARA EL
MANEJO ADECUADO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA FINCA OASIS, VEREDA LA
MANGUITA, CORREGIMIENTO EL ESTRECHO, MUNICIPIO DE PATÍA,
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



LIANY SIRLEY CAICEDO MENESES

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2015**

**DETERMINACIÓN DE LA DINÁMICA DE AGUAS Y ALTERNATIVAS PARA EL
MANEJO ADECUADO DEL RECURSO HÍDRICO DE LA FINCA OASIS, VEREDA LA
MANGUITA, CORREGIMIENTO EL ESTRECHO, MUNICIPIO DE PATÍA,
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**

LIANY SIRLEY CAICEDO MENESES

**Proyecto de investigación como requisito parcial para optar al título de Ingeniera
Agropecuaria**

Directores

**M. Sc. LUIS ALFREDO LONDOÑO VÉLEZ
M. Sc. VÍCTOR FELIPE TERÁN GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERÍA AGROPECUARIA
POPAYÁN
2015**

Nota de aceptación

Los Directores y los Jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por su autora y lo encuentran satisfactorio.

M. Sc. LUIS ALFREDO LONDOÑO VÉLEZ
Director

M.Sc. VÍCTOR FELIPE TERÁN GÓMEZ
Director

M. Sc. SANDRA MORALES VELASCO
Presidente del Jurado

M. Sc. FABIO ALONSO PRADO CERÓN
Jurado

Popayán, 21 de julio de 2015

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la oportunidad, la fortaleza, para culminar esta carrera.

A mis padres Rubiola y Gildardo, por el esfuerzo, la dedicación, y todo el apoyo.

A mis hijas Diana Camila, Ángela Sofía por ser mi motivación

A Helder Danilo, por su colaboración y apoyo.

A mis hermanas Yalila, Ana Yury, Gabriela, y tíos Alcenis, Arbey, Weimar, Diego, Jairo, Ana Lía por el apoyo incondicional.

A mis primos Andrés y Magda, por acompañarme e impulsarme, por las charlas y las risas que siempre hacen más ameno el andar.

A mis amigos y compañeros gracias por la compañía y momentos compartidos; sobre todo a Leadith Gutiérrez, Lissette Espinosa, Wilmer Lerma, María del Mar Paz y Beatriz Zapata, por tenerme siempre presente y estar ahí cuando más lo necesité.

AGRADECIMIENTOS

A Emilio, Evelio, Nohelí, Cristóbal “el mello”, Alfari, Olavides, Jael, Eider, Tomás, Ana Lía, Jorge Eladio, Calisto, Gildardo mi papá, Janey, ¡A todos!, por su tiempo y compartir sus experiencias en las entrevistas.

A Eder Mosquera Arboleda por todo el apoyo brindado, en el levantamiento topográfico y toma de muestras de suelo.

A los docentes Sandra Morales, Nelson Vivas, Isabel Bravo, por su colaboración, en los trámites para llevar a cabo las pruebas, por el préstamo de equipos y por brindarme su orientación.

A los estudiantes de química Adriana, Raúl, Janeth; por su disponibilidad y orientación en el análisis químico de suelos, A María del Mar, por estar ahí, en todo momento que lo necesité, A César Campo Lugo por su ayuda en la actividad de muestreo para análisis físico de suelos.

A los funcionarios del Laboratorio de Geotecnia de la Universidad del Cauca, José Fernando Peña Caicedo, Gabriel Lasso, Victoria Muñoz, por las pruebas de suelos, realizadas en este laboratorio.

Al laboratorio Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Cauca CRC, por su apoyo en el análisis fisicoquímico de aguas.

CONTENIDO

| | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------|
| INTRODUCCIÓN | 15 |
| 1. MARCO REFERENCIAL | 16 |
| 1.1 CICLO DEL AGUA | 16 |
| 1.2 BALANCE HÍDRICO | 16 |
| 1.2.1 Ecuación general del balance hídrico. | 16 |
| 1.2.2 Componentes del balance hídrico y su medición. | 17 |
| 1.2.2.1 La precipitación. | 17 |
| 1.2.2.2 Capacidad de retención de agua y sus variaciones. | 17 |
| 1.3 COEFICIENTE DE USO CONSUNTIVO O COEFICIENTE DEL CULTIVO (Kc) | 19 |
| 1.3.1 Uso consuntivo del agua. | 19 |
| 1.3.2 Requerimientos de agua del cultivo de Maíz (<i>Zea mays</i>). | 19 |
| 1.4 CONOCIMIENTOS TRADICIONALES Y LOCALES | 20 |
| 1.5 ALTERNATIVAS PARA ENFRENTAR FENÓMENOS CLIMÁTICOS. | 20 |
| 1.5.1 Captación o cosecha de agua lluvia. | 20 |
| 1.5.2 Agricultura de conservación. | 21 |
| 1.5.3 Biodiversidad. | 21 |
| 1.5.4 Agroforestería. | 21 |
| 1.6 ALTERNATIVAS ALIMENTICIAS PARA EL VERANO | 21 |
| 1.6.1 Ensilaje. | 21 |
| 1.6.2 Henolaje. | 22 |
| 1.7 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA | 22 |
| 1.8 SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES | 22 |
| 1.9 SOSTENIBILIDAD | 23 |
| 2. METODOLOGÍA | 24 |
| 2.1 GENERALIDADES DEL CORREGIMIENTO EL ESTRECHO | 24 |
| 2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA. | 24 |
| 2.3 DOCUMENTACIÓN DE ALTERNATIVAS Y EXPERIENCIAS EN ECOSISTEMAS SECOS. | 27 |
| 2.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS Y DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN. | 28 |
| 3. RESULTADOS | 29 |
| 3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA | 29 |
| 3.1.1 Identificación y ubicación de la unidad productiva | 29 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.2 Historia del predio | 30 |
| 3.1.3 Caracterización recurso edáfico | 30 |
| 3.1.4 Caracterización recurso hídrico | 31 |
| 3.1.5 Caracterización de especies agrícolas y pecuarias. | 32 |
| 3.1.5.1 Especies agrícolas Frutales | 32 |
| 3.1.5.2 Especies pecuarias presentes en el predio | 33 |
| 3.1.6 Bosque Natural. | 35 |
| 3.2 DIAGNÓSTICO A TRAVÉS DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD | 35 |
| 3.2.1 Situación económica. | 36 |
| 3.2.2 Situación ambiental. | 36 |
| 3.2.3 Situación socio-cultural | 37 |
| 3.2.4 Situación técnico-pecuaria | 38 |
| 3.2.5 Situación técnico-agrícola | 38 |
| 3.2.6 Índice de sustentabilidad finca Oasis | 39 |
| 3.3. DINÁMICA HÍDRICA EN LA UNIDAD PRODUCTIVA | 40 |
| 3.4 DOCUMENTACIÓN DE EXPERIENCIAS Y ALTERNATIVAS PARA MANEJO DE RECURSO HIDRICO EN ECOSISTEMAS SECOS. | 42 |
| 3.4.1 Una tierra de contrastes...como la vida. | 44 |
| 3.4.1.1 Grandes Propietarios. | 44 |
| 3.4.1.2 Productores con Apoyo de programas. | 45 |
| 3.4.1.3 Productores de pequeñas parcelas | 50 |
| 4. PROPUESTA | 54 |
| 4.1 PROPUESTA PARA LA DIMENSIÓN AMBIENTAL | 56 |
| 4.1.1 Recurso agua | 56 |
| 4.1.1.1 Captación y almacenamiento de agua de lluvia. | 56 |
| 4.1.1.2 Almacenamiento de agua lluvia a través de los techos de las viviendas | 57 |
| 4.1.1.3 Tratamiento. | 58 |
| 4.1.1.4 Sistema de riego. | 60 |
| 4.1.2 Recurso bosque. | 60 |
| 4.1.2.1 Arboles dispersos en potreros. | 61 |
| 4.1.2.2 Cercas vivas. | 61 |
| 4.1.3 Recurso suelo. | 63 |
| 4.2 PROPUESTA PARA LA DIMENSION PECUARIA – GANADERÍA | 64 |
| 4.2.1 Propuesta Silvopastoril | 64 |

| | |
|-------------------------------------------------------|----|
| 4.2.1.1 Establecimiento de la pradera. | 64 |
| 4.2.1.2 Establecimiento de leguminosas. | 65 |
| 4.2.1.3 Sistema Rotacional. | 66 |
| 4.2.1.4 Bancos mixtos de forraje | 66 |
| 4.2.1.5 Bloques multi-nutricionales | 67 |
| 4.2.1.6 Suministro de Agua | 69 |
| 4.2.1.7 Suministro de Sal | 69 |
| 4.3 PROPUESTA PARA LA DIMENSIÓN AGRÍCOLA- FRUTALES | 69 |
| 4.3.1 Cultivo de Guanábana | 69 |
| 4.3.2 Cultivo de Cítricos | 71 |
| 4.4 PROPUESTA PARA LA DIMENSIÓN SEGURIDAD ALIMENTARIA | 72 |
| 4.4.1 Huerta | 72 |
| 4.4.2 Especies menores | 74 |
| 4.5 PROPUESTA PARA LA DIMENSIÓN ECONÓMICA | 76 |
| 4.5.1 Valor Agregado | 77 |
| 4.5.2 Comercial | 77 |
| 5. CONCLUSIONES | 78 |
| 6. RECOMENDACIONES | 79 |
| BIBLIOGRAFÍA | 80 |
| ANEXOS | 85 |

LISTA DE CUADROS

| | Pág. |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Cuadro 1. Beneficios que ofrecen las cercas vivas | 62 |
| Cuadro 2. Bienes y servicios proporcionados por las especies propuestas para las cercas vivas. | 62 |
| Cuadro 3. Tipos de ingredientes y proporciones de distintos materiales que se pueden emplear para preparar los bloques multinutricionales | 68 |
| Cuadro 4. Plan de siembra de la huerta | 73 |
| Cuadro 5. Rotaciones propuestas para la Huerta | 74 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Figura 1. Recorridos en la unidad productiva durante la caracterización. | 24 |
| Figura 2. Construcción de instalación y equipos. | 25 |
| Figura 3. Actividad para realización de pruebas físicas del suelo | 26 |
| Figura 4. Cuerpos de agua de la Finca Oasis y tomas de muestras. | 26 |
| Figura 5. Toma de muestras de suelo para pruebas químicas. | 27 |
| Figura 6. Actividades con productores | 28 |
| Figura 7. Mapa uso actual de la finca Oasis. | 29 |
| Figura 8. Suelos con problemas de erosión en algunos puntos de la Finca Oasis. | 31 |
| Figura 9. Árboles de Guanábana | 32 |
| Figura 10. Árboles de Cítricos | 33 |
| Figura 11. Instalaciones para cría de cerdos | 33 |
| Figura 12. Ganado cebú y equinos. | 34 |
| Figura 13. Aves, alimentación y agua de bebida. | 35 |
| Figura 14. Bosque Natural de la Finca Oasis. | 35 |
| Figura 15. Índice de sustentabilidad Económica. | 36 |
| Figura 16. Índice de sustentabilidad Ambiental | 37 |
| Figura 17. Índice de sustentabilidad Socio-cultural | 38 |
| Figura 18. Índice de sustentabilidad Técnico-Pecuaria | 39 |
| Figura 19. Índice de Sustentabilidad Técnico-Agrícola | 39 |
| Figura 20. Índice de Sustentabilidad de la Finca Oasis. | 40 |
| Figura 21. Precipitaciones Finca Oasis comparadas con las precipitaciones registradas por La estación Granja Experimental Universidad de Nariño y La Estación El Estrecho. | 41 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 22. Agricultora tradicional de la Vereda La Manguita, con el costal de sal pa' las vacas al hombro. | 42 |
| Figura 23. Cultivo de Cítricos Hacienda San Joaquín. | 45 |
| Figura 24. Noelí, productor constante y dedicado | 46 |
| Figura 25. Ana Lía alimentando a sus gallinas. | 48 |
| Figura 26. La parcela agro biodiversa de Ana Lía. | 48 |
| Figura 27. Taller dirigido por CIAT y NUTRIFACA | 49 |
| Figura 28. Emilio Melecio | 50 |
| Figura 29. Productor de la vereda La Manguita. | 51 |
| Figura 30. Producción en las riberas del Río Guachicono | 51 |
| Figura 31. Molienda y lavado de maíz para la mazamorra | 52 |
| Figura 32. Olavides Zapata | 53 |
| Figura 33. Estructura de la propuesta para la finca Oasis | 55 |
| Figura 34. Estructura del diquetoma | 56 |
| Figura 35. Partes de un sistema de recolección de aguas | 58 |
| Figura 36. Estructura de filtración lenta con arena | 58 |
| Figura 37. Sistema de Reutilización de Aguas Servidas | 59 |
| Figura 38. Modelo aspersores propuestos | 60 |
| Figura 39. Diseño lineal cerca viva uno | 63 |
| Figura 40. Diseño lineal cerca viva dos | 63 |
| Figura 41. Diseño de establecimiento de leguminosas. | 66 |
| Figura 42. Distribución de bebederos ecológicos | 69 |
| Figura 43. Diseño de propuesta agrícola | 71 |
| Figura 44. Diseño de los cajones para la huerta casera. | 72 |
| Figura 45. Diseño de Pozas para Cuyes | 75 |

LISTA DE ANEXOS

| | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Anexo A. Guía para la caracterización de unidades de producción Agropecuaria | 85 |
| Anexo B. Mapa uso actual finca oasis | 86 |
| Anexo C. Resumen de uso actual del predio | 87 |
| Anexo D. Especies pecuarias presentes en la unidad productiva | 88 |
| Anexo E. Manejo porcinos | 89 |
| Anexo F. Inventario del hato finca oasis | 90 |
| Anexo G. Manejo ganado | 91 |
| Anexo H. Especies forestales encontradas en la unidad productiva | 92 |
| Anexo I. Reporte de resultados análisis de suelos | 93 |
| Anexo J. Reporte de resultados de análisis fisicoquímico de cinco fuentes Hídricas de la finca oasis | 94 |
| Anexo K. Resultados parámetros físicos de suelos | 95 |
| Anexo L. Entrevista realizada a productores | 111 |
| Anexo M. Experiencias de interés | 112 |
| Anexo N. Mapa Diseño reservorio propuesto | 126 |
| Anexo O. Mapa Diseño riego por Aspersión | 127 |
| Anexo P. Mapa propuesta silvopastoril | 128 |
| Anexo Q. Mapa propuesta agrícola y bancos mixtos de forraje | 129 |
| Anexo R. [CD-ROM]. Formatos indicadores de Sustentabilidad, Registros estaciones Meteorológicas y Finca Oasis. | |

RESUMEN

Debido a la implementación de prácticas inadecuadas en el establecimiento y manejo de sistemas de producción agropecuarios, tales como: deforestación creciente, sobrepastoreo, quemas, uso excesivo de agroquímicos, pesticidas y aprovechamiento inadecuado del suelo, entre otros, el recurso edáfico y medio ambiente han sufrido daños severos, así como el recurso hídrico ha sufrido alteraciones, desencadenando variaciones climáticas que van desde reducción de la disponibilidad de agua por extrema sequía, a inundaciones por intensas lluvias. En áreas secas la situación es más complicada, porque el recurso hídrico es muy escaso y el mantenimiento de cultivos y animales se convierte en una compleja tarea llevando a la comunidad a adoptar prácticas no favorables para las condiciones agroecológicas, ocasionando fuertes desequilibrios en el sistema que concluyen en pérdidas económicas (pérdida de cosechas y crías). Por otro lado, se tienen inconvenientes con el agua para consumo humano al no contar con un flujo permanente, exigiendo a la comunidad realizar extenuantes tareas en el transporte desde las fuentes más cercanas hasta sus hogares.

La Finca Oasis está ubicada en El Valle del Patía, región semiárida de lluvias escasas, por lo cual se ha desarrollado una agricultura de subsistencia. Superficialmente, la región abarca el 9.5% de la extensión territorial del Departamento del Cauca. En esta zona, la población se dedica preferencialmente a la ganadería extensiva, con serios problemas de abastecimiento de agua, erosión por sobrecarga de ganadería y mal manejo de praderas (Gallego, 2011). En la unidad productiva se observan predios afectados por la expansión de la frontera agrícola y por el mal manejo de suelos con ganadería extensiva, sin un establecimiento de praderas como tal. A pesar de contar con áreas donde se conserva vegetación nativa y se colectan aguas lluvias hay falencias en el manejo del recurso hídrico y edáfico.

Se realizó la caracterización y el estudio de la dinámica hídrica de la finca Oasis, con el objetivo de proponer el establecimiento de un sistema integral de producción agropecuaria, con alternativas para el manejo adecuado del recurso hídrico, y edáfico.

Para caracterizar la unidad productiva se utilizaron las guías de Caracterización y Diagnóstico a Través de Indicadores de Sistemas Agropecuarios de Londoño, Gutiérrez y Ruíz de 2011, logrando identificar el uso, manejo y problemática de cada componente del sistema productivo. Para la evaluación de la dinámica de aguas, se midieron las precipitaciones, temperatura y humedad relativa, con ayuda de equipos sencillos, de fácil obtención y manipulación, además se usó información aportada por el IDEAM de dos estaciones meteorológicas cercanas al área de estudio.

Finalmente se elaboró la propuesta y diseño de un sistema integral de producción, ofreciéndole al productor, un modelo a seguir, que le permita mejorar las condiciones de su predio, paulatinamente, para lograr la sostenibilidad y sustentabilidad de la misma.

ABSTRACT

Due to the implementation of inappropriate practices in the establishment and management of agricultural production systems, such as increased deforestation, overgrazing, burning, excessive use of chemicals, pesticides and inappropriate land use, among others, the edaphic and environmental resource have suffered severe damage and water resources has been altered, triggering climatic variations ranging from reduced water availability due to extreme drought, flooding from heavy rains.

In dry areas the situation is more complicated because water resources are scarce; maintenance of crops and animals becomes a complex task, involving the community to adopt practices to unfavorable agro-ecological conditions in these areas, causing serious imbalances in the system to conclude in economic losses (loss of crops and offspring). On the other hand, you have problems with drinking water by not having a permanent flow, requiring community strenuous tasks in the transport from the nearest sources to their homes.

The Oasis Farm is located in the Patia Valley, than it is a semiarid region, of low rainfall, so it has developed subsistence agriculture. Superficially, the region covers 9.5% of the land area of the Cauca Department. In this area, the populations are preferentially dedicated to ranching, serious problems with water supply, erosion, overuse of livestock and mismanagement of grasslands (Gallego, 2011). In the production unit, you're observed properties affected by the expansion of the agricultural frontier and soil mismanagement by ranching, without pasture establishment as such. Despite having areas where native vegetation is preserved and rainwater is collected, there are shortcomings in the management of water resources and edaphic.

Characterization and study of the hydrodynamics of the Oasis farm was held with the aim of proposing the establishment of an integrated agricultural production system, with alternatives for the adequate management of water resources, and edaphic.

To characterize the production unit guidelines were used characterization and diagnosis through indicators of Agricultural Systems and Characterization of Agricultural Systems Londoño, and Gutiérrez Ruiz 2011, succeeded in identifying the use, management and problems of each component of the production system. For the evaluation of the dynamics of water, they were measured the rainfall, temperature and relative humidity, using simple equipment, easy collection and handling, plus information provided by the IDEAM two weather stations near to the study area it was used.

Finally the proposal was developed and designed of an integrated production system, giving the producer, a role model, that could improve the conditions of their land gradually, to achieve sustainability and sustainability of the same.

INTRODUCCIÓN

El uso de prácticas convencionales no favorables en el establecimiento de sistemas productivos agrícolas y pecuarios ha llevado a ecosistemas frágiles como los secos a problemas de degradación. Las comunidades campesinas, afrocolombianas e indígenas en su mayoría, sufren los efectos de la pobreza, y basan su economía en agricultura de subsistencia; el depender de los recursos naturales, los hace vulnerables ante los cambios que experimenta el medio ambiente, esto sumado al limitado acceso a tecnologías e información, no recibir un apoyo satisfactorio de parte de los entes gubernamentales, no contar con asesoría técnica constante, más la llamada erosión cultural¹ que están atravesando complica la capacidad adaptativa de estos, conllevando al desplazamiento y abandono en busca de oportunidades de trabajo a las ciudades principales.

Las lluvias son menos predecibles y el cambio climático está afectando el patrón de precipitaciones pluviales a nivel global; según algunos criterios, esto puede conducir al incremento de la temperatura y mayor escasez de agua en las zonas áridas del mundo. A nivel mundial la agricultura de regadío utiliza la mayor cantidad del agua disponible (75%), seguida por el uso con fines de generación de energía, industrial, minero y doméstico. El 50% de la población mundial tiene insuficiente acceso al agua potable de calidad y el 60% de las enfermedades en los países pobres tienen como causa el uso de agua de mala calidad o con saneamiento deficiente, lo que ocasiona la muerte a 2.2 millones de personas al año (Bueno de Mesquita, 2003).

Al interior del territorio colombiano la distribución y la oferta del recurso hídrico no es uniforme, la región Andina y Caribe son las más propensas a presentar conflictos por la disponibilidad, la calidad y el uso adecuado del agua, ya que corresponden a las regiones donde se presentan las mayores demandas del recurso hídrico por actividades de origen antrópico y agropecuario, lo cual lleva a pensar en programas orientados a la programación y planificación del uso del agua, tanto a nivel urbano como rural (Cely, 2010).

Este trabajo de investigación tuvo como objetivos, la caracterización de la unidad productiva Oasis y determinación de su hidrodinámica; así como la identificación y documentación de alternativas y experiencias sobre gestión del agua en ambientes secos, para llegar a la propuesta de un sistema integral de producción con uso eficiente del agua, y recursos disponibles en la Finca Oasis, para contribuir a su sostenibilidad y sustentabilidad y ofrecer un modelo para el desarrollo de la región.

¹ Erosión cultural: proceso de pérdida paulatina de los saberes ancestrales, valores etnográficos, y etnológicos de las culturas nativas que viven en áreas de frontera, las cuales se enfrentan a alienación y transfuncionalización por parte de la cultura occidental dominante.

1. MARCO REFERENCIAL

1.1 CICLO DEL AGUA

Uno de los grandes ciclos en la naturaleza es el del agua; ésta se mueve constantemente desde la atmósfera a la tierra, pasa por los ecosistemas (vegetación-animales-suelo), por la corteza terrestre a los océanos y luego regresa a la atmósfera. El ciclo del agua en la naturaleza se debe a flujos positivos y negativos; los positivos o de ingreso al sistema son: precipitación, agua almacenada, condensación, escurrimiento subterráneo, infiltración y agua freática-efecto capilar; los flujos negativos o egresos de agua del sistema son escurrimiento superficial, subterráneo, evapotranspiración y percolación (Fassbender, 1993).

El ciclo del agua ha sido alterado por la acción del hombre al talar bosques, por la expansión de la frontera agrícola, por el uso de tecnologías inapropiadas en el establecimiento de actividades agropecuarias, lo que provoca que el agua se precipite rápidamente al mar, haciendo que los ríos se desborden y luego se sequen, que la tierra fértil sea arrastrada y aumente la erosión, que la capa acuífera desaparezca, y por lo tanto que el agua no se aproveche (CICEANA, s f).

1.2 BALANCE HÍDRICO

Para establecer el balance hídrico de una zona, es necesario conocer la precipitación y la evapotranspiración del mismo. Ello implica hacer una evaluación de las ganancias y pérdidas de agua del sitio. Se considera que el balance de agua es la diferencia existente entre el ingreso y el egreso de agua a un sistema. Cuando se trata de ecosistemas deben considerarse la vegetación y el suelo (evapotranspiración) (Fassbender, 1993). El concepto de balance hídrico es una representación teórica de los intercambios de agua entre las plantas, el suelo y la atmósfera, lo que permite hacer una cuantificación del recurso a diferentes escalas (parcela, finca, cuenca o región) y las modificaciones del mismo por influencia de las técnicas de manejo de la agricultura y de las actividades del hombre en general (Jiménez, 2003, citado por Ríos, 2006).

1.2.1 Ecuación general del balance hídrico. El estudio del balance hídrico se basa en la aplicación del principio de conservación de masas, conocido también como ecuación de continuidad, que establece que para cualquier volumen arbitrario y durante cualquier periodo de tiempo, las diferencias entre las entradas y salidas estarán condicionadas por la variación del volumen de agua almacenada (Jiménez, 2003; citado por Ríos, 2006). La fórmula del balance hídrico se puede escribir en los términos siguientes:

$$P_p + R = ET + D + E \pm \Delta H \quad (\text{Ec. 1})$$

Dónde:

Pp = Precipitación

R = Riego
ET = Evapotranspiración
D = Drenaje
E = Escurrimiento superficial
 ΔH = Diferencial de humedad en el suelo

1.2.2 Componentes del balance hídrico y su medición.

1.2.2.1 La precipitación. La precipitación es generalmente la única fuente de humedad que tiene el suelo, por eso es conveniente que su medición sea precisa ya que de ello depende, en gran medida, la exactitud de los cálculos siguientes del balance hídrico (Jiménez, 2003; citado por Ríos, 2006).

El agua precipitada puede ser evaporada o evapotranspirada, escurrir superficialmente o construir la escorrentía subterránea o percolación; parte del agua de la lluvia que cae en un bosque es retenida temporalmente por las ramas y hojas de los árboles o arbustos, retornando a la atmósfera como vapor; el resto alcanza el piso del suelo pasando directamente por los espacios vacíos de las copas de los árboles o escurre por los troncos (Soriano y Shimomichi, 1991; citados por Ríos, 2006).

1.2.2.2 Capacidad de retención de agua y sus variaciones. El movimiento, contenido y disponibilidad del agua en el suelo están determinados principalmente por sus propiedades físicas y químicas, en especial la textura, estructura, porosidad, profundidad y contenido de materia orgánica. En los cálculos del balance hídrico es necesario determinar la cantidad de agua que pueda ser almacenada por el suelo (capacidad de retención) y las variaciones de reserva hídrica en el sistema, en función de aportes y salidas del agua (Jiménez, 2003; citado por Ríos, 2006).

Según Carpena (2004), el contenido de agua en el suelo se determina mediante métodos directos o indirectos. El método directo es usualmente referido como gravimétrico y expresa el contenido de agua como peso de agua sobre peso de suelo seco, o, la proporción de la masa de agua presente en una muestra sobre la masa de una muestra de suelo después haber sido secado en horno a 100 – 110°C, hasta tener peso constante. El método volumétrico da el contenido de agua como volumen de agua en un volumen de suelo sin perturbar. Los métodos indirectos (TDR, tensiómetros), estiman la humedad del suelo por una relación calibrada con alguna otra variable medida (Ríos, 2006).

➤ **Evapotranspiración.** Es una etapa permanente del ciclo hidrológico. La evaporación de una superficie natural representa la cantidad de agua disipada a la atmósfera a partir de esa superficie mediante la evaporación. Si se considera una superficie vegetal se habla de evapotranspiración (ET), debido a que la cantidad de agua perdida es la suma de la evaporación del suelo y la transpiración de las plantas (Jiménez, 2003; citado por Ríos, 2006).

Según García y López (1970), la fórmula propuesta para calcular la evapotranspiración se adapta a la banda comprendida entre los 15°N hasta los 15°S de latitud; las variables utilizadas son la temperatura media en grados centígrados y la humedad relativa media de las horas diurnas, obteniendo la ecuación (Rojo, s.f.):

$$ETP = 1.21 \times 10^n (1 - 0.01H_R) + 0.21T - 2.30 \quad (\text{Ec. 2})$$

Válido sólo para temperaturas mayores o iguales a 10°C. ETP en mm/día y:

$$n = \frac{7.45T}{234.7 + T} \quad (\text{Ec. 3})$$

Siendo T la temperatura media del aire en grados centígrados y H_R la humedad relativa media diurna dada por:

$$H_R = \frac{H_{R8HORAS} - H_{R14HORAS}}{2} \quad (\text{Ec. 4})$$

➤ **Percolación.** Las partículas de suelo están rodeadas de poros de diferentes tamaños donde se deposita el agua y el aire. Al aplicarse suficiente agua a un suelo, sea por medio natural o artificial, todos los poros se llenan de agua; en ese momento en el suelo existen dos tipos de agua: la gravitacional o libre (agua disponible) y la higroscópica (no disponible). El agua gravitacional o percolación es aquella que drena libremente del suelo debido a la fuerza de la gravedad y requiere un límite por encima de la capacidad de campo (Jiménez, 2003; citado por Ríos, 2006).

Uno de los métodos más comunes para estimar la percolación, es considerar la capacidad de retención o almacenamiento de agua del suelo; debido a que cuando la precipitación neta sumada a la reserva de agua existente en el suelo es mayor que la capacidad de retención, el exceso se “pierde” por percolación fuera del alcance de las raíces. Ante la existencia de escurrimiento superficial, esta debe ser estimada, restárselo a la precipitación neta y luego efectuar los cálculos mencionados (Jiménez, 2003; citado por Ríos, 2006).

➤ **Escorrentía.** Se refiere al agua de lluvia o de riego que escurre superficialmente por el suelo. Este término del balance hídrico es difícil de estimar, debido a que el escurrimiento depende de la intensidad de lluvias, del tipo del suelo y su estado superficial, de la cobertura del suelo y de la pendiente (Jiménez, 2003; citado por Ríos, 2006). Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones de Perú, el método racional estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente de escorrentía c , estimado sobre la base de las características del predio. Es usado para predios o cuencas de áreas menores a 10 km². Considera que la duración de P (precipitación) es igual a t_c (tiempo de concentración). La descarga máxima del diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q = 0.278 CIA \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

Q= descarga máxima de diseño

C= coeficiente de escorrentía

I= Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)

A= Área

1.3 COEFICIENTE DE USO CONSUNTIVO O COEFICIENTE DEL CULTIVO (Kc)

Según Leroy (1980) citado por Garay (2007), el coeficiente de uso consuntivo (Kc) de un cultivo se define como la relación entre la demanda de agua del cultivo mantenido a niveles óptimos (ETA) y la demanda del cultivo de referencia (ETP) es decir:

$$Kc = \frac{ETA}{ETP} \quad (\text{Ec. 6})$$

Dónde:

ETA: es la evapotranspiración potencial del cultivo

ETP: es la evapotranspiración potencial del cultivo en referencia.

El Kc generalmente se presenta como función del desarrollo vegetativo o etapa de maduración; puede ser estimado o determinado por diferentes métodos, tanto indirectos como teóricos, como directos o de campo. Los métodos directos son los que se miden directamente de la evapotranspiración y son: Método de Blanney Criddle, de radiación, de Penman, de evaporímetro del tanque y de Thornthwait (Garay, 2007).

1.3.1 Uso consuntivo del agua. El uso consuntivo del agua puede definirse como la cantidad de agua que consumen las plantas para germinar, crecer y producir económica y cuantitativamente; es un concepto equivalente al de evapotranspiración. Los principales componentes del uso consuntivo del agua son la transpiración y evapotranspiración.

Los factores fundamentales que influyen en el uso consuntivo del agua son el clima, el cultivo, el suelo y el agua de riego. El uso consuntivo suele expresarse como profundidad de agua por unidad de tiempo, por ejemplo milímetros por temporada; para calcular el volumen total de agua necesaria, se multiplica la necesidad de agua estacional por la superficie que se requiere regar, siendo la unidad de volumen más comúnmente empleada metros cúbicos (Garay, 2007). El uso consuntivo de agua variará según el tipo de planta, la época en que se cultiva y las condiciones climáticas existentes en las diversas etapas del desarrollo vegetal (Garay, 2007).

1.3.2 Requerimientos de agua del cultivo de Maíz (*Zea mays*). El maíz para la máxima producción hasta la madurez del cultivo requiere entre 500 y 800 mm de agua, dependiendo del clima. El coeficiente de uso consuntivo (Kc) que relaciona los requerimientos de agua (ETA) a la evapotranspiración de referencia (ETP) para los diferentes estados de crecimiento del cultivo son: a) estado inicial de 0.3 a 0.5 (15-30 días), b) estado de desarrollo de 0.70 a 0.85 (30-45 días), c) mediados del periodo de

crecimiento de 1.05 a 1.20 (30-45), d) durante la fase tardía de crecimiento de 0.80 a 0.90 (10 -30 días), y, e) a cosecha de 0.55 a 0.60 (FAO, 2008; citado por Rivera, 2008).

1.3.3 Requerimientos de agua del cultivo de Sandía (*Citrullus lanatus*). El coeficiente de uso consuntivo (Kc) que relaciona los requerimientos de agua (ETA) a la evapotranspiración de referencia (ETP) para los diferentes estados de crecimiento del cultivo son: a) estado inicial/ establecimiento de 0.5 (10-20 días), b) período vegetativo de 0.8 (21-40 días), c) período de floración de 1.5 (45-60 días), d) formación de fruto de 0.9 (61-75 días), e) maduración-cosecha de 0.7 (76-110 días) (Del Ángel y Mata, 2006).

1.4 CONOCIMIENTOS TRADICIONALES Y LOCALES

El saber tradicional ha sido definido como un cuerpo acumulativo de conocimientos, prácticas y creencias que evoluciona a través de procesos adaptativos y es transmitido mediante formas culturales de una generación a otra. Al igual que el conocimiento científico, el conocimiento tradicional es producto de un proceso acumulativo y dinámico de experiencias prácticas y adaptación al cambio. A diferencia del conocimiento científico, el conocimiento tradicional es local, holístico y portador de una cosmovisión que integra aspectos físicos y espirituales. El conocimiento tradicional es importante porque es parte de la identidad cultural de los pueblos indígenas y locales, y representa la herencia y diversidad de la humanidad, además este conocimiento contribuye a mejorar el bienestar humano mediante por ejemplo, la conservación de la biodiversidad, la gestión de recursos naturales, la mejora de la salud y el estado nutricional (Reyes, 2009).

1.5 ALTERNATIVAS PARA ENFRENTAR FENÓMENOS CLIMÁTICOS.

1.5.1 Captación o cosecha de agua lluvia. La captación de agua lluvia según la FAO (2000), es la recolección o cosecha de la escorrentía superficial para propósitos de producción agropecuaria y forestal. Muchas de las obras históricas de captación de agua de lluvia para uso doméstico se originaron principalmente en Asia y Europa. Se puede asumir que las técnicas de captación de agua de lluvia desempeñaban un papel importante en la producción agrícola y la vida en general en las zonas áridas y semiáridas, basándose en la distribución de los restos de estructuras y el persistente uso de estas obras en la historia. Parte de la agricultura en el medio oriente, se basaba en técnicas como derivación de torrentes o wadi; en Israel, en el Desierto de Negev, han sido descubiertos sistemas de captación de agua de lluvia de más de 4000 años de antigüedad, estos sistemas consistían en el desmonte de lomeríos para aumentar la escorrentía superficial, para dirigirlos a predios agrícolas en las partes bajas. En el sureste de Túnez se utilizaron técnicas de microcaptación para el crecimiento de árboles, asimismo en el suroeste de Estados Unidos, noroeste de México y en el Altiplano de México central y sur se practicaron técnicas parecidas (FAO, 2000).

Estas técnicas eran utilizadas generalmente en la producción agrícola marginal, se caracterizaban por estar vinculadas a diversos cultivos y prácticas como conservación de suelos, se integraban fácilmente con otros sistemas de uso de los recursos naturales, y adaptables a cambios sociales (FAO, 2000).

1.5.2 Agricultura de conservación. La Agricultura de Conservación, se basa en el concepto fundamental del manejo integrado del suelo, del agua y de todos los recursos agrícolas. Su característica principal es que bajo formas específicas y continuadas de cultivo, la regeneración del suelo es más rápida que su degradación de modo que la intensificación de la producción agrícola es económica, ecológica y socialmente sostenible (IS y FAO, 2008). El objetivo de la agricultura de conservación según la FAO es lograr una agricultura sostenible y rentable, dirigida al mejoramiento del sustento de los agricultores; adopta tres principios: perturbación mínima del suelo; cobertura permanente del suelo; y la rotación de cultivos.

La agricultura de conservación aporta la base para sustentar la productividad de los recursos naturales y la protección del ambiente y la salud. Permitiendo de esta manera el desarrollo de servicios ambientales como la fijación de carbono, la generación de oxígeno, y en general productos alimenticios de calidad que juegan un papel cada vez más importante en el desarrollo de la sociedad (IS y FAO, 2008).

1.5.3 Biodiversidad. Este término hace referencia al número, variedad y variabilidad de seres vivos en un ecosistema. En condiciones naturales, los organismos llevan a cabo múltiples procesos e interacciones que son fundamentales para el sostenimiento de la vida en la tierra. La biodiversidad participa en el reciclaje de nutrientes, el ciclo del agua, la formación, retención y descomposición del suelo, control de especies invasoras, el control biológico de plagas y enfermedades, reducción de contaminantes etc. Por esta razón los cambios en la biodiversidad afectan la capacidad del ecosistema para ofrecer bienes y servicios al ser humano (Zuluaga et al., 2011).

1.5.4 Agroforestería. Es una transdisciplina que estudia la integración de árboles, ganado, pastos o forraje, en una misma unidad productiva. Este sistema está orientado a mejorar la productividad de las tierras y al mismo tiempo ser ecológicamente sustentable. Entre los principales beneficios se puede enumerar la protección física del suelo, los efectos sobre el microclima, el reciclaje de nutrientes y la diversificación de la producción (Gallego, 2011).

Los sistemas agroforestales actúan como modificadores del ambiente; en ganadería, como fuente de forraje y aporte de sombra, además tiene efectos benéficos sobre el aumento de la biodiversidad, al generar espacios de vida para otras especies de flora y fauna, conservación del suelo y recursos hídricos, entre otros. Dada la gran diversidad de especies arbóreas con potenciales forrajeros en el trópico, existe una multiplicidad de posibilidades para el diseño de sistemas de producción ganadera que sean sostenibles y sustentables ecológica, económica y socialmente (Arboleda y Tombe en 2010, citado por Gallego en 2011).

1.6 ALTERNATIVAS ALIMENTICIAS PARA EL VERANO

1.6.1 Ensilaje. Es forraje verde proveniente de gramíneas, cultivos anuales o leguminosas; picado, que se conserva en la ausencia de aire y se recolecta en bolsas plásticas o en depósitos denominados silos. Con el ensilaje se aprovecha el excedente de forraje que se produce en períodos de lluvia para alimentar al ganado en épocas de sequía. Esta práctica es importante porque se preservan al máximo los nutrientes del

forraje, disminuye los costos de alimentación porque se necesita menos suplementación con concentrados comerciales, se pueden conservar por mucho tiempo con pérdidas pequeñas, los materiales más utilizados son, maíz, sorgo, caña, cratylia, totúmo y yuca entre otros (Fedegan, 2006).

1.6.2 Henolaje. Es una técnica de conservación que consiste en cortar el forraje y someterlo a un premarchitado durante cierto período de tiempo, hasta lograr un contenido de materia seca de aproximadamente el 50%. El tiempo de secado varía según la especie vegetal, las condiciones ambientales y el acondicionamiento previo o no del material (Romero, 2004).

1.7 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

Los sistemas integrados de producción agropecuaria tienen como centro a la familia; los componentes productivos se combinan con el adecuado manejo de los recursos naturales (agua, suelo, cobertura vegetal) y la agregación de valor, obteniéndose un sistema ecológicamente sustentable, socialmente responsable y económicamente rentable (Gangotena, 2011).

Los sistemas de producción alternativos giran alrededor de tres grandes ejes: mejorar la eficiencia en el uso de la base natural disponible, en procura de recuperar los daños generados por sistemas de producción convencionales; generar y diseñar tecnologías adecuadas a las condiciones particulares del trópico, apoyadas en el uso de recursos locales, mano de obra familiar, las condiciones particulares de cada productor y las características agroecológicas de los lugares donde están ubicados; y, disminuir la dependencia en el uso de insumos externos o su reemplazo por insumos biológicos que pueden producirse al interior de las unidades o en los ecosistemas en los que ellas se establecen (Corrales, 2002).

1.8 SISTEMAS AGROSILVOPASTORILES

Son sistemas donde en el uso del suelo hay especies leñosas de aptitud forestal que crecen en asociación con gramíneas y leguminosas, las cuales proveen la mayor parte de la alimentación de los animales (domésticos y/o silvestres), en un arreglo espacial y temporal, con múltiples interacciones ecológicas y económicas entre los componentes del sistema (Tierra mágica, 2008; citado por Gutiérrez y Ruiz, 2011). Entre los sistemas silvopastoriles más comunes están: cercas vivas, bancos de proteína y/o energía, leñosas perennes como barreras vivas en áreas de pendiente, cultivo en callejones con leguminosas arbóreas o arbustivas con forrajeras herbáceas, pastoreo bajo maderables o frutales con forrajeras, cortinas rompevientos y pastoreo en matorrales (Pezo e Ibrahim, 1996).

En un sistema silvopastoril se permite que los componentes (árboles forestales, pasturas y animales de producción), se ubiquen bajo un esquema de manejo racional integral, que tienda a mejorar a mediano o largo plazo la productividad, la sustentabilidad y la rentabilidad de la unidad productiva; esto teniendo en cuenta las condiciones y tiempos de producción de los diversos componentes, lo cual implica que el manejo de este sistema

involucra el conocimiento y la asociación de numerosas variables que afectan a cada uno de los componentes, incluyendo los recursos suelo y agua, produciéndose así una serie de interacciones que condicionan la productividad de cada componente y del conjunto (Tierra mágica, 2008; citado por Gutiérrez y Ruiz, 2011).

1.9 SOSTENIBILIDAD

La sostenibilidad hace referencia a la durabilidad de los sistemas de producción, a su capacidad para mantenerse en el tiempo y al mantenimiento de la productividad de los recursos empleados frente a situaciones de choque o tensión, en este caso, los recursos naturales renovables y otros insumos utilizados para la producción agropecuaria (Meza, 2012). La sostenibilidad depende de las características intrínsecas del sistema de producción, de la naturaleza e intensidad de las tensiones a los que está sujeto el sistema y de los insumos humanos que pueden aportarse para contrarrestarlas (Conway y Barbier, 1990; citados por Corrales, 2002). En términos de producción agropecuaria, la sostenibilidad se refiere a la conservación de suelos, agua y recursos genéticos vegetales y animales, no degrada el medio ambiente, es técnicamente apropiado, económicamente viable y socialmente aceptable (Corrales, 2002).

2. METODOLOGÍA

2.1 GENERALIDADES DEL CORREGIMIENTO EL ESTRECHO

El corregimiento El Estrecho está ubicado en el valle interandino del curso medio del Río Patía, se localiza a 1° 57'N, 77° 07'W, a 590 msnm (Ayerbe y López, 2011). Limita al Norte con el corregimiento de Patía, al Oriente con el Río Guachicono y Municipio de Bolívar, al Sur con el corregimiento de Galíndez, municipio de Mercaderes y al Oeste con el corregimiento de Guadualito, municipio de Balboa. Presenta clima cálido seco y zona de vida bosque seco tropical con vegetación característica de zonas subxerofíticas. Lo conforman las veredas El Estrecho, El Cabuyo, La Marcela, La Manguita, Cajones y La Barca.

2.2 CARACTERIZACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA.

Se realizó utilizando la guía de caracterización de sistemas agropecuarios de Londoño (2009). Se identificó el uso actual de cada componente, se localizó un bosque natural y con la ayuda del propietario del predio, de un ingeniero agrónomo y dos estudiantes de ingeniería agropecuaria de la Universidad del Cauca, se identificó su flora predominante. Asimismo se identificó el uso actual, manejo del suelo y el agua, apreciando alternativas de represamiento de aguas realizadas por el propietario, zonas inundables naturales del predio, problemas de erosión ocasionados por las lluvias y el pisoteo del ganado. ANEXO

Levantamiento Topográfico de la Finca Oasis. Se realizó el recorrido por los diferentes lotes y divisiones de la unidad productiva (Figura 1), realizando el levantamiento de las áreas ocupadas por los diferentes arreglos en el predio. El levantamiento topográfico se realizó con ayuda de GPS Garmin etrex, estación total y prisma.

Figura 1. Recorridos en la unidad productiva durante la caracterización.

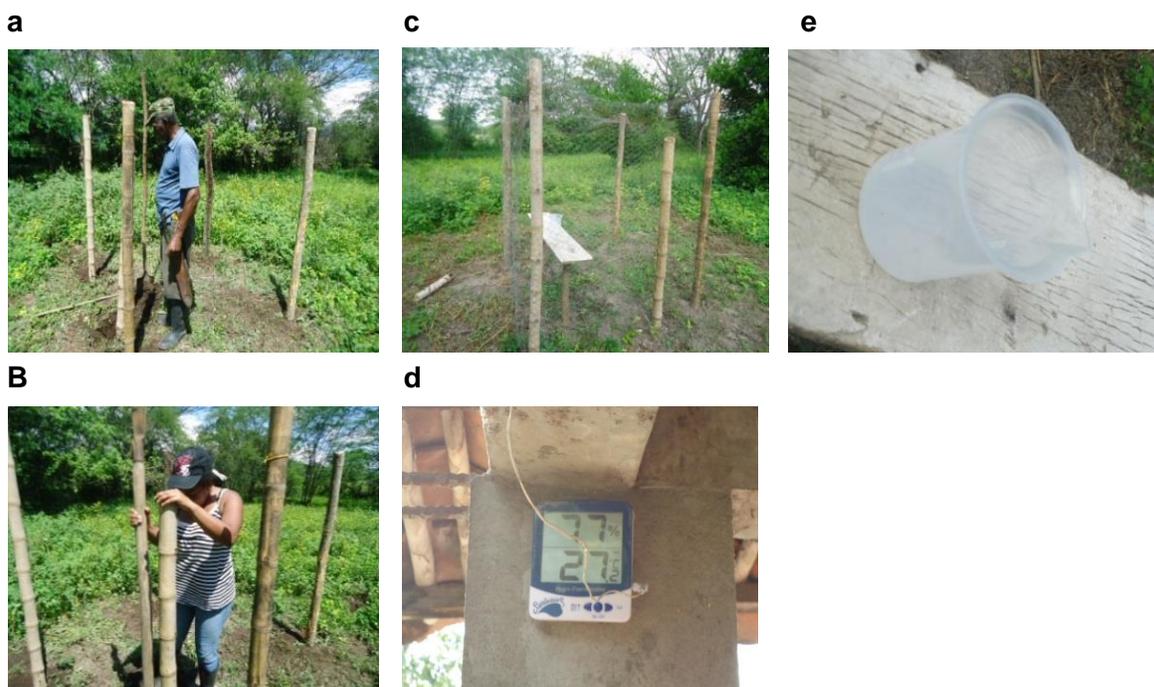


Diagnóstico a través de indicadores de sustentabilidad. Para conocer el estado en el que se encuentra la unidad productiva, se usaron los indicadores de sustentabilidad elaborados por Londoño, Gutiérrez y Ruiz en 2011,

Evaluación de la dinámica de aguas. Dentro de la unidad productiva, se destinó un espacio para la instalación de un pluviómetro casero consistente en un vaso de 1000ml y

una probeta (Figura 2), para la medición de las precipitaciones. Para estimar la humedad relativa y la temperatura con sus máximas y mínimas, se usó un termo higrómetro digital marca Sunleaves; que se instaló en la vivienda, tomando las lecturas tres veces al día durante dos meses. Se apoyó el estudio en información adicional, obtenida de las estaciones meteorológicas de la región, La estación El Estrecho y La Estación meteorológica Granja Experimental Universidad de Nariño, las cuales brindan información de precipitación, y la última, de temperatura, humedad relativa, y brillo solar. Con estos datos se calculó evapotranspiración y el balance hídrico que influencia la zona de estudio.

Figura 2. Construcción de instalación y equipos.



a), b) Construcción instalación para medir precipitación, c) instalación terminada, d) Termo higrómetro digital, e) vaso recolector de lluvia

Evaluación de la dinámica de Aguas en el Suelo. Se identificaron en campo los sitios donde es posible represar el agua. Con ayuda de un funcionario del Laboratorio de Geotecnia de la Universidad del Cauca, el propietario de la Unidad productiva, un ingeniero agrónomo y dos estudiantes de ingeniería agropecuaria, se tomaron 10 muestras en tubos shelby y se enviaron al laboratorio de Geotecnia de la Universidad del Cauca (Figura 3). Se realizaron las pruebas: Conductividad hidráulica (Saturada y no Saturada), Densidad Aparente, Densidad Real, Porosidad Total, Textura, Humedad Gravimétrica, Humedad volumétrica y permeabilidad (infiltración).

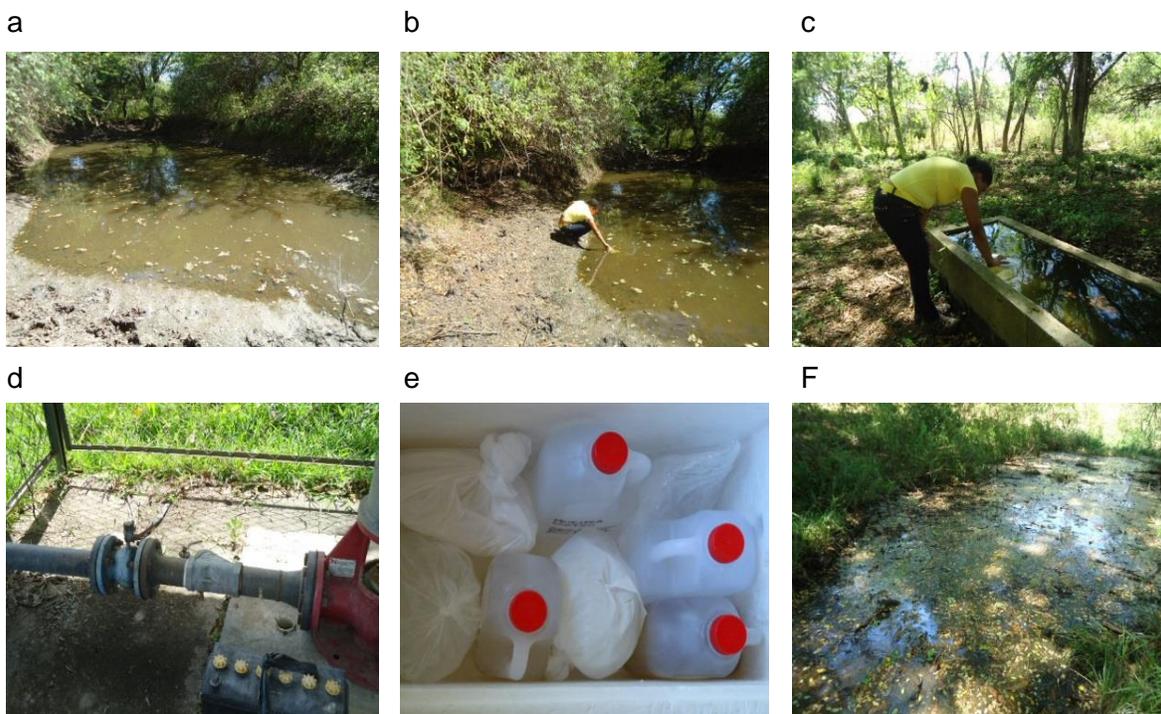
Análisis físico químico de Aguas. Se tomaron las muestras de agua, (Figura 4), presentes en los lotes uno y cuatro, al igual que del agua utilizada en la vivienda y la del pozo profundo de la vereda. Esta última gestionado por la USAID. Las muestras se enviaron al laboratorio Ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Cauca, donde

se evaluó pH, color, conductividad, turbiedad, dureza, SST, Nitritos, Nitratos, Fósforo, Coliformes Totales y Fecales.

Figura 3. Actividad para realización de pruebas físicas del suelo



Figura 4. Cuerpos de agua de la Finca Oasis y tomas de muestras.



a) reservorio de aguas lluvias, b),c) toma de muestra, d) salida de agua del pozo profundo, e) muestras refrigeradas para respectivo transporte, f) cuerpo de agua formado de fugas de tubería del acueducto.

Análisis Químico de Suelos. Se realizaron recorridos en zigzag por lo diferentes lotes y se tomaron submuestras de la parte alta, media y baja del predio para formar una muestra compuesta (Figura 5). Las submuestras se recolectaron a una profundidad de 20 centímetros. En el área donde se encuentran los árboles de cítricos y de Guanábana se tomaron muestras independientes a una profundidad de 40 centímetros. En total se obtuvieron cuatro muestras, las cuales fueron analizadas en el laboratorio de Agroquímica de la Universidad del Cauca, bajo supervisión de la estudiante de química Adriana López y la Mg. Isabel Bravo. Se evaluó pH (Agua 1:1), Fósforo disponible (Bray II,

espectrometría), Potasio, Calcio, Magnesio, Sodio Intercambiable (radiación atómica) y Nitrógeno disponible (Método Kjendall).

Figura 5. Toma de muestras de suelo para pruebas químicas.



2.3 DOCUMENTACIÓN DE ALTERNATIVAS Y EXPERIENCIAS EN ECOSISTEMAS SECOS.

Se realizó consulta bibliográfica de experiencias en el país y otros lugares a través de páginas web. Se trabajó con información secundaria sobre variables meteorológicas de diez años atrás de las estaciones existentes más representativas para la investigación.

Con el fin de conocer las experiencias de los productores del Valle del Patía y las prácticas de manejo usadas en sus unidades productivas; se realizaron entrevistas a algunos de ellos en sus respectivos hogares. Se visitaron algunos predios, donde se pudieron apreciar los sistemas de producción manejados y sus arreglos espaciales. Dentro de estas actividades, se asistió a un taller realizado por el grupo de Investigación de Nutrición Agropecuaria de la Facultad de Ciencia Agrarias de la Universidad del Cauca, y El Centro de Investigación de Agricultura Tropical CIAT sobre recursos forrajeros, dirigido a miembros de asociaciones de productores del área y a personas interesadas, que reflejó aquellas técnicas e innovaciones adoptadas por estos.

Por otra parte, se consultaron documentos sobre gestión del recurso hídrico y uso de alternativas que optimicen la producción en ambientes secos. Estos estudios se enfocan en los retos que deben superar los pequeños productores de diferentes áreas del mundo, donde priman la escasez de agua, cambios climáticos abruptos, secuelas del uso de monocultivos, dependencia de agro insumos y maquinaria agrícola. En las alternativas que estos utilizan, tiene gran relevancia, el saber tradicional y toma gran importancia la transición de los sistemas de producción convencionales a aquellos que unen producción

tradicional con la producción contemporánea, la biodiversidad, el uso razonable del agua, prácticas de conservación de suelos, entre otros.

Figura 6. Actividades con productores



a) Asistencia a taller dirigido por el CIAT y grupo de nutrición Facultad de Ciencias Agrarias, b),c) entrevistas con productores tradicionales del área.

2.4 ANÁLISIS DE RESULTADOS OBTENIDOS Y DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRAL DE PRODUCCIÓN.

Una vez obtenidos los resultados de la investigación y el diagnóstico de la unidad productiva, se determinó la sustentabilidad de la misma mediante indicadores, y la dinámica hídrica y climática que influyen el área de estudio; con lo cual, se tuvo claridad de qué alternativas serían favorables para el predio, en aras de mejorar su productividad, sostenibilidad y sustentabilidad, además de permitir hacer uso adecuado de los recursos disponibles y se procedió a realizar la propuesta productiva.

3. RESULTADOS

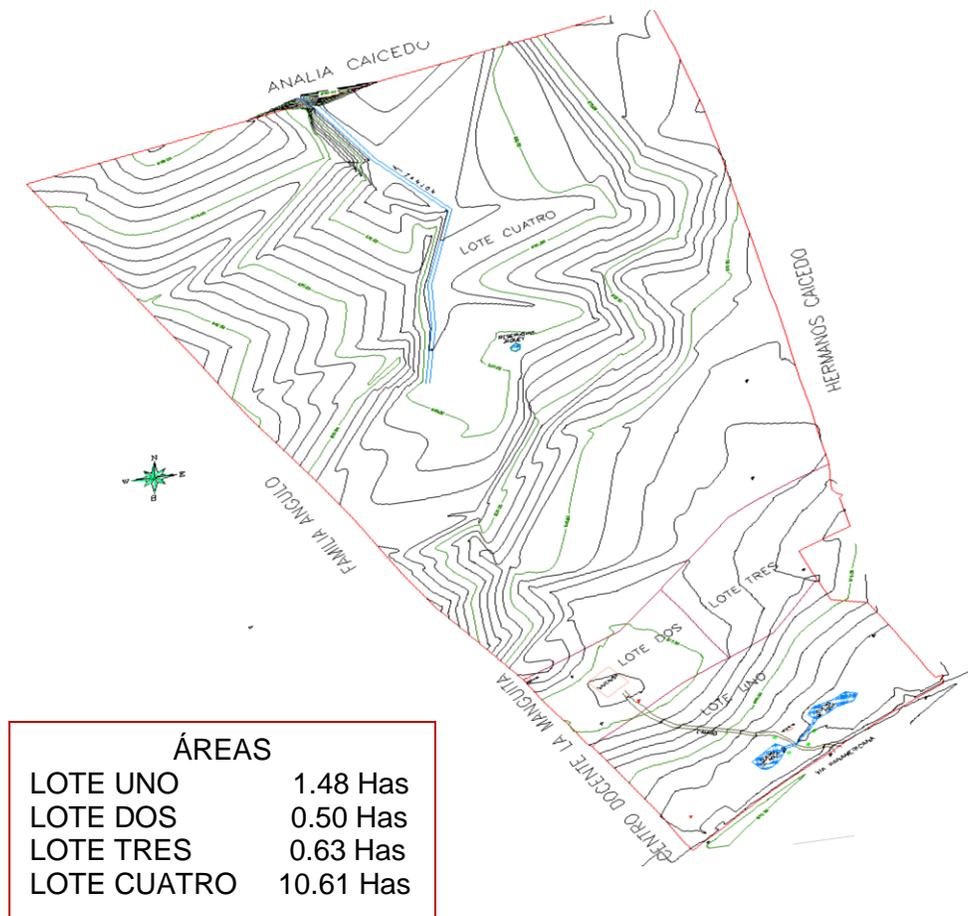
3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA UNIDAD PRODUCTIVA

3.1.1 Identificación y ubicación de la unidad productiva

La finca Oasis es propiedad del señor Gildardo Caicedo, está ubicada en la vereda la Manguita, Corregimiento El Estrecho, Municipio de Patía; a N 01°57' 04.4", W 77° 08' 0.11", con un área de 13.24 hectáreas y una altitud de 628 a 640 msnm.

Mapa de uso actual de la Finca después de realizar los respectivos recorridos por la finca, junto al propietario, y hacer el levantamiento topográfico, se procedió a elaborar el mapa, donde figuran los diferentes lotes y construcciones allí presentes.

Figura 7. Mapa uso actual de la finca Oasis.



Resumen uso actual del suelo. La unidad productiva está dividida en cuatro lotes, en el lote dos está establecida la vivienda, las instalaciones para cría de cerdos, y árboles frutales (cítricos y guanábana); el lote tres es utilizado para siembra de cultivos transitorios, los lotes uno y cuatro están siendo utilizados para levante y ceba de ganado con manejo extensivo. Estas áreas cuentan con vegetación nativa que provee sombra a los animales y están en rastrojo (Anexo C).

3.1.2 Historia del predio

El propietario es nativo de la región, estuvo como extensionista en la Caja de Crédito Minero y Agropecuario por 10 años y desde 1993 cuando perdió su cargo está vinculado al predio. En el pasado, las actividades productivas de la zona eran agrícolas y pecuarias, los cultivos pioneros eran maíz, yuca, plátano y algodón. En ese año, el predio contaba con potreros en rastrojo, una vivienda deteriorada, cuatro plantas de chirimoya (*Annona squamosa*), dos plantas de limón común (*Citrus lemon*), dos plantas de guayaba (*Psidium guajava*). El propietario ha realizado actividades de mejora del predio como control de malezas mediante el rozado, construcción de un reservorio para recolección de aguas lluvias, de un estanque para proveer agua al ganado, de instalaciones para la cría tradicional de cerdos y pollos de engorde y un corral para ordeño, actualmente no cuenta con este último. En el área con vegetación nativa, realizó una división con alambre de púas en cuatro lotes, con el fin de aprovechar la sombra. En el lindero que limita con la escuela y los predios de don Ramón Angulo, uso plantas de piñuela (*Aechmea veitchii*), Estableció árboles para sombra cerca de la vivienda, de mataratón costeño (*Senna spectabilis*), unoa árboles de frutales, guanábana (*Annona muricata L*) y cítricos (limón común, mandarina y naranja), y mango. Estos dos últimos sufrieron ataques de hormiga arriera y se perdieron. También estableció cultivos transitorios de maíz, yuca, plátano, banano y como parte del proyecto *small scale Irrigation Patía Project* de la ONG Usaid y compañía, un cultivo de maracuyá. La esposa del propietario, hizo una huerta casera de ajo (*Allium sativum*), cebolla larga (*Allium fistulosum*), cebolla cabezona (*Allium cepa*), papa amarilla (*Solanum phureja*), frijol (*Phaseolus Vulgaris L*), zanahoria (*Daucus Carota*), tomate de cocina (*Lycopersicum Esculentum*), cilantro (*Coriandium sativum*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), asociado con tomate de árbol (*Solanum betaceum*), papaya (*Carica papaya*) y zapote (*Manilkara zapota*). Estos tuvieron una producción satisfactoria pero posteriormente no se sembró, y ella se dedicó a la transformación de leche y venta de esos subproductos en Mojarras, Remolino y Mercaderes.

Las principales plagas identificadas han sido el cogollero (*Spodoptera frugiperda*) y barrenador del tallo (*Elasmopalpus angustellus*) en maíz, pasador de fruto (*Neoleucinodes elegantis*) en maracuyá, pulgones (*Aphis sp*) y enfermedad antracnosis (*Colletotrichum gloesporoides Penz*) en guanábana, piojo blanco (*Aspidiotus nerii*). Además, se evidenciaron deficiencias de hierro y potasio en cítricos.

3.1.3 Caracterización recurso edáfico

En la unidad productiva, en áreas de pendiente suave y de escasa vegetación, se observan procesos erosivos, ocasionados por la acción de las lluvias y pisoteo del ganado.

De acuerdo al reporte de resultados de análisis químico de suelos (Anexo I), los suelos son pobres en nitrógeno y materia orgánica.

De acuerdo a los análisis de propiedades físicas (Anexo K), los suelos son semipermeables, con buena estructura, textura franco arenosa, profundos y con bajo contenido de humedad.

Figura 8. Suelos con problemas de erosión en algunos puntos de la Finca Oasis.



3.1.4 Caracterización recurso hídrico

En el lote cuatro se cuenta con un reservorio (Jagüey) para almacenamiento de aguas lluvias. En el lote uno hay un cuerpo de agua formado por las fugas de agua de la tubería del acueducto de la región. El agua con la que cuenta la unidad productiva proviene del acueducto de la región. En la zona, se construyó un pozo profundo comunitario, resultado del proyecto de USAID y CHEMONICS, sin embargo, el propietario no tiene acceso debido a que no cuenta con instalaciones adecuadas para esta actividad. Las aguas servidas son drenadas directamente en el lote donde se encuentra la vivienda.

Con base en lo anterior se analizaron cinco puntos de agua. El punto uno corresponde al agua del acueducto, el punto dos a una fuga del acueducto que forma una laguna o cocha, el punto tres a él Jagüey, el punto cuatro al agua estancada para bebida de animales y el punto 5 el agua del pozo profundo.

De acuerdo a los análisis realizados en el laboratorio ambiental de la Corporación Autónoma Regional del Cauca (Anexo J), y basándose en el decreto 2115 de 2007, se concluye:

PH. Los valores reportados se encuentran en un rango de 6.5 a 9.0 y por los tanto son aceptables.

Conductividad. (50-1000 micromhos/cm) siendo aceptables los valores reportados.

Color. (UPC 15) reflejando que los valores del punto 1, 2, 3 y 4 muestran alteraciones.

Turbiedad (2). Solo el punto 1 se encuentra dentro de este valor.

SST (500mg/L). Todos los puntos están dentro de este valor.

Nitritos (0.1) y nitratos (10). De acuerdo al reporte cumple con las exigencias.

Dureza Total (160). Solo el punto 5 sobrepasa el valor permitido con un valor de 166

Los valores para coliformes totales y coliformes fecales sobrepasan los límites permitidos.

3.1.5 Caracterización de especies agrícolas y pecuarias.

3.1.5.1 Especies agrícolas Frutales

Árboles de Guanábana (*Annona muricata L.*). Son 11 árboles ubicados en el lote 2, sembrados en el año 1996 a una distancia entre surcos y entre plantas de 4 metros. La preparación del suelo se dividió en limpieza- trazado- ahoyado, y después de establecido el cultivo desyerbas. El área presenta un suelo de color oscuro, topografía plana sin erosión observada. El estado nutricional de las plantas es regular debido a la falta de fertilización orgánica o agroquímica, presentan ataques de antracnosis. La arquitectura de los árboles es deficiente, ya que presentan copas sin hojas y el crecimiento avanzado de chupones.

Figura 9. Árboles de Guanábana



Plan de manejo: Podas sanitarias, y de fertilización con 10-30-10 y triple 15. Esta última suspendida desde el año 2012. Actualmente no hay manejo agronómico (riego, fertilización, podas, control de plagas), ni producción comercial satisfactoria.

Factores Limitantes De La Producción Agrícola. Periodos largos de sequía, vientos fuertes en verano que causan defoliación, ataque de plagas y abandono de prácticas de fertilización por falta de recursos económicos. La comercialización del producto no se hacía con un precio global.

Árboles de Cítricos. Tres árboles de limón mandarino (*Citrus x Limonia*), cinco árboles de mandarina (*Citrus nobilis*), dos árboles de limón común (*Citrus aurantifolia*), estos árboles están en producción. El diseño de siembra es de 5 metros entre plantas y entre surcos, su establecimiento se hizo sin previo análisis de suelos. No hay grados de erosión visibles en el suelo, está cubierto de arvenses, no se ha hecho prácticas de manejo y conservación. Dentro del arreglo espacial se pueden apreciar árboles nativos, que están ubicados en el cerco y dentro del área del cultivo.

Plan de manejo. La preparación del suelo constó de limpieza, trazado y ahoyado, después de la siembra se realizaba continuas desyerbas y fertilizaciones con DAP (fosfato diamónico) cuando estaban en crecimiento, y podas sanitarias.

Factores Limitantes De La Producción Agrícola. Falta de agua de riego para suplir las necesidades hídricas de los árboles, periodos prolongados de sequía, que favorecen el ataque de plagas y enfermedades. La arquitectura de las plantas no es la adecuada ya

que no se han realizado podas de formación desde los primeros años de cultivo. No hay comercialización de los productos obtenidos, es para consumo de la familia.

Figura 10. Árboles de Cítricos



3.1.5.2 Especies pecuarias presentes en el predio

- **Porcinos.** Hay 4 cerdos y 3 cerdas de ceba, que son criados de forma tradicional, estos se encuentran en dos cocheras de ladrillo y cemento, con comederos y bebederos fijos. Los pisos son en cemento y piedra.

Figura 11. Instalaciones para cría de cerdos



a), b) cerdos, c) piso, comederos y bebederos, d) instalaciones para la cría de cerdos, e), f) tanques para almacenar agua para limpieza y alimentación.

Plan de manejo. Los cerdos son alimentados con salvado de maíz y concentrado, de la casa FINCA, etapa levante, y suplementado con plátano, papas, yuca, residuos de cosecha adquiridos en los mercados municipales, y subproductos de la cocina. La cantidad y forma de suministro se muestra en el Anexo E.

Factores Limitantes De La Producción Pecuaria. Los cerdos no están siendo alimentados con una dieta balanceada, y no se les provee agua fresca, los comederos son fijos, lo que facilita la contaminación de los alimentos con excretas, el estiércol producido es vertido directamente al suelo, lo que genera producción de olores molestos, además la instalación está ubicada muy cerca de la vivienda.

- **Ganado Cebú y Equinos.** En el predio hay 13 cabezas de ganado bovino, raza cebú y dos cabezas de ganado equino, los cuales son rotados entre los lotes 1 y 4. Los períodos de ocupación son de 4 meses para el potrero número uno y de 8 meses para el potrero número dos. Para complementar la alimentación, el ganado es trasladado a la vega del río Guachicono. Esta práctica es realizada de manera continua en periodos secos. Según información del propietario, en los potreros se estableció pasto Angleton. Condición que no se evidencia debido a la falta de manejo, a los largos períodos de sequía y pastoreo, lo que significa que no se provee la cantidad de pasto necesario para una adecuada alimentación. De acuerdo al inventario (Anexo F), las U.G.G son 13.0, lo que indica que la unidad productiva, está siendo sobre pastoreada porque no se produce alimento suficiente para suplir las necesidades nutricionales de estos.

Figura 12. Ganado cebú y equinos.



Plan de manejo. El ganado es trasladado hasta las riberas del Río Guachicono, a aproximadamente 1 kilómetro, para su alimentación con forrajes naturales y suplir sus necesidades de agua. En los predios de la finca, el ganado se alimenta con la vegetación de matorral existente y son suplementados con salvado de maíz, melaza y sal. Las cantidades y forma de suministro se detallan en el Anexo G.

Factores Limitantes de la producción pecuaria. El predio no cuenta con pastos y forrajes que suplan las necesidades nutricionales del ganado, este debe recorrer grandes distancias para provisión de alimento, ocasionando un desgaste energético. Además, la suplementación que reciben no es balanceada y no se lleva un sistema de registros de actividades adecuado.

- **Gallinas Criollas.** Actualmente hay 10 gallinas, 2 gallos y 8 pollos, los cuales no están dentro de una instalación, pastorean en los predios de la finca y duermen en un árbol.

Plan de manejo. No tienen un manejo especial, se les ofrece maíz en las mañanas y en las tardes, y agua en una llanta a voluntad. Ponen sus huevos en nidos en el monte o escondites de la vivienda.

Figura 13. Aves, alimentación y agua de bebida.



Factores Limitantes De La Producción Pecuaria. No tienen una dieta balanceada, no se les ofrece agua limpia.

3.1.6 Bosque Natural. Está conformado por vegetación nativa y por árboles que el propietario instaló cuando llegó al predio. Las especies y árboles encontrados se nombran en el Anexo H.

Figura 14. Bosque Natural de la Finca Oasis.



Los árboles son utilizados para obtener leña, usada en la vivienda para la transformación del maíz (mazamorra) y leche (dulces y arroz con leche) y para proveer sombra a los animales y en el patio de la vivienda.

No se ha establecido un plan de reforestación para reemplazar los árboles que son extraídos del bosque natural, por lo que en algunas partes se puede observar la degradación encontrándose troncos secos en medio del suelo desnudo.

3.2 DIAGNÓSTICO A TRAVÉS DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

Se evaluó la situación en que se encuentra la unidad productiva con ayuda de los indicadores de sustentabilidad de sistemas integrados de producción agropecuarios elaborados por Londoño, Gutiérrez y Ruiz en 2011, evaluando así la dimensión ambiental, económica, sociocultural, técnica agrícola y pecuaria, arrojando los siguientes resultados.

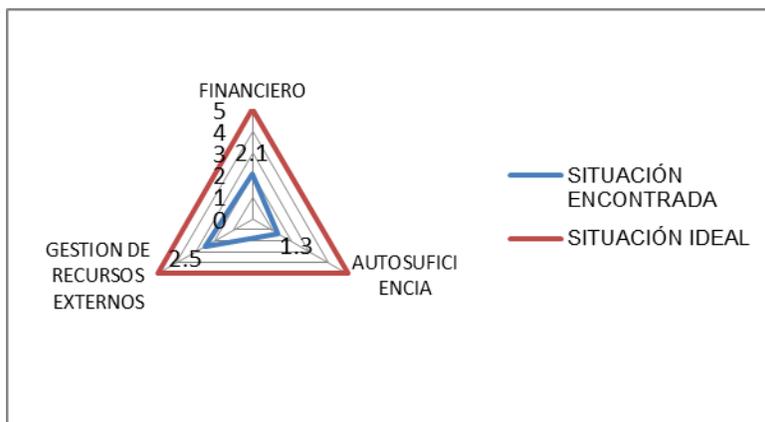
3.2.1 Situación económica.

El eje financiero tiene una calificación de 2.05 debido a que la finca no genera ingresos suficientes para cubrir los gastos del predio. Cuenta con especies agrícolas y pecuarias que suplen sólo las necesidades de los integrantes de la familia.

El eje de recursos externos tiene una calificación de 2.5, ya que el propietario de la unidad productiva ha sido beneficiario de proyectos realizados en la zona por diferentes organizaciones. No siempre ha tenido acceso a este tipo de oportunidades, porque estos llegan principalmente a los integrantes de organizaciones o asociaciones de productores del municipio y actualmente él no pertenece a ninguna.

El eje de Autosuficiencia presenta una calificación de 1.3, debido a que hay dependencia de insumos externos para el manejo de especies agrícolas y pecuarias. Por insuficiencia de recursos económicos, de recursos naturales y de redes de distribución, no hay producción constante de alimentos.

Figura 15. Índice de sustentabilidad Económica.

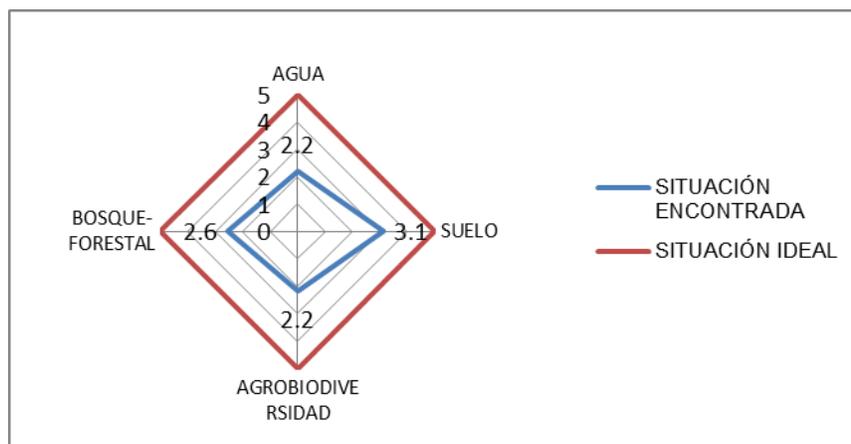


3.2.2 Situación ambiental.

En la figura 16 se presenta el eje del agua con una calificación de 2.2. Dentro de la unidad productiva se cuenta con agua a nivel freático del pozo comunitario, pero actualmente no existe una infraestructura adecuada que permita hacer uso de este recurso. Adicionalmente, de manera intermitente (en algunos periodos días o meses), se cuenta con el Servicio del acueducto de la región (proveniente del Río Capitanes). Sin embargo, el agua no es potable. Además, se tiene un reservorio para colecta de aguas lluvias, elaborado con el fin de ofrecer el recurso a los animales, el cual no cuenta con tratamiento adecuado de purificación y sistemas de protección, y presenta contaminación por coliformes (Anexo J).

No hay sistemas de riego y los sistemas de suministro de agua para las necesidades animales no presentan condiciones aptas. Para ofrecer agua y alimento a los animales, el propietario debe llevarlos hasta el Río Guachicono que está a un kilómetro de distancia de la finca.

Figura 16. Índice de sustentabilidad Ambiental



En la figura 16, el suelo obtuvo una calificación de 3.1. Los suelos están en rastrojo, no muestran grados de contaminación y no se realizan quemadas, sin embargo, hay sitios del predio con avanzados grados de erosión a causa de las lluvias y el pisoteo del ganado.

La Agro biodiversidad de la figura 16, tiene una calificación de 2.1. Hay presencia de árboles nativos y frutales, pero no hay diversidad de productos para satisfacer las necesidades de la familia.

El componente Bosque Forestal presenta una calificación de 2.6. A pesar de contar con abundantes especies nativas, de las que se extraen materiales para las labores domésticas, no se hacen actividades regulares de reforestación y estas áreas no están protegidas de los animales.

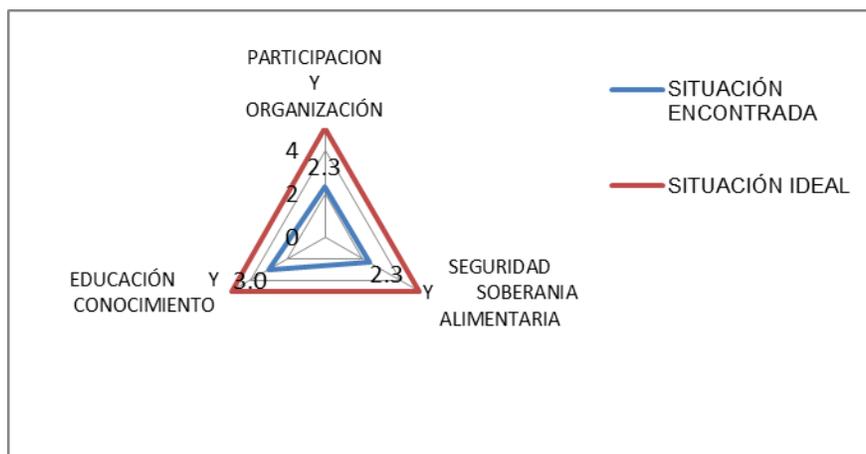
3.2.3 Situación socio-cultural

El componente Participación y Organización presenta una calificación de 2.3. No hay satisfacción en cuanto a la participación en procesos y trabajos comunitarios, se presentan esporádicamente y en épocas críticas del estado del tiempo (es decir a causa de inundaciones o extrema sequía), no hay una adecuada administración, planificación, formulación, gestión, ejecución y seguimiento de proyectos.

El componente seguridad y soberanía Alimentaria de la Figura 17, tiene como calificación 2.3. No hay producción diversa y suficiente de productos a lo largo del año, huevos, hortalizas, frutas son producidos por períodos determinados, habiendo necesidad de adquirirlos en los demás períodos.

En la unidad productiva hay procesos de transformación de maíz, leche y carne, en productos tradicionales como mazamorra, arroz con leche, dulces de leche, carnes adobadas. Estos productos son comercializados en pueblos cercanos y en épocas de festividad. Los productos a transformar se obtienen de fuentes fuera de la unidad productiva.

Figura 17. Índice de sustentabilidad Socio-cultural



El componente Educación y conocimiento recibió una calificación de 3.0, ya que el propietario asiste a capacitaciones ofrecidas a la comunidad y aplica saberes tradicionales en el manejo de su unidad productiva.

3.2.4 Situación técnico-pecuaria

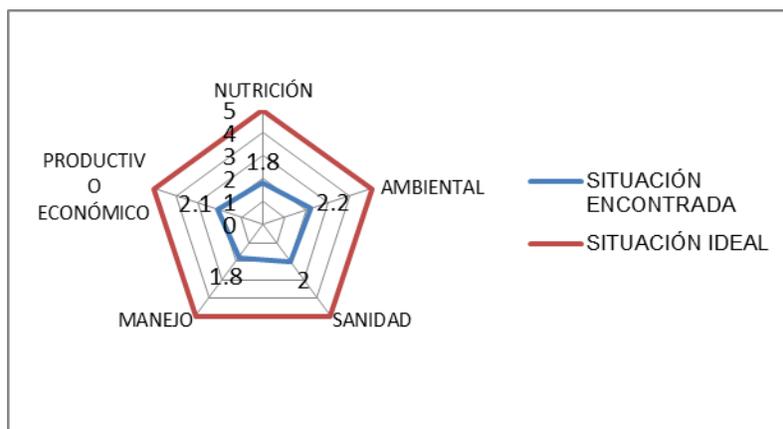
En la figura 18 la calificación para Nutrición fue 1.8, porque los animales presentan una condición corporal deficiente ya que la dieta recibida no suple sus necesidades nutricionales según las etapas productivas. No se ofrece sal permanentemente, el predio tiene potreros con nulos recursos forrajeros, y suplementación dietaria limitada, para brindar alimentación a los animales estos son conducidos hasta la vega del Río Guachicono, que está a un kilómetro de distancia, provocando su desgaste energético, lo cual no ayuda en su productividad.

La calificación para el eje ambiental fue 2.2. El agua que se ofrece a los animales no es de calidad; no hay instalaciones e infraestructura que permita hacer uso adecuado del recurso suelo y de la vegetación nativa. Por falta de asistencia técnica agropecuaria, y un buen manejo del ganado, se han presentado problemas sanitarios como Carbunco y problemas reproductivos como abortos por lo que la calificación de los ejes de manejo y sanidad es de 1.8 y 2.0 respectivamente. El componente productivo económico recibió una calificación de 2.1, porque no hay generación de bienes y servicios que permitan a la unidad productiva trascender económicamente.

3.2.5 Situación técnico-agrícola

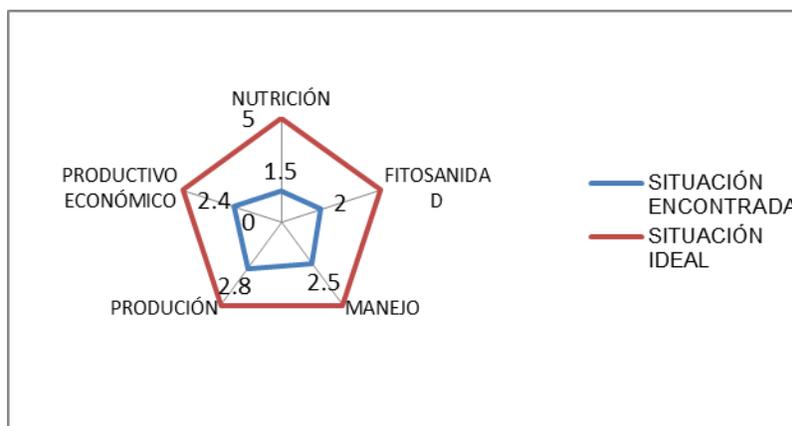
La unidad productiva cuenta con especies agrícolas con potencial productivo para la zona. No hay producción suficiente y permanente, por lo que la calificación es 2.4 en el eje de producción y 2.8, en el eje productivo-económico, ya que en ocasiones se comercializa la pulpa de guanábana y los cítricos.

Figura 18. Índice de sustentabilidad Técnico-Pecuaria



Estas especies no están llevando un adecuado manejo y no se cuenta con infraestructura para riego, que permitan en épocas críticas evitar el estrés fisiológico en las plantas. El componente Manejo tuvo una calificación de 2.5, al no contar con debidas labores culturales implicando problemas nutricionales y fitosanitarios por lo que la calificación, del eje de nutrición fue 1.5 y para el eje fitosanidad fue 2.0.

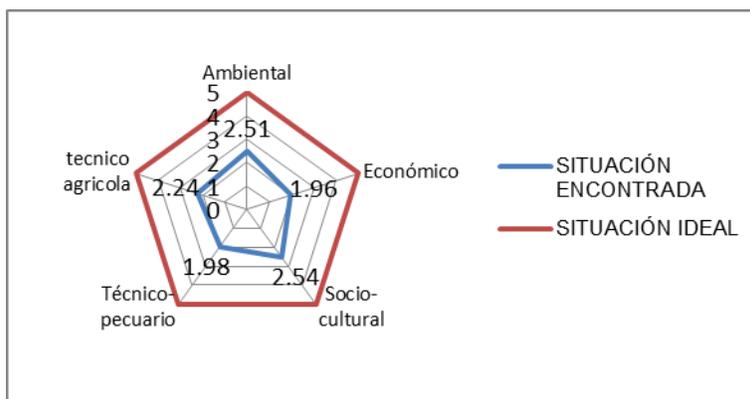
Figura 19. Índice de Sustentabilidad Técnico-Agrícola



3.2.6 Índice de sustentabilidad finca Oasis

La figura 20 evidencia el índice de sustentabilidad en la Finca Oasis. Se requiere la elaboración de una propuesta productiva que encamine a la sustentabilidad, sostenibilidad y productividad; sin afectar los recursos disponibles, teniendo presentes su caracterización y dinámica hídrica.

Figura 20. Índice de Sustentabilidad de la Finca Oasis.



3.3. DINÁMICA HÍDRICA EN LA UNIDAD PRODUCTIVA

En La finca Oasis se estimaron las precipitaciones desde el mes de mayo de 2013 hasta el mes de marzo de 2014. Los valores reportados se visualizan en la figura 26, y a su vez se comparan con los registros de las estaciones del IDEAM, Estación La Granja experimental, Universidad de Nariño, y la Estación El Estrecho, del mismo período, observándose similitudes en la tendencia de la curva con marcadas diferencias en los meses con menos precipitaciones. Estas diferencias pueden deberse a la diversidad de meso y microclimas condicionados por la compleja orografía de la zona, así mismo el clima de un lugar depende de su localización en relación con el nivel del mar (altitud) y por su lejanía del mar (continentalidad) o su cercanía a grandes ríos o cuerpos de agua (Pabón, 2007).

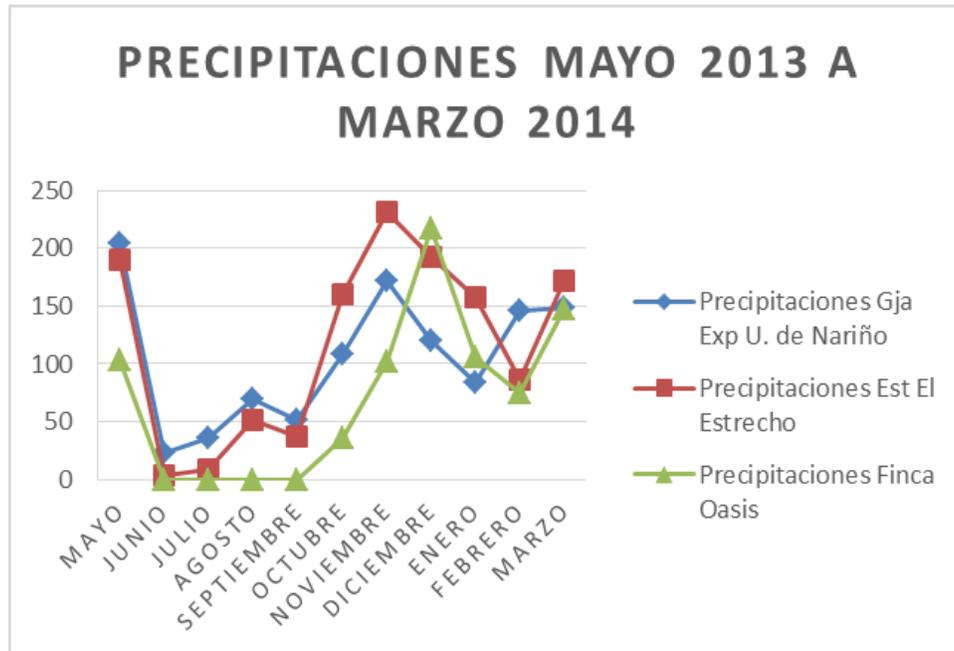
En cuanto a la humedad relativa y temperatura, son similares en comparación con los registros de la estación Granja experimental Universidad de Nariño (Anexo N) obteniéndose un valor promedio 77.11% vs 77% y la temperatura 26.85% vs 26.60%. Se puede decir que los valores de humedad son muy altos, por consiguiente los de evapotranspiración, 10,22 mm, mostrando que las pérdidas de agua son muy altas.

En la figura 26, se refleja que los meses de Junio a Septiembre, hay una marcada ausencia de lluvias. Esta problemática se evidencia en la ausencia de fuentes de agua para bebida de animales y en la escasa vegetación disponible para su alimentación, conllevando a problemas de desnutrición y mala condición corporal. De manera similar, en estos meses se hace más irregular el servicio de acueducto, obligando a los habitantes a dirigirse al Río para suplir sus necesidades de agua. Por esto se hace necesario la implementación de obras de captación de aguas lluvias, que deben realizarse en esa época seca, para que se pueda cosechar la mayor cantidad de volumen posible en la época de lluvias.

Con la información que refleja la gráfica, se puede decir que los instrumentos utilizados en la investigación son confiables, dado que entregaron información similar a la de las

estaciones analizadas, lo que deja dicho que los agricultores pueden llevar sus propios registros meteorológicos.

Figura 21. Precipitaciones Finca Oasis comparadas con las precipitaciones registradas por La estación Granja Experimental Universidad de Nariño y La Estación El Estrecho.



En los análisis de suelos reportados por el laboratorio de Geotecnia de la Universidad del Cauca (Anexo K), se clasificaron los suelos de la unidad productiva como franco arenosos, presentando condiciones especiales en los siguientes parámetros:

El porcentaje de humedad está entre 7.8 y 17.9% siendo estas muy bajas, ya que la reportada como humedad disponible es de 19%.

La Densidad aparente está entre 1.7 y 2.29 g/cm³ siendo más altas que las reportadas para suelos franco arenosos 1.2 a 1.8 g/cm³

Conductividad hidráulica o permeabilidad están entre valores 1.7 x 10⁻⁸ y 2.81x10⁻⁷ cm/s los valores entre 1x10⁻⁷ y 1x10⁻⁸ hacen clasificar al suelo como impermeable, esto se debe a que la fracción fina es una arcilla de baja plasticidad.

Aunque el suelo se clasifique como una arena, el contenido de finos hace que el suelo se comporte de una manera impermeable, además por su empaquetamiento que es muy alto, las densidades se encuentran más grandes de 2g/cm³ lo cual indica que el suelo es muy denso.

Con lo anterior se concluye que el suelo soporta un reservorio, pero idealmente se recomendaría el uso de un geosintético.

3.4 DOCUMENTACIÓN DE EXPERIENCIAS Y ALTERNATIVAS PARA MANEJO DE RECURSO HIDRICO EN ECOSISTEMAS SECOS.

El cultivo del campo significó para el hombre la capacidad de auto proveerse de alimentos, un paso muy grande en la evolución social de la especie: le permitió crear cultura² y avanzar de ser un recolector, obligado a abastecerse de lo que la naturaleza espontáneamente le brindaba, a una dimensión creativa de entenderla y manejarla para garantizar su subsistencia. Durante este largo proceso de comprender el porqué de los procesos y un continuo ensayo y error, principalmente en aquellos lugares del mundo que han sido origen de la agricultura, se desarrolló un “conocimiento local” o “saber tradicional”, este “saber cómo” es el que ha permitido la existencia de muchas estrategias para afrontar las variaciones climáticas y sus efectos, manteniendo a la vez la base de los recursos de la que depende la producción (Gianella *et al.*, 2009).

Figura 22. Agricultora tradicional de la Vereda La Manguita, con el costal de sal pa' las vacas al hombro.



² Según John Valencia H 1995, citado por Gómez en 1996; cultura es un conjunto completo de objetos materiales, de comportamientos, de ideas, adquiridos dentro de una medida variable por cada uno de los miembros de una adaptación de un grupo a un medio físico. Si una generación no transmite a la siguiente este conjunto de medios de adaptación a su medio, la sociedad perecería. Pero la adaptación, la más urgente, consiste en sacar del medio físico o natural, lo necesario para que la vida de los individuos sea asegurada, por lo tanto la producción de los medios naturales y espirituales es lo básico de toda cultura.

En el municipio del Patía, se ha forjado una cultura con base en el recurso natural, cimentada por sus costumbres ancestrales. El habitante que llegó a este lugar se ha hecho a fuerza del paisaje, desde siempre, cuando en busca de su libertad y mejores oportunidades de vida, ahí se refugiaron con el fin de reconstruir su cultura, con los cimientos de su vida anterior y lo mucho que esperaban recibir de este nuevo espacio, que les brindaba otro tipo de vida, al menos, el de la libertad. No obstante las ansias de vivir lo han empujado hacia adelante, han transformado gran parte del paisaje para sobrevivir, este espacio se ha ido abriendo a otras gentes produciéndose un mestizaje donde la hermandad y la solidaridad hacen de ellos una gran familia (Gómez, 1996).

Según Gómez 1996, de acuerdo a la historia, el municipio del Patía fue poblado, por los grupos indígenas Patías y Sindaguas, cuando fue descubierto por los españoles en el siglo XVI, En un largo proceso, el Valle empezó a poblarse de cimarrones que buscaban un lugar de difícil acceso que les permitiera liberarse del régimen colonial, dentro del cual eran tenidos como esclavos. Así surgió el palenque del Castigo que les sirvió de refugio, convirtiéndose en un sitio aislado del territorio Caucaño y Colombiano, por las condiciones del terreno y la agresividad climática, hasta mediados del siglo XVIII, momento en que se estableció la región y se dio paso a una vida económica social y cultural independiente del sistema colonial.

Al establecer la región, como su entorno y sitio donde construirían su cultura y podrían disfrutar de la libertad; empezaron a practicar labores agrícolas, estableciendo cultivos de maíz, plátano y yuca, en una parcela con buenas condiciones de fertilidad, para sacarlos adelante. Se ubicaron cerca al río, para practicar el lavado de oro llamado mazamorreo, y constituirlo como una actividad económica, por otro lado se dedicaron al robo de ganado o abigeato, siendo esta otra forma de sustento.

Conformaron una sola familia, unida por los valores de la solidaridad, la hermandad, el compartir sin límites ese espacio que habían conseguido y amoldado como su hogar, pero estos no poseían títulos de propiedad, situación que aprovecharon los terratenientes provenientes de Cali y Popayán, para apropiarse de esas tierras, levantando así cercas de alambre, creando grandes y amplios potreros y relegando al habitante negro al corredor de la carretera panamericana, perdiendo así, aquel espacio que les pertenecía. Después de estos acontecimientos, al municipio empezaron a llegar otras personas, dando paso al mestizaje, donde aún continúa esos valores característicos del negro y se reflejan todas las travesías que este debe sortear para salir adelante y solventar sus necesidades, producto de la pobreza.

Los Patianos, tienen una raíz cultural común que conserva rituales como el curanderismo, los arrullos, y la tradición oral que se mantienen vivos mediante prácticas culturales como: la música, la danza y los rituales religiosos. (Gómez, 1996). Adaptándose a los cambios que sufrió su entorno, a esas eventualidades que le exigían buscar la manera de salir adelante, el patiano comienza su jornada, ya sea trabajando en sus parcelas (ubicadas en la vivienda o en la vega del río), donde tienen cultivos de subsistencia (maíz, plátano, yuca, zapallo, papaya), y especies pecuarias (gallinas, patos, cerdos, vacas), o en las haciendas como mayordomos, administrando fincas, cuidando el ganado y cultivos, realizando labores propias del campo, donde poco a poco tejen en sus memorias las vivencias, las experiencias, los desafíos superados, ese qué pasará mañana, ante la incertidumbre del cambiante tiempo y la ambición de transnacionales y empresas “raras”,

que ofrecen una solución que finalmente se convierte en un “lío” más grande. Ese Patiano que ha tenido que ver migrar a jóvenes que perdieron la esperanza de un futuro mejor, y que se convirtieron en esclavos de la ciudad, ese patiano es el que relata en gran parte de este capítulo, su experiencia, sí, la que lleva en su memoria, esa que ha sido determinante de su idiosincrasia, esa que nadie les podrá usurpar. A continuación se describe la experiencia de productores desde diferentes ejes así.

3.4.1 Una tierra de contrastes...como la vida.

Con las entrevistas realizadas y los diferentes recorridos se puede apreciar una población con tres esquemas en el uso y apropiación de la tierra. Uno refleja los grandes propietarios, resultado del despojo de tierras al oriundo del Patía, el segundo aquellos productores con apoyo de programas, el tercero, aquellos con recursos limitados que tienen una pequeña parcela o la arriendan.

3.4.1.1 Grandes Propietarios. La expansión de la frontera agrícola genera impacto ambiental debido a factores como, la deserción de población rural e implementación de modelos de desarrollo inadecuados, que provoca un fuerte cambio en la vocación y el uso de la tierra, debido a que la compra de predios a manos de población foránea, permiten que se destinen gran cantidad de áreas para el desarrollo de infraestructuras de recreo y desarrollo de actividades ganaderas, con lo cual se eliminan coberturas en extensas áreas de bosque, ocasionando el cambio de condiciones ecológicas y estructurales del suelo, conservación y movilidad del agua y disminución en las poblaciones de flora y fauna. Otro de los factores que conlleva a aumentar el impacto ambiental de los procesos de explotación agropecuaria, es la falta de educación y cultura de los agricultores hacia la protección y conservación de los recursos naturales, el uso inadecuado del recurso hídrico, la eliminación de áreas boscosas en nacedores y riberas de ríos y quebradas, el uso ineficiente del recurso suelo para optimizar el desarrollo de la agricultura, y la disminución de la productividad por unidad de área, cambiando las condiciones ecológicas y por consiguiente disminuyendo la calidad medioambiental del área intervenida (Ortiz, 2013).

La hacienda San Joaquín está ubicada en el corregimiento de Olaya, municipio de Balboa, con una extensión de 270 Ha, la producción agrícola se basa en los cultivos de arroz, cítricos, y las actividades pecuarias, de ganadería de ceba y leche, ganadería de caprinos, ubicados en grandes predios de topografía quebrada.

Cuenta con personal del corregimiento y zonas aledañas, que se dedican a las labores para el mantenimiento de los subsistemas de producción de la hacienda.

Antes...de acuerdo a los relatos, y las memorias del patiano, estas tierras pertenecían a agricultores de la zona, y eran bosques que conservaban fauna y flora silvestre. Situación que cambió con la llegada de terratenientes, que adoptaron “la moda” de producción del momento, tumba y quema, expansión de la frontera agropecuaria, formando así, extensos potreros; situación que no ha cambiado, ya que en la hacienda actualmente se están estableciendo más hectáreas de cítricos en monocultivo. La poca vegetación nativa existente está siendo talada y envenenada con la justificación de que el cultivo necesita el mayor aprovechamiento de la luz solar.

En la hacienda toman agua directamente del Río Capitanes a través de un canal de un kilómetro de distancia. Al llegar a la hacienda se distribuye a los diferentes sistemas de producción a través de canales de riego por goteo y riego por gravedad, en el caso de arroz. También hay canales de distribución para los predios donde se encuentra el ganado. Estos predios cuentan con cerca eléctrica, y pastos en mal estado. Las instalaciones para manejo de ganado tienen problemas de ubicación y mal manejo sanitario.

Con las anteriores observaciones, se refleja el problema del gran propietario, que le da órdenes al administrador y mayordomo, que pretende implementar todas las formas de producción al mismo tiempo, sin conocer las debilidades y fortalezas de sus predios, con la ambición de producir cada vez más sin previa planificación, para obtener excelentes ganancias, que al final son pérdidas económicas para él y pérdidas grandes para la naturaleza, porque se degrada y vuelve improductiva las tierras. Lo paradójico en este esquema, es que tener los recursos económicos y grandes extensiones de tierra, coincide con un mayor grado de inconsciencia con respecto al manejo de los recursos naturales, se comete el error de querer abarcar todas las “modas” agropecuarias, de iniciar actividades porque sí, creando alta dependencia de insumos externos, que en algunos casos finalizan en la deserción, quiebra y venta de tierras.

Figura 23. Cultivo de Cítricos Hacienda San Joaquín.



3.4.1.2 Productores con Apoyo de programas. El dialogo de saberes es un proceso comunicativo en el cual se ponen en interacción dos lógicas diferentes: la del conocimiento científico y la del saber cotidiano, con una clara interacción de comprenderse mutuamente; implica el reconocimiento del otro como sujeto diferente, con conocimientos y posiciones diversas. No riñe con una institucionalidad en la educación, si se dirige a promover la libertad y la autonomía, para que cada uno tome las decisiones más apropiadas para sus condiciones y contextos particulares. Es un escenario donde se ponen en juego verdades, conocimientos, sentimientos y racionalidades diferentes, en la búsqueda de consensos pero respetando los disensos. Es un encuentro entre seres humanos- educandos y educadores- donde ambos se construyen y fortalecen: un dialogo donde ambos se transforman (Bastidas et al, 2009).

Lo anterior se puede corroborar en el grupo de productores, con apoyo de programas de mano de la academia, que han generado un proceso de retroalimentación, que les ha sido de gran ayuda en el manejo de sus sistemas de producción, y ha sido una oportunidad para la academia de evaluar sus procesos investigativos.

En este grupo están las personas que han creado asociaciones para darle valor agregado a su trabajo y se han dedicado en cuerpo y alma a la producción agrícola y pecuaria. Estos tienen acceso a proyectos de producción agropecuarios dirigidos por el gobierno, ONG, e instituciones universitarias. Muchos de ellos, tienen acceso al recurso agua por medio de aljibes, cercanía a quebradas y aguas profundas (beneficio que dejó la ONG USAID), lo que les permite con más confiabilidad establecer cultivos y mantener sus crías.

Como en todos los campos de la vida, hay quienes aprovechan de este tipo de oportunidades y quienes no, quienes con constancia y determinación le apuestan a la producción en sus predios y van más allá del tiempo que duran esos proyectos; aunque agregan que estos deberían tener una visión más futurista, ofrecer una fase de educación, donde él, como agricultor, logre dar uso óptimo, a lo obtenido, y haga que esos beneficios se multipliquen, no caduquen y en el olvido se deterioren.

El señor Noelí Angulo, representante legal de COAGROUSUARIOS (cooperativa de productores), compartió su experiencia, él se caracteriza por ser observador, constante, curioso y preocupado por informarse.

Figura 24. Noelí, productor constante y dedicado



Actualmente cuenta en su unidad productiva; en la parte agronómica con frutales y la parte pecuaria con ganadería doble propósito; él ha sido uno de esos personajes del campo que han aprendido del ensayo y error, no ha acudido a orientación profesional, exceptuando el caso de recursos forrajeros, ya que si ha tenido asesoría en estos, beneficio de un proyecto. Para él, manejar sus producciones bajo el cambiante clima, es una cuestión de dedicación y aprendizaje, considera que se debe optimizar el uso de los recursos agua y suelos para así obtener resultados satisfactorios en el rendimiento de su sistema productivo y un constante flujo de caja. El comercializa sus producciones y también obtiene para el consumo en el hogar.

Noelí tiene acceso a agua de buena calidad a través de aljibe, razón por la que no menciona haber tenido problemas de salud por consumo de agua, también obtiene agua de un pozo profundo, resultado de un proyecto realizado por la ONG USAID, y su unidad productiva está cerca de una quebrada, razón por la que no debe dirigirse a otros lugares para adquirirla.

Para enfrentar épocas de intensas sequías hace uso de alternativas alimenticias para el ganado, estas son: ensilajes, bloques nutricionales, sal mineralizada, leguminosas

arbustivas de las que corta las hojas para que consuma el ganado, forrajes resistentes a sequías (producto de investigación del CIAT).

Para el manejo de los cultivos, observa cómo está el tiempo, dependiendo de cómo se observan en el horizonte las nubes, el sol, y de la fuerza del viento, se conoce si habrá lluvias o verano. Cuando se sabe que se acerca el verano, hace uso de los recursos hídricos a los que tiene acceso para regar dichos cultivos; cuando hay lluvias estas son aprovechadas, para el mantenimiento de los cultivos ya establecidos, o para el establecimiento de nuevos cultivos. El beneficio obtenido del uso de estas prácticas es la producción constante.

En cuanto a los proyectos que han realizado en el municipio, considera que en estos deberían brindarse más capacitaciones a los productores, porque por lo general, las personas se acostumbran a que todo “se los den”, y cuando acaba el proyecto, acaba las labores del productor, que se llena de excusas y de razones negativas para no seguir, piensa que una persona con capacitación, puede enfrentar los desafíos ante el cambio en el comportamiento del clima, puede hacer mejor uso de los recursos naturales con los que cuenta, puede sacar adelante sus producciones y mejorar su condición económica, y tener motivación a diario para ser un emprendedor.

En el verano de Abril a Octubre del año de 2.012, no tuvo pérdidas en los cultivos, ni muertes en el ganado ya que hizo uso de alternativas alimenticias y del agua subterránea; considerando que hubo alza en el precio de las frutas, lo que le favoreció en ventas, la cosecha de mango fue muy buena, con alta calidad en sabor y sanidad. No pasó lo mismo con muchos productores, compañeros en la labor de trabajar el campo a los cuales se les murieron muchas reses; en muchas unidades productivas se observaban “secadales” y mortandad. Respecto a los cambios en el clima asegura que es mucho más difícil manejar un año lluvioso que un año seco, porque hay brote de enfermedades fúngicas y problemas en el ganado como la estomatitis vesicular; en este caso hay que ser muy cuidadoso con los drenes en los predios y hacer labores culturales en los cultivos para evitar exceso de humedad y aparición de enfermedades, afirma. Concluye que el gobierno debe hacer hincapié en las políticas que apoyen el campo, que debe gestionar proyectos educativos, para que de la mano del productor, que es un conocedor por naturaleza, se afronten situaciones con anticipo, y no en el momento que llegue el desastre.

La experiencia de la señora Ana Lía Caicedo es distinta, no hace parte de una organización de agricultores, pero sí tiene acceso a aguas subterráneas de recursos USAID. La señora Ana Lía, se caracteriza por hacer muchas actividades, que llama “probar”, en su parcela de la vivienda que llama “el solar”, aquí tiene un sistema agrobiodiverso, tiene plantas de papaya, piña, palmas de coco, mango, aguacate, plantas ornamentales, entre otras, además, gallinas en pastoreo y pollos de engorde. En el potrero tiene el ganado y lucha porque los árboles que siembra se desarrollen sin inconvenientes porque anhela un bosque.

Ella asegura que los cambios en el comportamiento del clima no han sido tan drásticos, que el verano intenso y duradero es el mismo. Lo que ha cambiado, es, que ya no se forma neblina en horas de la mañana, la noche no es tan fría, la velocidad de los vientos es mucho menor, recuerda que en tiempos pasados ocasionaba grandes incendios que se extendían sobre los llanos y colinas del municipio, arrasando con la vegetación;

además, de ser impredecibles las lluvias, ya que antes se producían en las fechas exactas, lo que hacía tener dos cosechas de maíz al año. Por otra parte menciona que los ríos aumentaban su caudal, pero no arrasaban con las vegas como hoy día.

Figura 25. Ana Lía alimentando a sus gallinas.



Figura 26. La parcela agro biodiversa de Ana Lía.



Ha habido pérdida de semillas tradicionales de yuca, sandía. Hoy tienen semillas con las que no se obtienen las mismas características en los cultivos; agrega, que los cultivos anteriormente salían adelante sin necesidad de pesticidas y fertilizantes.

Ana Lía hace fertilizantes orgánicos o compostaje con los residuos de la cocina y de cosecha, también utiliza el estiércol del ganado y de los pollos, aprovecha el agua de las lluvias y se ayuda con el agua que ofrece el acueducto. Para ella el acueducto ha ayudado mucho, porque antes debían desplazarse hasta el río, que está a 1 km de distancia y “montarse” en la cabeza la “tinaja” de agua.

Considera que los proyectos productivos en cuánto a gestión del agua, han fracasado por los altos costos que implican, -“sacar el agua del pozo hasta el reservorio y de ahí con motobomba regar el cultivo...al momento de sopesar costos, solo se evidencia gastos que los propios beneficios”.

En el verano del año 2012 a pesar de contar con suplementación alimenticia de melaza y sal mineralizada, potreros con praderas para alimentar su ganado, la falta de agua llevó a un descenso inevitable de su ganado. Con el fin de mitigar la falta de agua construyó reservorios de agua y aun así la situación no cambió en nada, causándole una alta tasa de mortalidad. Ella sigue “practicando” en su parcela, implementa labores culturales de manejo, y pretende llegar más allá con la ganadería, desea hacer uso de otras alternativas forrajeras y rotación de potreros con cerca eléctrica.

Como ella muchas son las personas que quieren hacer uso de estrategias para producir en tierras secas y sacar sus cultivos y crías adelante, enfrentar el clima produciendo, y no quedarse bajo el techo de una casa, observando todos los estragos que ocasiona el mal tiempo.

Por esta razón y por el compromiso del profesional, de afrontar los retos que imparte la naturaleza, en el municipio se han adelantado proyectos, liderados por el Centro Internacional de Agricultura Tropical CIAT, sobre alternativas forrajeras para el trópico bajo y junto al grupo de investigación en Nutrición Agropecuaria de la facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad del Cauca, dirigieron un taller, donde se habló, de las diferentes especies establecidas desde el inicio del trabajo hasta hoy, de la experiencia con los productores, de las hazañas superadas, de las distintas actitudes ante el trabajo, de lo que agradó mucho y lo que no, entre otras vivencias. En este taller las personas beneficiadas hablaron de sus experiencias con esas especies forrajeras, los rendimientos que han tenido en leche y carne en sus animales, de cómo poco a poco, han aprendido qué criterios tener en cuenta para establecimiento, manejo de praderas y de animales, desde 7 años atrás, que fue cuando empezó el trabajo en la región, “eran parcelas de prueba, hoy son potreros”, hablan de que antes se quejaban de que la universidad no había llegado a la región, pero hoy día las cosas son distintas, que poco a poco las personas se están formando para llevar alternativas al campo como profesionales y trabajar de la mano con el productor campesino, que debe comprometerse para que ese equipo de frutos. Falta que más personas se unan a este tipo de iniciativas, que rompan paradigmas, y abran la mente a opciones que lo lleven a optimizar el uso y producción de sus predios, este es el reto y el paso a seguir.

Figura 27. Taller dirigido por CIAT y NUTRIFACA



3.4.1.3 Productores de pequeñas parcelas que han sido su propio maestro...

Según Altieri y Nicholls (2009), en muchas áreas del mundo los campesinos han desarrollado sistemas agrícolas adaptados a las condiciones locales, que les permiten una producción continua necesaria para subsistir a pesar de cultivar en ambientes marginales de tierra, con variabilidad climática no predecible y un uso muy bajo de insumos externos. Parte de este desempeño está relacionado con el alto nivel de biodiversidad que caracteriza al agro ecosistema tradicional, lo cual tiene efectos positivos en su funcionamiento. La diversificación es, por lo tanto, una estrategia importante para el manejo del riesgo de la producción en sistemas agrícolas pequeños.

En general, los agro ecosistemas tradicionales son menos vulnerables a la pérdida catastrófica porque, en caso de pérdidas, la amplia diversidad de cultivos y variedades en los diferentes arreglos espaciales y temporales generan compensaciones. En la mayoría de los casos, los agricultores mantienen la diversidad como seguro para enfrentar el cambio ambiental o futuras necesidades sociales y económicas; ejemplos de ello son los sistemas múltiples de cultivos o policultivos, el uso de la diversidad genética local, colecta de plantas silvestres, sistemas de agroforestería y mulching, entre otros.

En estas entrevistas se habló sobre estrategias para conservar alimentos, las épocas de siembra, los productos que se sembraban, algunas labores de manejo en los cultivos.

Figura 28. Emilio Melecio



- *“Antes no es como ahora...antes se conseguía el tigre, el zaino, todo se conseguía...ahora ya esos animales no se ven, encomenzaron a descubrir los bosques y pues se fueron ahuyentando.. ¿Esos animales dónde estarán?”*

Apreciaciones como esta y la afirmación de que el clima cambió, que las lluvias son impredecibles, hacen parte de la historia por compartir de estos productores, que acompañan sus palabras, con mirada taciturna, y con una sonrisa en sus labios. Durante años sortearon desafíos al enfrentarse a su entorno, ese, que a pesar de ser de arduo manejo, aprendieron a conocer y sobrellevar, brindándoles las oportunidades para subsistir y progresar.

Coinciden en el *“antes no era así”*, había más vegetación que permitía solventar la cuota de calor, había diversidad de aves, animales silvestres y nacimientos de agua, no se

usaban agroquímicos para controlar plagas y enfermedades, las condiciones permitían vivir bien. Situación que cambió con la adopción de prácticas de manejo inadecuadas.

Figura 29. Productor de la vereda La Manguita.



Las viviendas eran ubicadas en cercanías al Río San Jorge en el caso del corregimiento de Galíndez. En los lugares donde las viviendas estaban alejadas del Río, se ubicaban las parcelas de producción en las vegas (tierras productivas ribereñas). Esta última práctica aún se efectúa, a pesar de los problemas de inundaciones que actualmente se presentan.

Figura 30. Producción en las riberas del Río Guachicono



Los cultivos pioneros eran sandía, plátano, zapallo, maíz, mango, cítricos, cacao, se comercializaban en los departamentos del Valle del Cauca y Nariño; se desarrollaban naturalmente, no era necesario el uso de insumos químicos para su manejo. Actualmente cultivos como el maíz y la sandía requieren de insumos y de riego. Se evidencia, la pérdida de semillas tradicionales, como es el caso de la variedad criolla de la sandía. Es recordada por su sabor, por su gran tamaño, contenido de agua y azúcar, porque crecía en el patio de la casa, en el potrero, “*donde fuera*”. Hoy cultivan la variedad mejorada, que no les permite cosechar semillas, se ven obligados a comprarla, requiere el uso de insumos para ser producida y es precoz.

Las labores de siembra iniciaban en el mes de agosto para aprovechar los días de lluvia y se usaba el calendario lunar, el 8 de septiembre se hacía la siembra, no se podía dejar perder este día, lo llamaban *la niña María*, pasadas dos semanas el 24 y 29 de septiembre se producían otros eventos de lluvia, llamado en ese orden *las Mercedes* y *San Miguel*, estas lluvias favorecían el desarrollo del maíz, que ya había emergido, las lluvias propiamente dichas iniciaban en el mes de octubre hasta los primeros días de

enero, de ahí iniciaba el *veranillo* hasta el mes de marzo, realizándose la cosecha y otra siembra llamada *travesía*, cumpliéndose así un ciclo y se iniciaba otro para obtener las dos cosechas del año. Para manejar los cultivos se usaba la fuerza del hombre, con herramientas como la pala, el barretón, el palín, se hacían desyerbas y éstas se dejaban en el suelo, para mantener la humedad. El cultivo de maíz se asociaba con yuca, plátano, y árboles de aguacate, o se establecía como monocultivo.

Para la conservación, el maíz se depositaba, en un “pailón” de barro, un total de 10 arrobas, se le agregaba ceniza y se cubría con un plástico, o se “ayuntaban” dos mazorcas, se colgaban y también se cubrían, de esta forma, no era atacado por insectos y roedores, se comercializaba o se consumía en la mazamorra y arepas. Productos como la yuca se cosechaban y se enterraban nuevamente para ser consumidos en épocas de escasez.

Figura 31. Molienda y lavado de maíz para la mazamorra



Para la conservación de otros alimentos como la carne, se les agregaba sal, se exponían al sol o al humo, o se guardaban en una olla de barro que se dejaba en un lugar fresco de la cocina durante la semana. Para consumir agua fresca y pura, se usaban las tinajas de barro, y se le adicionaba piedras de azufre o piedra lumbre, cuando esta se traía del Río se hacían pilas para depurarla, y se adicionaba Pitahaya para “aclararla”.

En esos tiempos de escasez se hacía trueque, se hacían cambios de sal por plátano, papa, panela.

Con las variaciones climáticas, vinieron los desafíos, esos que para Olavides, productor de 83 años de edad, han hecho que en ocasiones los resultados sean positivos, otros no tanto, pero que no le han hecho renunciar.

Asegura que las cosas cambiaron desde el año 1957, pero empeoraron en el año 1980. Habla de malas experiencias por la escasez de lluvias, y por el crecimiento del Río, que arrasó con los cultivos y predios, resalta lo bien que le fue cuando las lluvias aún eran predecibles. Recuerda que en 1980, tuvo que lavar oro, debido al intenso verano que no lo dejó trabajar en la agricultura como normalmente se hacía. Para consumir agua debían realizar pilas, porque ese año se desató una peste que mataba a los caballos, - “*parecían locos, dando vueltas en la mitad del río y allí se morían*”, esto producía malos olores en las fuentes de agua. Muchos productores para salvar sus animales, los bañaban con agua de guácimo y matarratón. Otro de los eventos que lo afectaron, fueron las fumigaciones por parte del gobierno para la erradicación de cultivos ilícitos entre año 2005 y 2007,

perdió su cultivo de zapallo, acabó con los cañaverales y árboles, quedando la playa desértica, y su economía afectada. Él, siempre sonriente, asegura que todo esto no lo detuvo, porque lo importante es la constancia. Ahora, por su edad, sus actividades de trabajo nos son tan intensas, pero como ya lo dijo, él se mantiene en la lucha.

Figura 32. Olavides Zapata



Dentro de las labores pecuarias se destaca la cría de cerdos y de ganado. Como había un bosque rico en vegetación, el ganado no sufría por la ola de calor, consumía pasto natural, el puntero, que desapareció con la introducción del pasto Angleton, bebían agua limpia porque había muchos nacimientos naturales, hoy quedan algunos, pero la mayoría se han secado, comenta el señor Alfari, habitante de El Pílon- Mercaderes.

Muchos productores arrendaban predios para hacer sus siembras, pagaban con parte de la cosecha o con dinero, práctica que se mantiene en el presente.

Todos coinciden que debido a la ausencia del gobierno y de asistencia técnica, les ha tocado ser su propio apoyo, su propio maestro; aún en las calamidades, no se han sentido acompañados. Hoy, debido a que ya no pueden llevar una agricultura de secano, los que tienen fondos han adquirido motobombas y realizan obras de regadío en sus cultivos, los que no, siguen preparando sus terrenos en agosto para ver, si esta vez sí, llega esa lluvia y obtienen una buena cosecha; o para sacar un porcentaje, dirigirse hasta donde está el río y hacer sus actividades manualmente y así siguen su trajinar, con la esperanza viva, con melancolía y alegría a la vez, haciendo su día a día con historias maravillosas por contar a pesar de las dificultades, con su saber tradicional, que es su todo.

De acuerdo a lo anterior, y a la situación evidenciada en La Finca Oasis, su propietario, se ubica en los grupos de productores con apoyo de programas y en el de los productores de pequeñas parcelas. En el segundo grupo porque fue beneficiario del proyecto de la ONG ya mencionada, y en el tercero porque la mayor parte de su historia, a través del ensayo y error ha probado y aprobado técnicas tradicionales que le ha permitido manejar proyectos productivos en su predio, y a pesar de la baja productividad actual, le apuesta a seguir adelante.

4. PROPUESTA

En la unidad productiva se evidencian debilidades en las dimensiones ambiental, técnico-agrícola, técnico-pecuaria, sociocultural y socioeconómica; ya que cuenta con especies agrícolas y pecuarias para fines de comercialización y seguridad alimentaria que no están llevando un manejo adecuado, reflejando improductividad, al igual que procesos de degradación de los recursos suelo, agua y bosque.

A nivel de oferta hídrica, hay insuficiencia, y además, presenta problemas de contaminación. Por las condiciones agroecológicas de la zona, hay pérdida de agua por procesos de evapotranspiración y escorrentía.

Se propone para la finca Oasis, la implementación de un sistema integrado de producción agropecuaria, con estrategias que permitan brindar un manejo adecuado a las fuentes hídricas con las que cuenta el predio, y la construcción de obras de captación de agua de lluvia que suplan las necesidades de agua, sobretodo en épocas de escasez.

PLAN DE ACCIÓN

Una vez determinada la dinámica hídrica, las características del suelo, la calidad del agua y las debilidades de la Finca Oasis, se decidió que el punto de partida es el diseño e implementación de obras de captación de aguas de lluvia, y la adopción de prácticas culturales para la protección y tratamiento de las obras y fuentes de agua.

El planteamiento de los diseños a nivel Ambiental, técnico-agrícola y técnico-pecuario se realizó teniendo en cuenta especies multipropósito presentes en el área, con características como resistencia y productividad en condiciones climáticas extremas, que provean alimentación y bienestar a los animales, que contribuyan a la conservación, como a la protección del suelo y bosque, a la fijación de nutrientes en el suelo y que favorezcan el crecimiento y sostenimiento de cultivos.

Objetivo General

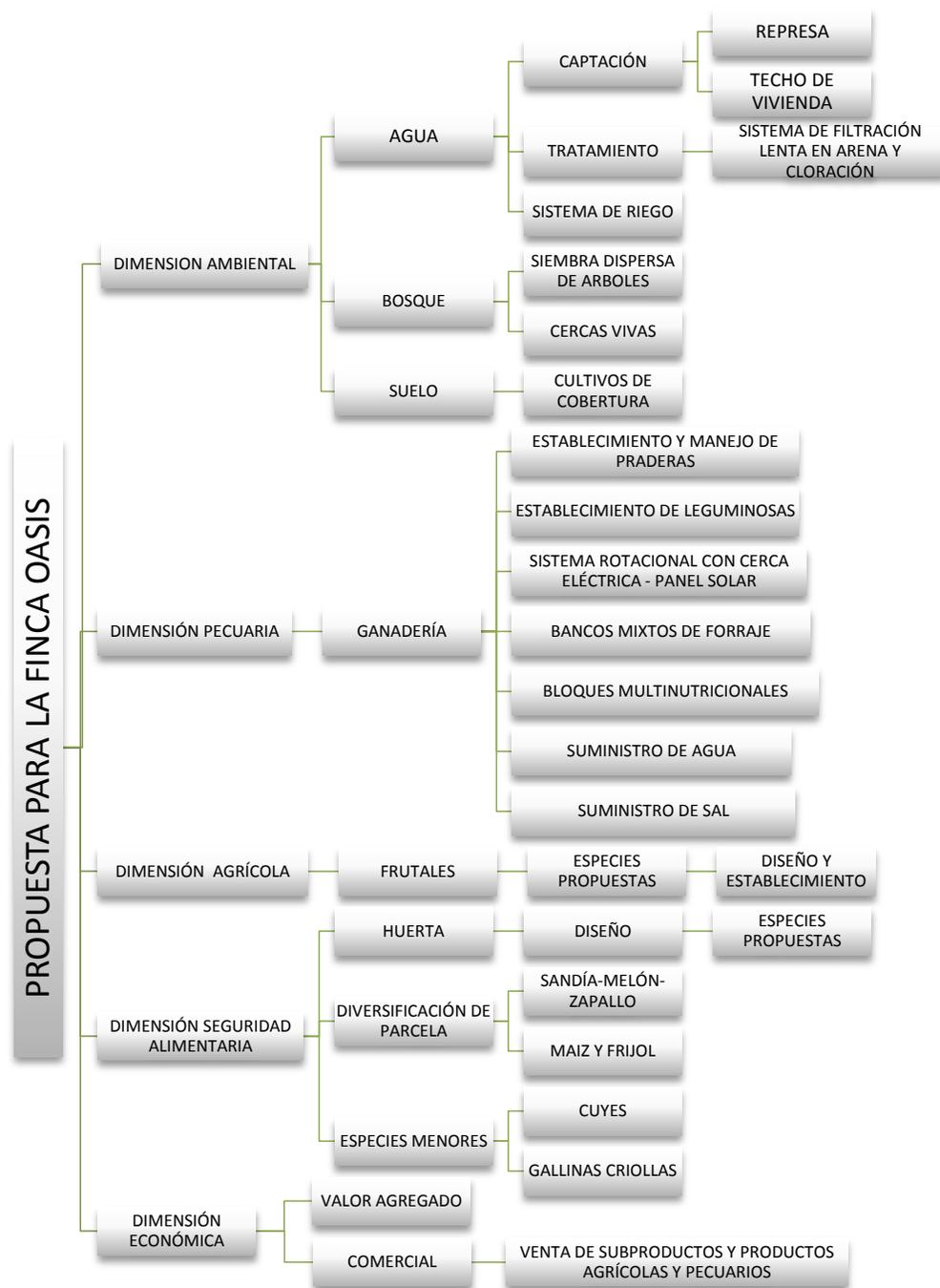
Proponer y diseñar un sistema integrado de producción agropecuaria para la Finca Oasis a partir de las debilidades encontradas, y plantear estrategias para brindar un manejo adecuado a los recursos agua, suelo y bosque.

Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de captación de agua de lluvia.
- Plantear y brindar al productor alternativas para la optimización en el uso y manejo del recurso hídrico y proponer prácticas culturales para el tratamiento de las fuentes contaminadas.
- Plantear diseños espaciales y temporales que contribuyan al manejo sostenible y productivo en la unidad productiva.
- Proponer el establecimiento de un sistema silvopastoril, que contribuya a la alimentación y bienestar animal, asimismo a la biodiversidad y recarga hídrica de la finca.

- Estructurar una propuesta para mejorar el manejo de especies pecuarias y agrícolas presentes en el predio, como proponer el establecimiento de una huerta casera y especies menores, que contribuya a la seguridad alimentaria de la familia.

Figura 33. Estructura de la propuesta para la finca Oasis



4.1 PROPUESTA PARA LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

4.1.1 Recurso agua

Se propone para la finca Oasis la elaboración de obras de captación y almacenamiento de agua de lluvia, en el predio, un Jagüey o lago, y en la vivienda cosechar el agua a través de los techos, para así contrarrestar el déficit que se presenta en los meses sin lluvia. Además, se propone el tratamiento del agua para consumo humano, animal y para riego, con el uso de filtración lenta en arena y cloración.

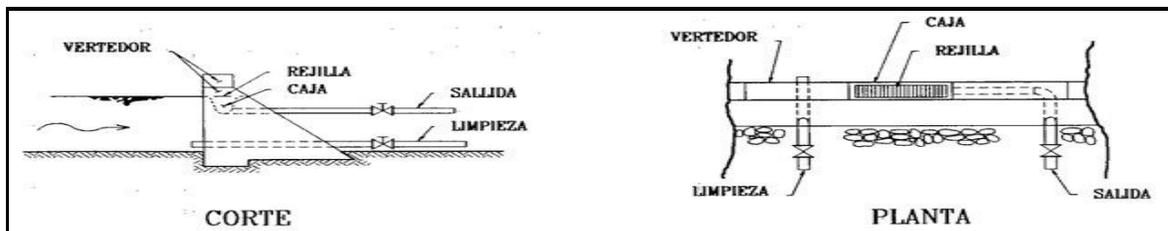
4.1.1.1 Captación y almacenamiento de agua de lluvia. Apoyados en el plano de levantamiento topográfico de la finca (Anexo N), se determina embalsar el agua de escorrentía entre las curvas de nivel 628 - 630 para un espejo de agua de 0.95 Has y una profundidad promedio de 1.20 m, con un volumen bruto de 11.377 metros cúbicos, que permite aprovechar un volumen de 9.480 metros cúbicos y el excedente representa un volumen muerto para sedimentos.

Las áreas de escorrentía hacia el embalse, aproximadamente 6.09 Has, correspondientes a los lotes circundantes del embalse. El registro de precipitaciones para la finca Oasis durante los 11 meses del periodo de estudio entre mayo de 2013 a marzo 2014 es de 786.34 mm, lo que implica que en el área de influencia se precipitan 47.888 metros cúbicos. Una parte de esta se infiltra y el resto es escorrentía. De acuerdo a la textura del suelo franco arenosa y apoyado en la tabla del coeficiente "C" utilizado en el método racional para cálculo de caudales, teniendo en cuenta mediana cobertura del suelo, se tiene que la escorrentía es de aproximadamente 19.155 metros cúbicos para $C=0.40$.

El embalse proyectado podrá llenarse completamente cosechando las aguas aportadas por la lluvia en los períodos de mayor intensidad, entre los meses de marzo a mayo y octubre a diciembre, y ser utilizado como fuente para un sistema de riego durante los meses secos, de junio a agosto.

Para el almacenamiento de agua se propone la construcción de una pequeña presa tipo dique, que se debe construir en suelo arcilloso debidamente seleccionado y colocado en capas compactadas de máximo 15 cms hasta alcanzar la cota de 630.50 msnm, en una altura promedio de 1,80 m. y un ancho de 24 m. El dique tendrá las dimensiones mostradas en la figura 34 y dispondrá de una tubería de rebose de diámetro 3" ubicada en la cota 630, y de una compuerta que permitirá la evacuación de lodos cuando se desee hacer limpieza del Jagüey.

Figura 34. Estructura del diquetoma



Fuente: <http://civilgeeks.com/wp-content/uploads/2010/10/Obras-de-captaci%C3%B3n-12.jpg>

Esta obra se realizará en inmediaciones del proyecto agrícola y de los bancos mixtos de forraje debido al favorecimiento de la topografía del terreno y de acuerdo a los resultados de las propiedades físicas. Lo anterior implica que una parte del reservorio debe ser impermeabilizado con arcillas finas compactadas.

Se debe proteger la obra, para evitar la entrada de animales, que puedan ocasionar daños y contaminación en el agua captada, puede hacerse mediante plantas o cercos de púa.

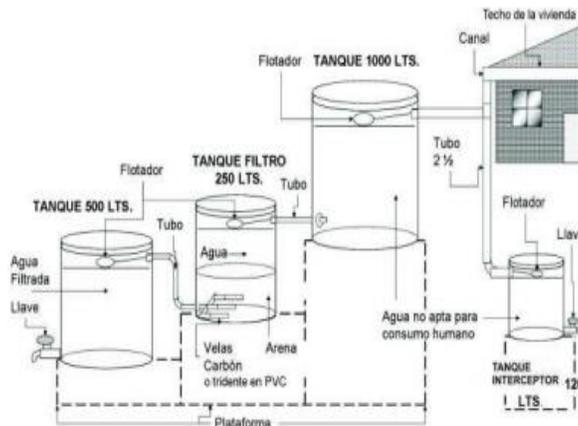
4.1.1.2 Almacenamiento de agua lluvia a través de los techos de las viviendas. Esta práctica se basa en la recolección de agua de lluvia de los techos de las viviendas para ser almacenada en tanques, se caracteriza por ser un sistema de abastecimiento útil en zonas lluviosas como la costa pacífica colombiana, es apropiada para zonas que carecen de fuentes agua permanente o de buena calidad, es apropiado para uso familiar, escolar y comunitario, además de ser de construcción sencilla, con materiales de fácil consecución, siendo posible utilizar maderables de la región como soporte de los tanques, promueven la participación comunitaria (OPS/OMS, 2010).

Se propone esta práctica de almacenamiento en la Finca Oasis, porque se pueden usar recursos de la unidad productiva para el soporte de los tanques. Además, se incentiva la participación familiar en su elaboración. Se recomienda hacer el filtrado (FLA) y clorado al agua proveniente del acueducto para su almacenamiento en el tanque elaborado en la vivienda para que se decanten las arcillas y lodo.

Según la OPS/OMS (2010), en el documento *Tecnologías apropiadas para el suministro de agua en situaciones de emergencia* los componentes del diseño de la Figura 35 son:

- Captación: se utiliza la superficie del techo de la vivienda en eternit de área $A= 230 \text{ m}^2$. Lo cual permite captar en promedio 680 litros por cada evento lluvioso.
- Recolección y conducción: se realiza mediante un canal en PVC, que reúne el agua del techo, y la conduce mediante tubos a un tanque.
- Bajante: es la tubería de 2" PVC que conduce el agua de los canales al tanque de almacenamiento y tanque interceptor.
- Tanque interceptor: Es un tanque con 120 litros de capacidad, instalado en la parte inferior del bajante, en donde se recolecta el agua.
- Conexión al tanque: es un tubo de 2" PVC, que se conecta mediante una T que actúa como desvío del agua hacia el punto de salida, en este caso puede adicionarse una válvula de cierre rápido que optimice el desvío del agua.
- Rebose: es el codo o tubo de 1" PVC instalado en la parte superior del tanque de recolección, por donde sale el agua sobrante, una vez se ha llenado el tanque, el diámetro de rebalse debe ser el mismo que el diámetro de entrada.
- Tanque de recolección: la recolección de aguas lluvias se realiza en un tanque plástico impermeable, hermético, accesible y con abertura amplia para labores de limpieza.
- Tanque filtro de arena: recipiente con arena fina para filtración lenta FLA y con una capa de carbón activado (mejora condiciones organolépticas del agua).
- Tanque de almacenamiento de agua tratada, almacena el agua apta para el consumo humano, y a esta se le puede hacer un proceso de cloración.

Figura 35. Partes de un sistema de recolección de aguas



Fuente: Tecnologías apropiadas para el suministro de agua en situaciones de emergencia, 2010.

4.1.1.3 Tratamiento. El Sistema de filtración lenta en arena, es una tecnología limpia de desinfección del agua, que se basa en la circulación del líquido a baja velocidad a través de un manto poroso de arena, donde sufre un conjunto de procesos físicos y biológicos que retienen las impurezas al entrar en contacto con las partículas del medio filtrante, las más pesadas lo harán por sedimentación, las más ligeras por aglutinación; el sistema consta básicamente de un tanque que contiene un lecho filtrante de arena, con un sobrenadante de agua, drenajes y accesorios de regulación y control (OPS/OMS,2010).

Los sistemas lentos de arena son sencillos, requieren muy poco mantenimiento, y tienen costos bajos de operación, lo que lo hace una excelente opción para su uso en la unidad productiva, además de ser ideal para zonas donde no existen acueductos con agua tratada. En la figura 36 se muestra un esquema de un sistema de filtración a utilizar en la finca Oasis.

Figura 36. Estructura de filtración lenta con arena



Fuente: <http://www.drinking-water.org/html/es/Treatment/Filtration-Systems.html>

El mecanismo de desinfección de aguas domésticas por cloración está basado en tres procesos, transporte con el cual se produce la remoción hidráulica por colisión de partículas granos de arena; adherencia aquí las partículas que han colisionado con la arena son removidas gracias a su capacidad adherente generada por fuerzas eléctricas y reacciones químicas; el mecanismo biológico de desinfección se logra cuando la capa sobrenadante ha madurado, toma alrededor de 2 a 3 semanas, las bacterias benéficas transportadas por el agua, utilizan la materia orgánica como fuente de alimentación lo que les permite multiplicarse para consolidar la capa biológica. Se debe garantizar que el sistema opere por gravedad y debe ser ubicado sobre un terreno estable (OPS/OMS; 2010).

Se propone hacer clorado del agua resultante del proceso de filtración para reforzar el tratamiento del agua, esto debido a que los sistemas de filtración lenta con arena no son compatibles con el agua clorada ya que el cloro puede tener un impacto perjudicial en la colonia microbiológica del filtro.

Este tipo de desinfección se hace a través de compuestos que contienen Cloro, como hipoclorito de sodio e hipoclorito de calcio, este elemento químico tiene poder destructivo sobre los microorganismos patógenos transmisores de enfermedades de origen hídrico. El hipoclorito de sodio es una solución que se puede obtener en el comercio como blanqueador de ropa, en concentraciones de 1 al 10%; las soluciones recomendadas para consumo humano deben tener una concentración de 5.25%, estar libre de sustancias aromáticas, colorantes y otros aditivos que son tóxicos para los seres humano (OPS/OMS, 2010).

Para hacer la desinfección mediante cloración se deben agregar 1gota/litro de agua, de una solución de hipoclorito al 5.25%; se debe agitar y dejar en reposo durante 30 minutos, pasado este tiempo se puede utilizar el agua. Si el agua a desinfectar presenta un alto grado de turbiedad, se recomienda dejar reposar para que haya decantación o hacer previo filtrado.

Se propone reutilizar las aguas provenientes de la cocina, el lavadero y las duchas para realizar labores agrícolas y pecuarias, debido a que actualmente estas aguas son vertidas directamente en el suelo, actividad que puede tiene como consecuencia su contaminación, y de aguas subterráneas. Para llevar a cabo esta actividad se propone realizar el montaje que se muestra en la figura 37.

Figura 37. Sistema de Reutilización de Aguas Servidas



Adaptado de: www.rotaria.net/peru3/rotaria/images/right/thumb.Esquema%205%20SC.jpg

En el sistema (Figura 37), el agua proveniente de la cocina, la lavandería y las duchas debe pasar por una trampa de grasa para quitar los desechos e impurezas y pueda ser utilizada en el regadío, de aquí pasan a un pozo para ser almacenadas y dirigidas al humedal, utilizando una bomba de ½ HP. En el humedal, mediante el mecanismo de decantación, se liberan de residuos que posteriormente son almacenados en un pozo de irrigación. Finalmente se hace un proceso de desinfección antes de ser reutilizada.

4.1.1.4 Sistema de riego. Se propone un sistema de riego por aspersión con aspersores de radio 20 m., acomodados en cuadrado. Las características se muestran en la figura 38.

Junto al reservorio, se propone instalar una bomba con motor diesel de 6 HP de potencia, que impulsará el agua hasta los diferentes lotes que circundan el Jagüey. Consta de una línea principal con tuberías de PVC de diámetro 2" enterradas y seis laterales en PVC de diámetro 1.5" separados cada 28 metros (tres a cada lado) y tres aspersores en cada lateral igualmente a 28 metros entre sí utilizando el respectivo hidrante, (Anexo O). Esta misma distribución se repite en cada uno de los lotes.

Figura 38. Modelo aspersores propuestos



Fuente: http://www.aspercol.com/riego_aspersion.php#contenido

4.1.2 Recurso bosque. En la unidad productiva se extrae leña del bosque natural, para las actividades de transformación y cocción del maíz y la leche. No se ha implementado un plan de reforestación que permita llevar un equilibrio, solo se da la regeneración natural, que es menor en relación con los procesos de extracción.

El sacrificio de bosques nativos, tiene efectos ambientales negativos tales como el aumento de la evapotranspiración del suelo, el aumento de la salinidad y la pérdida de la materia orgánica, de los nutrientes y de la biomasa de las capas superficiales del suelo, alterando sus propiedades físicas y químicas; la modificación del hábitat produce necesariamente una disminución de la biodiversidad de vegetales y de la mayoría de los animales silvestres ante la pérdida de las condiciones favorables para su existencia (Ortiz, 2013).

4.1.2.1 Árboles dispersos en potreros.

Se propone el uso de árboles multipropósito adaptados al trópico bajo y pioneros en el área mediante la siembra dispersa en potreros, cercas vivas y un sistema silvopastoril (se profundiza en el apartado 4.2 de la propuesta pecuaria).

El uso de árboles y arbustos con potencial agroforestal tiene como ventajas el área de sombra en potreros que permite generar microclimas más estables, conservación y mejoramiento de las condiciones de fertilidad del suelo, embellecimiento del paisaje, fuente de alimento para el ganado, conservación de fuentes hídricas, obtención de madera y aumento de la biodiversidad (Arboleda y Tombe 2010, citado por Gallego, 2011).

Árboles dispersos en potreros contribuyen a mejorar el funcionamiento de los sistemas ganaderos al promover la recuperación de los suelos por el control de la erosión, la fijación de nitrógeno atmosférico y reciclaje de nutrientes, incrementar la biodiversidad asociada y regular la humedad y la temperatura entre otros factores. Gracias a esto logra mejorar la regulación de insectos plaga, preservar el recurso hídrico e incrementar la captura de carbono (Zuluaga *et al.*, 2011). Se recomienda el uso de especies de diferentes alturas, para establecer sistemas multi-estratos.

Para llevar a cabo esta práctica, es necesaria la instalación de especies como Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Puro (*Crescentia cujete*), Carbonero (*Calliandra sp*), entre otros, en los lotes donde se instalará la propuesta silvopastoril y agrícola. El uso de árboles de diferentes alturas favorece a la unidad productiva, controlando la fuerza de los vientos, sobretodo en épocas de sequía, protegiendo así a los animales y a los cultivos.

Se propone proteger estos árboles para que no sean consumidos por los animales, esta actividad puede hacerse con alambres de púa.

4.1.2.2 Cercas vivas.

Las cercas vivas consisten en la siembra de árboles, arbustos y/o palmas en línea como soportes para el alambre de púas o liso para la delimitación de la propiedad, división de potreros o usos de la tierra en la finca (Budowsky, 1987 citado por Villanueva *et al.*, 2008). Según la composición de especies y estructura las cercas pueden ser clasificadas como simples (tienen una o dos especies dominantes) o multi-estratos (tienen más de dos especies leñosas de diferentes alturas y usos) (Murgueitio *et al.*, 2003, citado por Villanueva *et al.*, 2008).

Cuadro 1. Beneficios que ofrecen las cercas vivas

| Beneficios para la finca | Beneficios ambientales |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tienen mayor vida útil | Sirven como cortafuegos |
| Dividen los potreros | Reducen presión sobre los bosques porque las cercas aportan leña y madera |
| Brindan sombra al ganado | Mantienen y mejoran los suelos |
| Producen madera, postes, y leña. | Fijan carbono (importante para reducir calentamiento global) |
| Producen Frutos para el consumo humano | Conservan la biodiversidad |
| Son fuentes de forraje y frutos para alimentar el ganado | Incrementa conectividad estructural en el paisaje para establecer corredores biológicos y facilitar el movimiento de la fauna silvestre. |
| Incrementan el valor de la finca | Mejoran la belleza escénica del paisaje |

Fuente: Villanueva *et al.*, 2008

Para seleccionar las especies de árboles a utilizar se debe tener en cuenta, utilizar especies nativas o adaptadas a la zona, seleccionar las especies de acuerdo a los productos de interés para la finca y el mercado, que no sean especies tóxicas para los animales domésticos y silvestres, que sean preferiblemente de uso múltiple (madera, leña, forraje), y que haya disponibilidad del material a utilizar para la propagación (Villanueva *et al.*, 2008).

Cuadro 2. Bienes y servicios proporcionados por las especies propuestas para las cercas vivas.

| Especie | Nombre Científico | Bienes | | | | | | Servicios | | | | | | |
|-----------------|------------------------------|--------|---|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| Samán | <i>Pithecellobium saman</i> | X | | X | X | X | X | X | X | | | | | |
| Uvo | <i>Spondias mombim L</i> | X | | | | X | X | | X | | | | | |
| Arrayán guayabo | <i>Myrsia sp</i> | | | | | X | | | X | | | | | |
| Matarratón | <i>Gliricidia sepium</i> | X | | X | X | | X | X | X | X | X | X | | X |
| Cachimbo | <i>Erythrina poeppigiana</i> | X | X | X | | | | X | X | X | X | | | |
| Algarrobo | <i>Inga sp</i> | X | | | | X | | | X | X | X | | | |
| Nacedero | <i>Trichantera gigantea</i> | X | | | | | X | X | X | | X | | | X |

Bienes

1. Forraje
2. Abono
3. Madera
4. Banco dendroenergético
5. frutos
6. Producción néctar

Servicios

1. Mejora condición de suelo
2. Sombrío
3. Generación de microclimas
4. Aislamiento de zonas de conservación
5. Refugio de zona silvestre
6. Protección de fuentes hídricas

Se proponen dos diseños de cercas vivas multi-estrato, plantados de la siguiente manera: diseño uno: árboles de samán (*Pithecellobium saman*) a una distancia de 40 metros, árboles de uvo (*Spondias mombin* L) cada 20 metros, árboles de arrayán (*Myrsia* sp) cada 10 metros y árboles de Matarratón (*Gliricidia sepium*) cada 2.5 metros, y diseño dos: árboles de cachimbo (*Erythrina poeppigiana*) plantados a una distancia de 20 metros, árboles de Algarrobo (*Inga* sp) a una distancia de 10 metros y árboles de nacedero (*Trichantera gigantea*) cada 2.5 metros (Figura 39 y 40). Antes de su instalación se debe instalar una cerca de postes y alambre de púas, posteriormente se hace el ahoyado (de acuerdo a las distancias que deben tener las especies a la hora de establecerse) a un metro de la cerca (Gallego, 2011).

Figura 39. Diseño lineal cerca viva uno

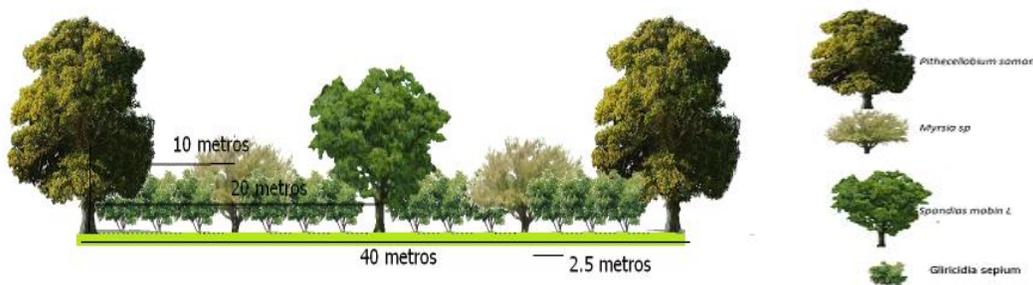


Figura 40. Diseño lineal cerca viva dos



4.1.3 Recurso suelo. Para trabajar en los problemas de erosión encontrados en el predio, se propone el uso de los cultivos de cobertura asociados al proyecto agrícola; estos harán el trabajo de conservación de suelo evitando su arrastre por acción de los vientos y el agua y además, ofrecerán funciones multipropósito como la supresión de malezas, control de plagas y enfermedades, alimentación para los animales; reduciendo a la vez costos, al disminuir la necesidad de insumos externos como fertilizantes y herbicidas; alimento para animales, al igual que disminuir la necesidad de mano de obra para desyerbas.

4.2 PROPUESTA PARA LA DIMENSION PECUARIA – GANADERÍA

Ganadería. Para que la empresa ganadera sea sostenible, ambiental, social y económicamente, se debe regir la producción bajo Las Buenas Practicas Ganaderas – BPG, estas se aplican a lo largo de la cadena productiva bovina. El establecimiento de las BPG requiere un registro ordenado de todas las actividades que se desarrollan en la finca, permitiendo obtener beneficios ambientales y económicos. La genética es muy importante en la planificación de la empresa ganadera, debe realizarse una adecuada selección, para que los ejemplares expresen todo su potencial productivo de la mano de una adecuada alimentación, y su hábitat, para garantizar su bienestar. Para este fin se hace la propuesta silvopastoril, que se describe a continuación.

4.2.1 Propuesta Silvopastoril. Los sistemas silvopastoriles son las diferentes formas de uso y ordenamiento de la tierra, que permiten una mejor productividad de la finca a través de la combinación de cultivos agrícolas con pastos, arbustos, árboles de uso múltiple y explotación de animales. Al mismo tiempo o en forma sucesiva (Cipaguata y Andrade, 2001)

Las ventajas de los sistemas silvopastoriles, para el productor ganadero parten de la producción de forraje, ya sea en forma de ramoneo o de corte, se mejoran las condiciones del suelo por el aporte de materia orgánica, aumenta la diversidad de especies y de insectos benéficos que ayudan a controlar los daños ocasionados por plagas y enfermedades, al mismo tiempo, protegen al ganado de las altas temperaturas y les dan mejores condiciones fisiológicas y por último diversifican la producción en la finca y disminuyen la utilización de insumos externos (Cipagauta y Andrade , 2001).

Se propone el uso de la leguminosa arbustiva *Desmodium velutinum*, por ser una especie con un aporte de proteína entre 16 y 27% y una digestibilidad de 65 a 80% según el proyecto “*Aplicación de tecnologías para la transformación de sistemas ganaderos de Carne en el departamento del Cauca*”; asociada con *Brachiaria Híbrido cv Cayman* que es una especie mejorada y tolerante a periodos prolongados de sequía.

Esta propuesta va encaminada, a la implementación de un sistema silvopastoril, que permita ofrecer alimentación y bienestar a los animales por la generación de microclimas, que disminuyen los niveles de estrés por calor, además de aumentar la cobertura vegetal de los predios, protegiendo el suelo, contribuyendo así a la reducción de la erosión. Se plantea la instalación en un área de 4.08 hectáreas, correspondientes a los lotes 1, 3, 4 y 5, los cuales presentan una topografía con ondulación suave, que favorecen la cría y levante de ganado bovino.

4.2.1.1 Establecimiento de la pradera. El éxito en el establecimiento de praderas está relacionado con el conocimiento y la aplicación de las tecnologías disponibles, sobre preparación del terreno y estrategias apropiadas de siembra, al igual que el manejo de la pradera en las primeras semanas después de la siembra; factores que en su conjunto favorecen un rápido y vigoroso desarrollo de las especies y una alta productividad de las praderas del trópico (Pérez, sf). Para este fin se debe tener en cuenta:

La precipitación anual y su distribución de acuerdo a la información suministrada por el IDEAM y la dinámica hídrica de la Finca Oasis, hay dos épocas de lluvias, en los meses

de marzo a mayo y octubre a diciembre; presentándose las mayores precipitaciones en el mes de noviembre, por lo que se recomienda que la siembra de semilla se haga en estos meses, para favorecer la germinación.

Preparación del terreno con el fin de garantizar un adecuado establecimiento de las especies forrajeras, se debe preparar el suelo con suficiente antelación a la siembra, especialmente en áreas con alta incidencia de malezas, como es el caso de la unidad productiva, que lleva un largo período en rastrojo; esto para asegurar una buena descomposición de los residuos agrícolas; mejorando con ello las condiciones para una óptima germinación de la semilla y vigor de las plántulas (Pérez, sf).

Aplicación de enmiendas. Se debe cumplir con los requerimientos de las pradera *Brachiaria Hibrido cv Cayman*.

El aporte de nitrógeno en el sistema está dado por la leguminosa *Desmodium velutinum*, propuesta en el sistema silvopastoril, por lo tanto no es necesaria su aplicación.

Sistema de siembra y selección de la semilla. Para la siembra de *Brachiaria Hibrido cv Cayman*, debe utilizarse semilla certificada, para garantizar así su germinación: se debe utilizar 6 kg/Ha de semilla, para sembrar en surcos, se recomienda se haga entre quince a veinte días después de la aplicación de enmiendas recomendadas

Pastoreos. Es recomendable que se haga a los tres meses de que se haya establecido la pradera, empleando animales pequeños, con el propósito de enterrar los estolones y estimular el macollamiento, se realiza un segundo pastoreo dos meses más tarde, empleando animales livianos, finalmente la pradera se deja recuperar y se puede proceder a una rotación normal.

Plan de fertilización

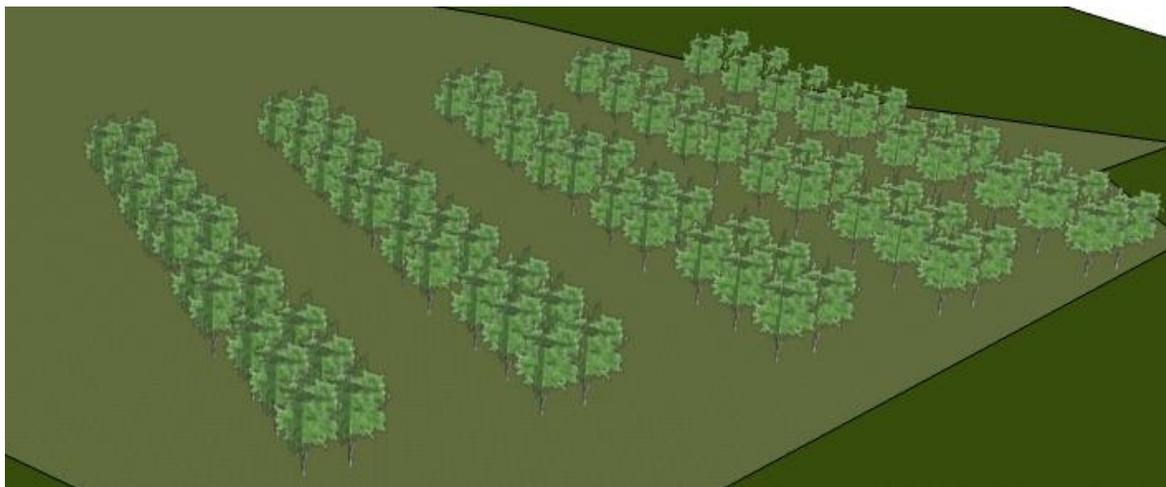
Brachiaria Hibrido cv Cayman. Ha mostrado buena respuesta a la fertilización, particularmente a la de nitrógeno (N), dependiendo del grado de fertilidad del suelo, es necesario hacer una o más aplicaciones, los mejores resultados se han obtenido con tres aplicaciones de nitrógeno, incrementando los rendimientos de materia seca desde 2.2 ton/ha con una aplicación de N hasta de 3.1 ton/ha por corte con tres aplicaciones de N, en suelos de mediana y baja fertilidad es necesario aplicar regularmente otros nutrientes como P,K,Ca, y Mg (Argel et al en 2007).

4.2.1.2 Establecimiento de leguminosas. Las leguminosas cumplen dos funciones primordiales en la mezcla con gramíneas como: aportar al animal una fuente de proteína en épocas críticas como son las épocas de verano, mejorando así las dietas de los mismos y proporcionar al suelo Nitrógeno fijado de la atmósfera por intermedio de la simbiosis con el *Rhizobium* al acumularlo e incrementarlo en su sistema radicular (Estrada 2002 citado por Gutiérrez y Ruiz, 2011). Se ha determinado que la cantidad de nitrógeno fijado por leguminosas arbóreas puede ser hasta de 300 kg de N/ha/año, mientras que en leguminosas herbáceas es de 100 a 150 kg de N/ha/año (Llanderal, sf).

Se propone la instalación de cinco franjas dobles de la leguminosa *Desmodium velutinum* en los lotes dispuestos para la actividad, sembradas a una distancia de 1.5 metros entre

plantas y 6 metros entre surcos, se debe realizar el primer pastoreo cuando esta tenga un metro de altura. Esta leguminosa se establece directamente en el suelo; y se requieren 3 kg/ha de semilla.

Figura 41. Diseño de establecimiento de leguminosas.



4.2.1.3 Sistema Rotacional. Es la práctica en la cual los animales se mueven de un potrero a otro, con el fin de utilizar más eficientemente la pastura. En este sistema el área de pastoreo se divide en cierto número de potreros para establecer periodos de ocupación y descanso de la pradera, es decir que esta pueda satisfacer sus necesidades, y son retirados y puestos en otra pradera para otorgarle un período de recuperación a la ya pastoreada (Mesa, 2011).

En este sistema se logra mayor producción de forraje por unidad de área, puesto que el rebrote no es consumido; también cuenta con otras ventajas: reducción de la selectividad y el pisoteo, mayor capacidad de carga animal; por los períodos de descanso y ocupación, se interrumpe el ciclo de algunos parásitos (Mesa, 2011).

Se recomienda el uso de este sistema rotacional en el predio, con cerca eléctrica con cinta móvil, debido a los costos que representaría el uso de energía eléctrica se propone instalar un panel solar. El panel solar es un mecanismo que convierte los rayos solares que recibe en energía aprovechable tanto para su uso inmediato, o para almacenamiento.

En el establecimiento de este sistema se proponen inicialmente 4 lotes de , de 1.20 Has, con un periodo de ocupación de 3 días, una vez el sistema funcione plenamente, se sugiere la subdivisión de cada uno de estos, corriendo a diario la cinta 0.3 Has para permitir que el forraje exprese todo su potencial productivo, se espera obtener una capacidad de carga de 19 UGG, mejorando notablemente la condición actual de la unidad productiva, garantizando la conservación de los recursos naturales y logrando una producción sostenible (Modificado de Gutiérrez y Ruiz, 2011).

4.2.1.4 Bancos mixtos de forraje. Son cultivos intensivos donde se asocian especies herbáceas, arbóreas y arbustivas de alto valor nutricional, con el fin de obtener forrajes de

excelente calidad, ricos en proteínas, minerales, azúcares, fibra y vitaminas para la alimentación animal. Los forrajes producidos en un banco se cortan, acarrear y suministran a los animales durante todo el año. Estos forrajes se suministran frescos, o se pueden secar para obtener harinas o se pueden ensilar (Uribe et al, 2011).

Los bancos mixtos de forrajes constituyen una alternativa alimenticia para el ganado, para evitar problemáticas asociadas a las condiciones climáticas, escasez de alimentos y extrema sequía, como la que se vivió en el año 2012 en el municipio.

Preferiblemente se asocian con especies para el consumo humano, también con árboles frutales y palmas. Requieren para su establecimiento un área pequeña, pero alta demanda de mano de obra. Los bancos de forrajes ayudan a la conservación de nacimientos y quebradas, y disminuyen la presión de los ganados sobre bosques y zonas frágiles (Uribe et al, 2011).

Se deben establecer cerca de la vivienda, establos o corrales, en suelos bien drenados, con una fuente hídrica cercana para riego, brindar fertilización, al igual que protección de animales, por lo que se implementará en los lotes 8 y 9 que están cerca del reservorio de aguas de lluvia y del lote 3 donde está ubicado el sistema silvopastoril.

El Diseño del banco de forraje mixto comprende plantas leñosas arbustivas de alto valor nutricional, con más de 15% de proteína, y gramíneas forrajeras que aportan la energía. El 75% del banco debe estar constituido por forrajes proteicos (más del 15% de proteína), el 25% restante lo conforman los forrajes energéticos, gramíneas forrajeras como los pastos de corte y la caña de azúcar, es importante seleccionar forrajes para alimentar a diferentes especies animales y en diferentes momentos de sus ciclos productivos (Uribe et al, 2011).

Las especies propuestas para el banco mixto de forraje son el botón de oro *Tithonia diversifolia*, Nacedero *Trichantera gigantea*, *Desmodium velutinum*, que harían el aporte de proteína y pasto elefante *Pennisetum purpureum*, caña de azúcar *Sacharum officinarum*, para el aporte de energía. Por ser un sistema intensivo de forraje debe establecerse en densidades altas, por lo que las distancias a emplear son de 0.50 metros entre plantas y 0.8 metros entre surcos; la siembra debe hacerse al mismo tiempo, en curvas a nivel, se dispondrán en los lotes así: una franja de botón de oro, seguida de una franja de pasto elefante, después la franja de *desmodium*, seguida de la franja de caña de azúcar, y posteriormente la franja de nacedero.

Los cortes deben hacerse de forma escalonada de acuerdo a los tiempos de maduración de cada especie, *Desmodium velutinum* de 180 a 240 días, *Trichantera gigantea* a los 180 días el primer corte y después cada 90 días, *Sacharum officinarum* 70 a 75 días, *Penicetum purpureum* 40 a 45 días y *Tithonia diversifolia* a los 50 días.

4.2.1.5 Bloques multi-nutricionales. Es un suplemento alimenticio rico en nitrógeno, energía y generalmente, también en minerales. Se presenta como una masa sólida que no puede ser consumida en grandes cantidades por su dureza, debido a un material cementante que se agrega en su preparación. Esto hace que el animal consiga los nutrientes en pequeñas dosis, al lamer o morder el bloque, siendo una forma segura para

incorporar la urea en la dieta del ganado; su forma sólida hace fácil su almacenamiento, transporte, manipulación y suministro a animales (Fariñas, 2009).

El bloque multinutricional debe estar diseñado fundamentalmente para proveer los nutrientes necesarios para satisfacer los requerimientos de los microorganismos del rumen, creando condiciones dentro de este, que promueven la digestión fermentativa de la fibra y la producción de proteína bacteriana, lo cual redundará en un mayor consumo de la dieta basal (pastos o residuos fibrosos), una mejora en la digestibilidad y aumento en la ganancia de peso y la producción láctea (Fariñas *et al.*, 2009).

Los bloques multinutricionales constituyen una alternativa de alimentación bovina para las épocas críticas de escasez de lluvias y descenso de la producción de praderas en la unidad productiva, para su elaboración se recomienda el uso de las hojas de las especies propuestas para cercas vivas, granos de maíz, gallinaza, entre otros.

Dentro de las ventajas del uso de los bloques multinutricionales se encuentra: una fuente relativamente barata de energía, proteína y minerales; mejora la actividad ruminal, lo que permite un mayor consumo y una mejor utilización de los pastos maduros y rastrojos; mejora índices de productividad, producción de leche y ganancia de peso; son fáciles de elaborar a nivel de finca, permiten utilizar recursos locales de bajo costo o materiales que se producen en la finca (Fariño *et al.*, 2009).

Cuadro 3. Tipos de ingredientes y proporciones de distintos materiales que se pueden emplear para preparar los bloques multinutricionales

| COMPONENTES | INGREDIENTES | PROPORCIÓN EN EL BLOQUE |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Fuentes de energía | Melaza, granos de maíz, sorgo, afrecho, semolina de arroz. | 25-65% |
| Fuentes de nitrógeno no proteico* | En caso de Urea - 46% | 5-10% |
| | En caso de pollinaza | 10-35% |
| Sales minerales | Mezcal mineral y sal común en proporción de 1:1 | 5-10% |
| Fuentes de proteína | Harinas de hojas de leucaena, madreño, marango, hojas, de yuca o camote, vainas de leguminosas molidas | 15-35% |
| Fibra de soporte | Heno, olote de maíz molido, rastrojo de cultivos, tuza de maíz, bagazo de caña | 3-5% |
| Cementante | Cal, cemento | 10% |

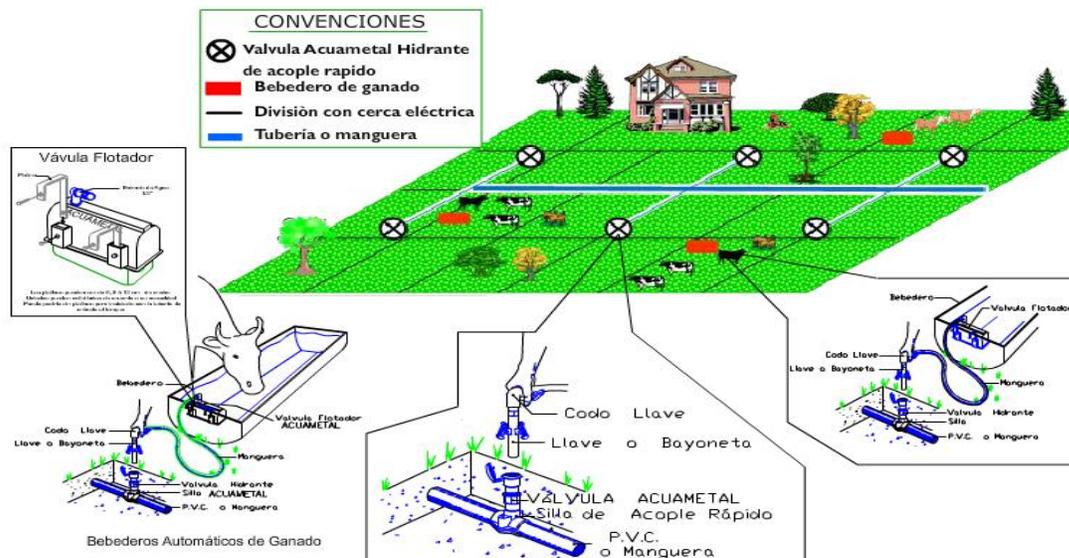
*si se usa Urea más pollinaza, no agregar más del 20% de esta última.

Fuente: Fariñas *et al.*, 2009

Para la preparación de los bloques, el material a usar y los ingredientes debe estar a mano, para el proceso de fabricación, se deben tamizar los ingredientes sólidos y pesar, luego se mezclan; posteriormente se mezcla la urea con la melaza, y por último esta mezcla se le agregan los sólidos y se revuelven con movimientos circulares, este finalmente se introduce en el balde que se escogió como molde, este se tapa con un madero, debe pasar por lo menos 24 horas para ser usado, o almacenado.

4.2.1.6 Suministro de Agua. El suministro se realizará mediante bebederos ecológicos. Estos se acoplan a hidrantes distribuidos en cada uno de los lotes destinados para el subsistema. De esta manera se provee de forma oportuna y adecuada agua a los animales, porque se emplea un sistema de válvula flotador el cual permite que una vez sea vaciado el bebedero por los animales se llene nuevamente, evitando su desperdicio y que estos queden sin agua.

Figura 42. Distribución de bebederos ecológicos



Fuente: <http://www.acuametal.com/>

4.2.1.7 Suministro de Sal. Se recomienda el aporte permanente, en canoas. Estos deben estar cerca de los sitios donde se suministra el agua, y deben estar protegidos con techos, que se pueden elaborar con materiales locales.

4.3 PROPUESTA PARA LA DIMENSIÓN AGRÍCOLA- FRUTALES

Debido a los cambios en las costumbres alimenticias a nivel mundial, a la importancia que ha adquirido la inclusión de frutas en las dietas humanas, por su contenido de vitaminas y antioxidantes, que contribuyen al bloqueo de los radicales libres, la prevención de enfermedades como el cáncer, y por su aceptación en el mercado, se propone el establecimiento de frutales para fines comerciales y que al mismo tiempo contribuyan a la seguridad alimentaria.

Los frutales a establecer son Guanábana (*Anona muricata L*), asociado con los cítricos lima Tahití, mandarina y naranja tangelo.

4.3.1 Cultivo de Guanábana.

Pertenece a la familia de las *Anonáceas*, y se caracterizan por ser plantas leñosas de hojas enteras, sin estípulas, de flores hermafroditas y frutos por lo general en baya,

frecuentemente reunidas formando frutos colectivos de los que forma parte el eje floral carnoso. Crece bien en temperaturas entre 23 y 30 °C, la humedad relativa es un factor a tener en cuenta, ya que un alta humedad relativa favorece el ataque de antracnosis, y una baja humedad relativa dificulta la polinización, viéndose afectados los niveles de producción, crece en alturas entre los 0 a 1000 msnm, pero la altitud óptima se encuentra entre los 400 y 600 msnm (SEPHU, 2010). Crece en suelos con buen drenaje francos o franco arenosos, siendo los suelos de la Finca Oasis ideales para su instalación ya que son franco arenosos.

Propagación. Se puede propagar por semilla o por injertos. Si se propaga por semilla, estas deben proceder de los árboles con las mejores características de producción; el predio cuenta con árboles que poseen buenas características productivas y se pueden hacer injertos utilizando como patrones árboles de chirimoya (*Annona cherimola*), lo recomendable es utilizar clones de diferente procedencia para evitar un ataque de plagas o enfermedades en línea.

Distancias de siembra. Para plantaciones comerciales se utilizan distancias de 6 metros entre plantas y 7 metros entre surcos, para obtener una densidad de 238 plantas/Ha en forma cuadrangular o tresbolillo (SEPHU, 2010), el exceso de sombra en el cultivo puede ocasionar abortos florales y ataque de hongos. La siembra de las semillas se hará en bolsas, estas deben tener 3 partes de tierra 2 de materia orgánica y dos de serrín o cascarilla de arroz, cuando la planta alcance una altura de 70 cm se procederá a realizar el establecimiento en campo. Este cultivo se implementará en los lotes 6, 7, 10, 11 y 12, sembrados en sentido este- oeste.

Preparación del terreno. Se debe incorporar materia orgánica al suelo, ya que el cultivo requiere entre un 2 a 5%. Se hacen hoyos de 30 por 40 cm, se debe agregar micorrizas y materia orgánica (estiércol o bocashi) y finalmente la tierra. Se recomienda realizar control de malezas.

Fertilización durante el cultivo. Se recomienda la aplicación de 250 kg/ha de la fórmula NPK 12-24-12, en los dos primeros años, doblando la dosis a 500 kg/ha para el tercer año después de la plantación, y en los años sucesivos utilizar la fórmula NPK 18-06-18 con Calcio y Magnesio, aumentando las dosis de aplicación en función del suelo, y el cuajado de frutos, 1.000 a 1.250 kg/ha. A partir del octavo año se recomienda aplicar urea o sulfato de amonio a razón de 0,25 kg/ha como complemento a la fertilización de nitrógeno (SEPHU, 2010).

Podas. Se deben hacer podas de formación, para proveer ventilación a la planta y prevenir la aparición de antracnosis, de igual manera mejorar su arquitectura, ya que favorece su producción; podas de mantenimiento y podas de saneamiento esta última con el fin de retirar ramas que sufren daños mecánicos y representen entradas de enfermedades a la planta.

El establecimiento en campo será intercalado, constará de un surco de guanábana y otro de uno de los siguientes cítricos: lima acida Tahití (*Citrus latifolia*), mandarina (*Citrus reticulata*), naranja tangelo (*Citrus reticulata x Citrus paradisi*).

4.3.2 Cultivo de Cítricos

Propagación. La propagación de cítricos se hace por injertos, se recomienda adquirir el material en viveros certificados.

Distancias de siembra. Se utilizan arreglos rectangulares, en mandarina y limón Tahití distancias de 8 metros entre surcos y 5-6 metros entre plantas para obtener densidades de 250- 208 plantas/Ha, en naranja tangelo se usan distancias de 9 metros entre surcos y 7 metros entre plantas para obtener densidades de 148 plantas/Ha.

Preparación del terreno. Las enmiendas se aplican de acuerdo al resultado de análisis de suelos, estos deben realizarse previo a la instalación de los cítricos, en el transcurso del cultivo, cada 2 a 3 años. Se recomienda el uso de NPK a una relación 3:1:3, los elementos menores B, Zn, Cu, y aplicar materia orgánica. Se hacen hoyos de 40x40x40 y el trasplante debe realizarse con el inicio de lluvias, que el cuello de la planta quede 5-10 cm por encima del suelo (Restrepo *et al*, 2012). Para el establecimiento en campo en el predio, deben realizarse curvas de nivel.

Podas. Se realizan podas de formación para dar la arquitectura deseada a las plantas, y podas sanitarias con el fin de controlar el desarrollo del árbol y para eliminar ramas enfermas, viejas e improductivas.

Las distancias a utilizar en el establecimiento en campo serán 9 metros entre surcos y 7 metros entre plantas.

Se recomienda el uso de una leguminosa herbácea, en este caso *Desmodium hetercarpon*, como cobertura, para el aporte de nitrógeno a las plantas, y la generación de buenas condiciones al suelo. Esta leguminosa tiene crecimiento rastrero, se adapta bien a un amplio rango de suelos, con pH de 4 a 7, tolera suelos acidos e inundados, sombra y pisoteo, pero no tolera sequía, como su uso va encaminado a un cultivo de cobertura, se debe usar 5 kg/ha para su establecimiento, y es necesario hacer control de malezas durante esta fase.

Figura 43. Diseño de propuesta agrícola



4.4 PROPUESTA PARA LA DIMENSIÓN SEGURIDAD ALIMENTARIA

La seguridad alimentaria se entiende como la posibilidad real de la población para acceder a una oferta permanente de alimentos derivados tanto de la producción como de lo que pueda conseguirse en el mercado mundial para satisfacer necesidades, que garantice la estabilidad en la provisión alimentaria en términos de cantidad y calidad (Ramírez, 2002).

Se propone la instalación de una huerta casera, y de cultivo de maíz en asocio con frijol; melón, sandía y zapallo, que contribuyan a la diversidad agrícola del predio, también se propone el establecimiento de las especies menores gallinas criollas y cuyes, con el fin de garantizar un aporte proteico a la alimentación. Con estas especies se aprovechan los residuos de cosecha y cocina, además pueden proveer bienes adicionales con el uso de su estiércol, para elaboración de compostajes, reduciendo algunos costos de producción y favoreciendo las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo, reflejándose en una producción limpia y sostenible.

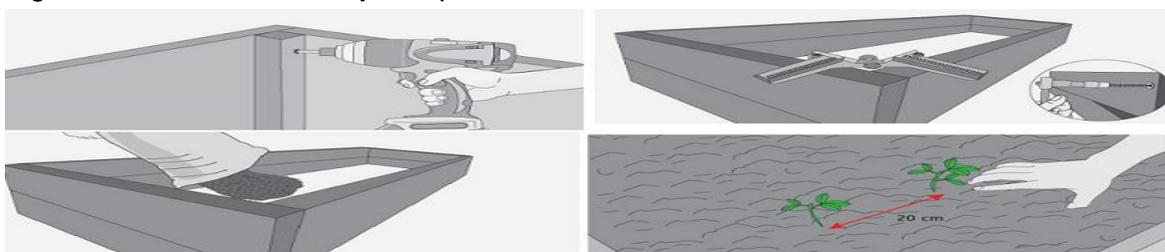
La ubicación de la huerta y de las instalaciones para la cría de las especies menores se plantea en el lote que se encuentra la vivienda (lote 2), por ser un área que facilitará el manejo y cuidado de las producciones, presenta topografía plana, lo que favorece la construcción de los galpones.

4.4.1 Huerta

Diseño. Como las condiciones agroecológicas de la zona se traducen en escasez de lluvias y poca materia orgánica en el suelo, la instalación de la huerta se hará en cajones, con riego por goteo, el agua que se utilizará será la residual filtrada y tratada. Se adecuarán un total de 8 cajones, de 4 metros de largo, 1 metro de ancho y 0.40 metros de alto, se construirán con tablas, las cuales se deben acondicionar con un protector asfáltico para que no las dañe la humedad.

Las tablas deben tener una dimensión de 2 por 8 pulgadas, se deben cortar en cuatro trozos de 0.95 metros y otros cuatro de 2.95 metros, se construirán dos marcos para dar la altura de 0.40 metros, para unirlos se debe ayudar de prensas escuadras, se hacen las perforaciones y se ajustan con tornillos tirafondo de 5/16 pulgadas por 4 pulgadas. Para unir los dos marcos que conforman el cajón se usarán y atornillarán troncos de 2 por 2 pulgadas al interior de las esquinas.

Figura 44. Diseño de los cajones para la huerta casera.



Fuente: www.taringa.net/post/hazlo-tu-mismo/16145461/Hacer-una-huerta-en-cajones-con-riego-por-goteo---Pasos.html

El sustrato de siembra debe constar de una capa de tierra, y una capa de compostaje o materia orgánica, de 20 cm. o más y se mezcla, esto con aras de permitir el adecuado crecimiento y desarrollo de las hortalizas. También debe adecuarse el sistema de riego, con el uso de una manguera instalada en la fuente de agua aprovisionada para el riego, que debe llegar hasta el lugar donde se ubicaran los cajones, para optimizar el uso del agua, se usarán llaves de paso en cada cajón, así se podrá ofrecer el agua necesaria a cada especie.

Las especies propuestas se detallan en el cuadro 4, se seleccionaron por su adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona.

Cuadro 4. Plan de siembra de la huerta

| Especie | Distancia de siembra | | Cosecha (días) | Cantidad de semilla (Kg/Ha) | Forma de siembra | | Observaciones | Asociaciones |
|------------------|----------------------|--------|----------------|-----------------------------|------------------|-----------|-------------------------------------|--------------------|
| | Surco | Planta | | | Directa | Semillero | | |
| Ají pique | 1.00 | 0.5 | 110-130 | | | | | |
| Frijol voluble | | | | 60 | X | x | Requiere tutorado | |
| Cebolla cabezona | 0.15 | 0.10 | 140-150 | | | | | |
| Cebolla Junca | 0.30 | 0.30 | 120-150 | | | x | Trasplante a 20 cm de altura | |
| Cilantro | 0.25 | 0.05 | 60 | 15-20 | X | | | |
| Habichuela | 1.00 | 0.30 | 55-65 | 15-20 | X | | tutorado | |
| Pimentón | 1.00 | 0.50 | 110-130 | | | x | | Zanahoria |
| Sandía | 2.00 | 1.50 | 80-90 | | X | | Abundante riego en emisión de guías | Maíz, Acelga |
| Tomate chonto | | | 113-147 | | | x | tutorado | |
| Zapallo | 2 | 4 | 90-120 | 1.3 | X | | Abundante riego en emisión de guías | Maíz, Acelga |
| Maíz | 0.5 | 1.00 | 90-120 | 25-30 | X | | | Frijol |
| Melón | | | | | X | | | |
| Ajo | | | | | X | | | Lechuga, Remolacha |
| Frijol arbustivo | 0.15 | 0.80 | 100 | 60-80 | X | | | |
| Pepino | 1.20 | 0.30 | 40-50 | | | | Abundante riego en emisión de guías | Maíz, Acelga |

El zapallo, la sandía y el melón son una opción interesante para la diversificación agrícola, por la permanente demanda del mercado, y porque contribuyen a la seguridad alimentaria; el zapallo tiene la característica especial de permitir diversidad de aplicaciones culinarias en la dieta. Con la asociación del maíz y el frijol se pueden tener beneficios que contribuirán al equilibrio ecosistémico ya que la principal característica de la asociación de maíz y frijol es que permite que haya mayor rendimiento por unidad de área, dándose más eficiencia en el uso de recursos económicos, mano de obra, tierra, agua, nutrientes y luz. Además, la diversificación agrícola ayuda a la mejoría de la nutrición y es una estrategia para la valoración de los cultivos locales; al asociar cultivos se obtienen beneficios como el control de plagas y enfermedades, así como la producción en diferentes épocas del año, además de favorecer las condiciones del suelo.

Cuadro 5. Rotaciones propuestas para la Huerta

| PRIMER AÑO | | | | | | | | | | | | SEGUNDO AÑO | | | | | | | | | | | |
|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| AJ | AJ | AJ | AJ | | PM | PM | PM | PM | | FV | FV | FV | FV | | CB | CB | CB | CB | CB | | HB | HB | |
| FV | FV | FV | FV | | AJ | AJ | AJ | AJ | | TC | TC | TC | TC | TC | | PM | PM | PM | PM | | CL | CL | |
| FA | FA | FA | | CL | CL | | CJ | CJ | CJ | CJ | CJ | | AJ | AJ | AJ | AJ | | PP | PP | | FV | FV | FV |
| CB | CB | CB | CB | CB | | HB | HB | | PM | PM | PM | PM | | CL | CL | | | AO | AO | AO | | PP | PP |
| CJ | CJ | CJ | CJ | CJ | | TC | TC | TC | TC | TC | | AO | AO | AO | | AJ | AJ | AJ | AJ | | PM | PM | PM |
| CL | CL | | FV | FV | FV | FV | | HB | HB | | AO | AO | AO | | CJ | CJ | CJ | CJ | CJ | | PP | PP | |
| HB | HB | | FA | FA | FA | | | PM | PM | PM | PM | | TC | TC | TC | TC | TC | | AO | AO | AO | | |
| PM | PM | PM | PM | | AJ | AJ | AJ | AJ | | CB | CB | CB | CB | CB | | HB | HB | | FA | FA | FA | | CL |
| SD | SD | SD | | ZP | ZP | ZP | ZP | | ML | ML | ML | | MZ | MZ | MZ | MZ | | SD | SD | SD | | ML | ML |
| TC | TC | TC | TC | TC | | FA | FA | FA | | HB | HB | | AO | AO | AO | | CB | CB | CB | CB | CB | | |
| ZP | ZP | ZP | ZP | | SD | SD | SD | | MZ | MZ | MZ | MZ | | ML | ML | ML | | ZP | ZP | ZP | ZP | | |
| MZ | MZ | MZ | MZ | | ZP | ZP | ZP | ZP | | SD | SD | SD | | MZ | MZ | MZ | MZ | | ML | ML | ML | | |
| PP | PP | | AJ | AJ | AJ | AJ | | PM | PM | PM | PM | | CJ | CJ | CJ | CJ | CJ | | FV | FV | FV | FV | |
| ML | ML | ML | | SD | SD | SD | | ZP | ZP | ZP | ZP | | MZ | MZ | MZ | MZ | | ML | ML | ML | | SD | SD |

AJ Ají pique FV Frijol voluble FA Frijol arbustivo CB Cebolla cabezona CJ Cebolla Junca
 CL Cilantro HB Habichuela PM Pimentón SD Sandía TC Tomate Chonto
 ZP Zapallo MZ Maíz PP Pepino AO Ajo ML Melón

4.4.2 Especies menores

Alimentación. Se propone la implementación de un banco mixto de forraje adicional al del subsistema pecuario- ganadería con el fin de reducir el consumo de insumos externos como concentrado. El banco mixto de forraje contribuirá a la alimentación balanceada, estará constituido de pasto de corte (*Pennisetum purpureum*) y nacedero (*Tithonia diversifolia*), sembradas de forma alterna en surcos de 0.5m*0.5m, que servirán, a su vez, de barreras vivas para separar los galpones y así evitar la proliferación de enfermedades

(Modificado de Gutierrez y Ruiz, 2011). Se complementará la alimentación de las gallinas con el maíz que se obtenga, propuesto en la huerta casera, asimismo se propone utilizar los residuos de la cocina y cosecha.

Suministro de agua. Se almacenará el agua en tanques, sobre los galpones, para abastecer de manera permanente a las especies, mediante bebederos automáticos, y así garantizar la calidad del agua de bebida.

Producción de Cuyes. Los cuyes son los animales de corral que quizá, menos consumen agua (30-70 ml/día hembras primerizas y 45-198ml/día machos y hembras destetados) y, por eso, se adaptan a condiciones de extrema escasez; Además consumen poca materia seca y, a diferencia de las aves y cerdos, no compiten con las personas en términos de alimento, posibilitando la producción de una buena cantidad de proteína animal, a bajo costo y en espacios reducidos (FAO, 2013). También presentan un ciclo reproductivo corto y se adaptan fácilmente a diferentes ecosistemas.

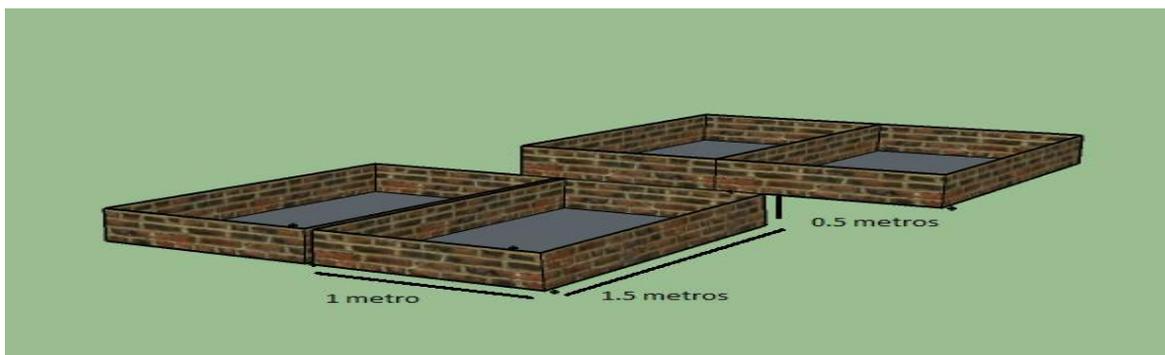
Instalaciones deben ser diseñadas y construidas con buena iluminación y adecuada ventilación, se deben proteger del frío y del calor excesivo, de las lluvias y de las corrientes de aire. Deben construirse en un terreno plano, y como el clima de la región es cálido, debe construirse ventanas para favorecer la ventilación.

Para facilitar el manejo de los animales se propone que se adecúen pozas, ya que permite separar a los animales por edad y sexo, se puede hacer labores de limpieza más eficientes, se controla humedad, permite realizar control de enfermedades y se distribuye mejor el alimento.

Para construir las pozas se puede utilizar material de la región, las dimensiones propuestas son 1.5 metros de largo por 1.0 metros de ancho por 0.5 metros de alto, y realizar 4 pozas al inicio del proyecto. Es importante que el material que se use para la elaboración de las pozas sea recubierto ya sea con barro o con cemento, para evitar que en las paredes se retenga material orgánico como las heces y el polvo, ya que puede ser refugio de parásitos y microorganismos.

La cama debe ser compacta, que absorba la humedad, pueden utilizarse materiales como paja, viruta, que permita bienestar a los animales.

Figura 45. Diseño de Pozas para Cuyes



Densidad. Se propone iniciar la producción con 28 hembras y 4 machos adultos en un área de 12 metros cuadrados. Se sugiere que estos se compren en granjas tecnificadas, que tengan un buen manejo sanitario y animales mejorados con el fin de garantizar una apropiada producción.

Implementos. Es importante el uso de estos para obtener resultados óptimos. Las gazaperas para protección de las crías, deben tener dimensiones de 30 centímetros de lado, con separaciones de 3.5 cm. que permitan el ingreso de las crías, es indispensable para reducir la mortalidad de cuyes lactantes. Los Forrajeros se utilizan para brindar el pasto y evitar su contaminación con estiércol y orina.

Es importante tener cajas de manejo o cosecheras para el transporte de animales y una Estufa casera para mejorar la temperatura del galpón y brindar mejores condiciones ambientales, sobretodo en épocas de lluvias para los recién nacidos, también balanzas para la pesa de alimentos y la pesa de los animales.

Gallinas criollas. Se propone establecer un sistema de cría semi-intensivo, con el sistema Gallina Feliz, que consiste en disminuir al máximo el estrés animal, el objetivo es proporcionar a las gallinas un ambiente adecuado, donde ellas puedan pastorear, la instalación se puede elaborar con recursos locales, teniendo en cuenta el manejo tradicional campesino complementado con la tecnología sustentable actual, que permita reducir costos de producción, genere buena utilidad, y permita obtener un producto limpio, y sano.

Es importante seleccionar las aves que tengan la mejor producción de huevos y buena condición corporal, ya que serán las que permitan obtener más cantidad de carne al final de la postura.

Instalaciones. Debe contar con un área cubierta y otra libre, para este caso se propone elaborarlo con madera o guadua y con techo de eternit. La orientación debe ser oriente occidente, para evitar que los rayos solares penetren directamente en el galpón. En esta área se ubicarán los nidales, los comederos y los bebederos. Los suelos se deben cubrir con aserrín o viruta, para evitar problemas de humedad y para la posterior elaboración de compostajes que servirá para las producciones agrícolas.

El área a libre exposición se dividirá en secciones, y se establecerá Ramio, frijol, guandul, para hacer las respectivas rotaciones y que el pastoreo sea eficiente, se debe cercar a una altura de 2 metros.

Se sugiere iniciar el proyecto con 3 gallos y 45 gallinas, en un espacio de 24 metros cuadrados, donde se incluye el área de pastoreo. También se propone el manejo del mecanismo de microorganismos eficaces para el control de ectoparásitos, suministrar las vitaminas y probióticos en el agua de bebida.

Con esta propuesta se espera mejorar las condiciones y productividad de las gallinas en el predio, al igual que hacer un aporte importante de proteína, en la dieta de la familia.

4.5 PROPUESTA PARA LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

La Agroindustria rural es la Actividad que permite aumentar y retener, en las zonas rurales, el valor agregado de la producción de las economías campesinas, a través de la ejecución de tareas de poscosecha en los productos provenientes de explotaciones silvoagropecuarias, tales como: la selección, el lavado, la clasificación, el almacenamiento, la conservación, la transformación, el empaque, el transporte y la comercialización. Incide de forma socioeconómica en las poblaciones rurales, a través de la organización campesina, la subsistencia y la acumulación, la diversificación de cultivos, el mejoramiento de la dieta y de la calidad de vida de los campesinos (Boucher y Riveros, 2000).

En la Finca Oasis actualmente se hace transformación al maíz y a la leche, los subproductos obtenidos son comercializados en Mercaderes Cauca, debido a que el índice de sustentabilidad para la dimensión económica fue tan bajo y que con la implementación de las propuestas agrícola, pecuaria y seguridad alimentaria, se proyecta la obtención de bienes, para comercialización se propone la agregación de valor a los productos de obtenidos y optimizar los procesos de comercialización.

4.5.1 Valor Agregado

Se propone hacer la selección de los productos obtenidos (cítricos, guanábana, hortalizas, huevos), hacer debido proceso de limpieza, almacenamiento, conservación y empaque. Para el empaque se recomienda la creación de una etiqueta que los identifique y los consolide como empresa a futuro.

4.5.2 Comercial

Se propone la venta de subproductos, productos agrícolas y pecuarios en los mercados donde ya tienen experiencia, así como explorar otros mercados que les permita llegar a otro tipo de consumidores, y así mejorar la sustentabilidad y sostenibilidad económica del predio.

Para la implementación de las propuestas productivas es muy importante asegurar la disponibilidad de agua en la finca, por lo que se debe realizar la obra de captación de agua de lluvia prioritariamente, y acondicionar las redes de distribución de aguas que permitan acceder al pozo de recursos USAID. Es indispensable que se potabilice el agua para garantizar la sanidad, calidad y sostenimiento de los subsistemas agropecuarios que se propusieron.

Se recomienda que cada uno de los subsistemas propuestos se establezca de forma gradual, para que no haya abandono por pérdidas y frustración, y también porque los objetivos son generar bienes y servicios siendo amigables con el medio ambiente para llevar a la unidad productiva a ser sostenible y sustentable, demostrando que un adecuado manejo y planificación son estrategias eficaces para enfrentar los cambios climáticos y la escasez de agua.

5. CONCLUSIONES

En la unidad productiva, actualmente las entradas de agua (precipitaciones y acueducto), son insuficientes para el manejo de sistemas de producción agropecuaria, además, estas fuentes presentan altos grados de contaminación.

Se usan estrategias de cosecha de agua de lluvia en el predio, pero no son suficientes para suplir las necesidades de las personas de la vivienda y de especies agropecuarias presentes.

Se está llevando un manejo inadecuado de las especies agrícolas y pecuarias presentes en la unidad productiva, reflejándose en baja productividad y problemas de sanidad.

El conocimiento local y el componente social son entes muy importantes dentro de las investigaciones en el área, dándose una retroalimentación, que ha permitido la aprobación de estrategias para enfrentar los fenómenos climáticos extremos.

Para ayudar a las comunidades locales a adaptarse a los cambios medioambientales se debe trabajar desde un enfoque integrado e incluir actividades múltiples de protección, conservación y transformación, que incluyan estrategias de prevención.

La participación de la comunidad local, en procesos de restauración ecológica, para mejorar y regenerar su economía es una estrategia para mitigar la carencia de recursos económicos.

El uso de sistemas de cosecha de agua y su adecuado manejo representan una alternativa, que permitirá el establecimiento y sostenibilidad de los diferentes subsistemas propuestos.

Los sistemas agroforestales (sistemas silvopastoriles, cercas vivas, árboles dispersos en potrero) son una herramienta multipropósito, ya que ayudan en la gestión del recurso hídrico y edáfico, y ofrecen un ambiente para el bienestar animal, al igual que fuentes alimenticias, que cobran mucha importancia durante las épocas críticas climáticas.

Con la implementación de la propuesta se mejorará el índice de sustentabilidad, así como la sostenibilidad de la Finca Oasis

6. RECOMENDACIONES

Es importante que se trabaje en el tratamiento de las fuentes hídricas presentes en el predio, para evitar problemas de salubridad en la familia, y poder contar con agua potable para las actividades agropecuarias.

Se debe trabajar en que los programas de apoyo a los productores tengan más campo de acción, para que sean más personas las beneficiadas, y no solo las que integran organizaciones.

Se recomienda para proyectos futuros en la unidad productiva, instalar una micro estación meteorológica automática, donde se puedan estimar más variables climáticas, por ejemplo el brillo solar, con el fin de obtener un reporte confiable de horas luz en el municipio de Patía.

Para fines productivos se recomienda prioritariamente elaborar las obras de captación de agua de lluvia, así como obras para su protección en el período de ausencia de lluvias, y que posteriormente se establezcan de forma gradual los sistemas de producción propuestos.

Se recomienda el uso de registros de los sistemas de producción agropecuaria, para facilitar su manejo, y poder actuar ante cualquier eventualidad que se presente.

BIBLIOGRAFÍA

ALTIERI, Miguel y NICHOLLS, Clara. Cambio climático y agricultura campesina: Impactos y respuestas adaptativas. En: LEISA Revista de Agroecología. Respuestas al cambio climático, vol. 24, no. 4, pág. 5-8.

AYERBE, Fernando y LÓPEZ, Juan. Adiciones a la avifauna del Valle Alto del Río Patía, un área interandina en el suroccidente de Colombia [en línea] 2011. [Citado en Agosto de 2014]. Disponible en internet en: <sa.org.co/publicaciones/boletinsao/20(2)/AP120(2)Ayerbe%26Lopez.pdf>

BASTIDAS ACEVEDO Miriam., PEREZ BECERRA Francy., TORRES OSPINA Julio., ESCOBAR PAUCAR Gloria., ARANGO CÓRDOBA Adriana., PEÑARANDA CORREA Fernando. El diálogo de saberes como posición humana frente al otro: referente ontológico y pedagógico en la educación para la salud [en línea] Medellín 2009. En: Investigación y Educación en enfermería, vol. 27, no 1, pág. 104-111 [Citado en abril de 2015] disponible en internet en: <guajiros.udea.edu.co/fnsp/cvsp/saludsociedad/dialogo%20salud.pdf>

BOUCHER, Francois y RIVEROS, Hernando. La Agroindustria Rural en América Latina y El Caribe. Tomo I. Su entorno, marco conceptual e impacto. PRODAR. Serie de estudios de agroindustria rural. [En línea]. [Citado de Julio de 2015] Disponible en internet en: <http://repiica.iica.int/DOCS/B1167E/B1167E.PDF>

BUENO DE MESQUITA, Mourik. No se puede desperdiciar ni una gota de agua. En: LEISA Revista de agroecología. Cosechando cada gota de agua, vol. 19, no. 2, pág. 4.

CAICEDO, Ana y GRUESO, Lorena. Propuesta organizacional y comercial para los productores de kumis del Patía. Trabajo de pregrado Administración de empresas, Escuela de ciencias administrativas, contables, económicas y de negocios, Universidad Abierta y a Distancia (UNAD), El Bordo- Patía: 2011.

CELY REYES, German Eduardo. Determinación de parámetros de riego para el cultivo de cebolla de bulbo en el distrito de riego del Alto Chicamocha. [En línea]. 2010 [Citado en Agosto de 2014], Disponible en internet en: <www.bdigital.unal.edu.co/2743/1/790551.2010.pdf>

CENTRO DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN AMBIENTAL DE NORTE AMÉRICA, A.C. (CICEANA) Ciclo hidrológico [en línea] sf. [Citado en Agosto de 2014]. Disponible en internet en: <www.ciceana.org.mx/recursos/Ciclo_hidrologico.pdf>

CIPAGUATA Matilde., ANDRADE Hernán. SISTEMAS SILVPASTORILES: una alternativa para el manejo sostenible de la ganadería en la Amazonía [en línea] 2001 [Citado en abril de 2015] Disponible en internet en <www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006112717650_sistema%20manejo%20sostenible%20ganaderia.pdf>

CORRALES ROA, Elcy. Sostenibilidad Agropecuaria y Sistemas de Producción Campesinos, Bogotá. Ed. Antropos, 2002.

DEL ANGEL, Roberto y MATA, Horacio. Cálculo de volúmenes de agua para riego por goteo en el cultivo de Sandía en la Planicie Huasteca. [En línea]. 2004. [Citado en Agosto, 2014], Disponible en internet en: <biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/12345678/315/78.pff?sequence=1>

FARIÑAS, Tito., MENDIETA Bryan., REYES, Nadir., MENA, Martin., CARDONA, Jairo., PEZO, Danilo., ¿Cómo preparar y suministrar bloques multi-nutricionales al ganado? [En línea] 2009 [Citado en mayo de 2015] Disponible en internet en: >biblioteca.catie.ac.cr/comunicación/Publicaciones/Gamma/como_preparar_gama.pdf>

FASSBENDER, H.W., Modelos edafológicos en sistemas agroforestales. [En línea] 1993. [Citado en Agosto de 2014], Disponible en internet en <orton.catie.ac.cr/repdoc/A0813E/A0813E.PDF>

FEDERACION COLOMBIANA DE GANADEROS. Alternativas para enfrentar una sequía prolongada en la ganadería colombiana [en línea]. 2006 [Citado en Agosto de 2014]. Disponible en internet en <corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/55239/CartillaFenomenode Niopantalla.pdf>

GALLEGO BURBANO, Eiver. Línea base de especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera en sistemas de producción ganadera del Valle del Patía. Trabajo de pregrado Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Cauca. Popayán 2011.

GARAY, Oscar. Manual de uso consuntivo del agua para los principales cultivos de los Andes [en línea]. 2007. [Citado Agosto, 2014], Disponible en internet en: <www.met.igp.pe/proyectos/incagro/datos/ManualConsuntivo.pdf>.

GARCÍA BENAVIDES, J. y LÓPEZ DÍAZ, J. Fórmula para el cálculo de la evapotranspiración potencial adaptada al trópico (15°N-15°S) [en línea] Venezuela: 1970. En: Agronomía Tropical, vol. 20, no. 5, pág. 335-345 [Citado Agosto, 2014]. Disponible en internet en: <sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/Agronomia%20Tropical/at2005/arti/garcia_j.htm>

GIANELLA, Teresa., PINZAS Teobaldo., UGÁS Roberto., LEISA Revista de Agroecología. Respuestas al cambio climático, vol. 24, no4., pág. 4.

GRIFFON, Diego. Principios de la agroecología [en línea]. Venezuela: 2008 [Citado abril, 2013]. Disponible en internet en: <http://agroecologiavenezuela.blogspot.com/2008/05/principios-de-laagroecologa.html>.

GÓMEZ, Amparo. Estudio de la realidad natural y cultural del municipio de Patía. Trabajo de pregrado Artes plásticas con énfasis en diseño, Facultad de Humanidades, Universidad del Cauca. Popayán: 1996.

GUTIÉRREZ, Leadith y RUIZ, Lisbeth. Diseño de un Sistema Integrado de Producción para la granja La Colina de la Universidad Autónoma Intercultural Indígena (UAIIN), Vereda Cajete, Municipio de Popayán. Trabajo de pregrado Ingeniería Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca. Popayán: 2011.

INSTITUTO DE SUELOS (IS), y ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, (FAO). Manual de agricultura de conservación [en línea] 2008. [Citado en agosto de 2014]. Disponible en internet en: <www.fao.org/ag/ca/training_materials/cuba_manual_ac.pdf>

MESA RESTREPO, Sebastián., Evaluación de un sistema de pastoreo con rotaciones de un día para lechería especializada [en línea] 2011 [Citado en abril de 2015] Disponible en internet en: <repository.Lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/417/1/Evaluación_rotación_pastoreo_lechería.pdf>

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES DE PERÚ. Manual de Hidrología, Hidráulica y drenaje [en línea]. [Citado en Agosto, 2013], Disponible en internet en: <http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/970.pdf>.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, (FAO). Filtros caseros de aguas grises [en línea].2011. [Citado en Agosto de 2014]. Disponible en internet en:< coin.fao.org/coin-static/cms/media/10/13195642049240/filtrosfinal_alta_resolución.pdf>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, (FAO). Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia experiencias en América Latina [en línea] 2013. [Citado en Agosto de 2014]. Disponible en internet en: <ftp.fao.org/docrep/fao/010/ai128s00.pdf>

ORTIZ LONDOÑO, Jaime Alfonso. Evaluación de impacto ambiental derivado por los procesos de expansión de fronteras agropecuarias y su mitigación mediante la implementación de sistemas agroforestales, en las condiciones ecológicas de bosque seco tropical [en línea] 2013. [Citado en Abril de 2015]. Disponible en internet en: <www.ut.edu.co/academico/images/archivos/Fac_Forestal/Documentos/TRABAJOS_ESP_IMPACTO_AMBIENTAL/Trabajo%20de%20grado%20agroforesteria.%20Final.pdf>

PABÓN, J D. El tiempo y el clima en el territorio Colombiano [en línea] 2007. [Citado en Abril de 2015]. Disponible en internet en: <www.humanas.unal.edu.co/contextogeo/docs/2007/tiempo_clima_colombia.pdf>

PEREZ LOPEZ, Otoniel. Establecimiento y manejo de especies forrajeras para producción bovina en el trópico bajo [en línea] Sf. [Citado en abril de 2015] Disponible en internet en: <www.fincaparaventa.com/pdf/PASTOS%20LLANEROS.pdf>

RAMIREZ, Manuel Álvaro., Lineamientos para seguridad Alimentaria: retos y perspectivas. [En línea] 2002 En: Economía y desarrollo. Vol. 1 nro. 1 pág. 51-64 [Citado en abril de 2015] Disponible en internet en: <www.fuac.edu.co/revista/M/cuatro.pdf>

REYES GARCÍA, Victoria. Conocimiento ecológico tradicional para la conservación: dinámicas y conflictos [en línea] 2009 [Citado en Abril de 2015] Disponible en internet en: <www.funem.es/media/cdu/file/biblioteca/PDF%20Papeles/107/Conocimiento_ecologico_tradicional.pdf>

RESTREPO Juan Camilo., RESTREPO, Juan Lucas., VALENCIA, Rubén., URIBE, Alberto., MURILLO, Eduardo., GARCÉS Luis., et al. CÍTRICOS: CULTIVO, POSCOSECHA E INDUSTRIALIZACIÓN. Serie Lasallista Investigación y ciencia [en línea] 2012 [Citado en abril de 2015] Disponible en internet en: <www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca_211_Publicación-CitricosCultivosPoscosechaeindustrializacion.pdf>

RÍOS, José. Comportamiento Hidrológico de Sistemas de Producción Ganadera Convencional y Silvopastoril en la Zona de la Recarga Hídrica de la Subcuenca de Río Jabonal, Cuenca del Río Barranca. Trabajo de grado. Programa de Educación para el Desarrollo y la conservación. Centro Agrónomo Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba-Costa Rica: 2006.

RIVERA, Mariela. Determinación de la dinámica del agua en el sistema Agroforestal Quesungual e identificación de Factores suelo-planta para el mejoramiento de la productividad del Agua en los cultivos. Trabajo de grado. Doctorado en Ciencias Agrarias Área de Énfasis en Suelos, Escuela de Posgrados, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Colombia, con colaboración de CGIAR Challenge Program on Water and Food. Palmira, Honduras: 2008.

ROJO, Julián. Algunas metodologías para cuantificar la evapotranspiración media multianual en Colombia [en línea], s.f. [Citado en Agosto, 2013], Disponible en internet en: <julianrojo.weebly.com/uploads/1/2/0/0/12008328/métodos_estimacion_de_et.pdf>

ROMERO, Luis. Henolaje empaquetado [en línea] 2004. [Citado en Agosto de 2014]. Disponible en internet en: <www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_reservas/reservas_henolaje_o_silopaq/01-henolaje_empaquetado.pdf>

SANCHEZ MARTINEZ, Piedad, y CASAS CRUZ, Harold. Tecnologías apropiadas para el suministro de agua en situaciones de emergencia [en línea] Bogotá, Colombia, 2010 [Citado en Agosto de 2014]. Disponible en internet en: <http://www.paho.org/col/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=1076&Itemid=>>

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE PRODUCTOS HÚMICOS SEPHU. CULTIVO DE GUANÁBANA. Recomendaciones para solucionar problemas de floración, cuajado y aborto de flores [en línea] 2010 [Citado en abril de 2015] disponible en internet en: <https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/046---11.05.10---Cultivo-de-la-Guana--769-bana.pdf>

URIBE, F., ZULUAGA, A.F., VALENCIA, L., MURGUEITIO, E., ZAPATA, A., SOLARTE, L., et al. Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN, CIPAV, FONDO

ACCIÓN, TNC. [En línea] Bogotá, Colombia, 2011. [Citado en mayo de 2015]. Disponible en internet en <www.cipav.org.co/pdf/1.Establecimiento.y.manejo.de.SSP.pdf>

VILLANUEVA, Cristóbal., MUHAMMAD, Ibrahim., CASASOLA, Francisco., ARGUEDAS, Randall. Proyecto enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas [en línea].2005. [Citado en Agosto de 2014]. Disponible en internet en: <www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/instalaciones/16-cercasvivas.pdf>

ZULUAGA, A.F., GIRALDO, C., CHARÁ, J. Servicios Ambientales que proveen los sistemas silvopastoriles y los beneficios para la biodiversidad. Manual 4, Proyecto Ganadería Sostenible. GEF, BANCO MUNDIAL, FEDEGAN; CIPAV; FONDO ACCIÓN, TNC. [En línea] Bogotá, Colombia. 2011 [Citado en Agosto de 2014]. Disponible en internet en: <www.cipav.org.co/pdf/4.Servicios.Ambientales.pdf>

ANEXOS

ANEXO A. GUÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE UNIDADES DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA

ANEXO B. MAPA USO ACTUAL FINCA OASIS.

ANEXO C. RESUMEN DE USO ACTUAL DEL PREDIO.

| LOTE | TIPO DE USO | ÁREA (Ha) | ESTADO/ OBSERVACIONES |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Potrero en rastrojo, cuerpo de agua. | 1.48 | El pasto establecido es inapreciable por la abundancia de arvenses, hay presencia de vegetación nativa, la cual se conserva y se aprovecha como sombra, para los animales; cuenta con un cuerpo de agua que se formó por fugas de la tubería del acueducto y un tanque para brindar agua a los animales. Este lote colinda con la carretera panamericana, la escuela y el predio del señor Calisto Caicedo. |
| 2 | Vivienda, cultivos de guanábana, cítricos, y cochera para cerdos y galpón deteriorado de pollos. | 0.50 | Cuenta con 11 árboles de cítricos, sembrados a una distancia de 4 metros entre plantas y surcos, ubicados a la derecha de la vivienda. También cuenta con 9 árboles de guanábana, sembrados a una distancia de 5 metros entre plantas y entre surcos. Los residuos de la producción porcícola son vertidos directamente en el suelo. |
| 3 | Lote para siembra de cultivos transitorios | 0.63 | Este lote actualmente cuenta con unas plantas de cítricos que sobrevivió al ataque de hormiga arriera, se usa para la siembra de cultivos de maíz, y maracuyá, actualmente no tiene cultivos transitorios. |
| 4 | Vegetación nativa y pastoreo. | 10.61 | Este lote se caracteriza por tener vegetación natural, presenta franjas abundantes de esta, e individuos de fique, se aprecia en el lote zonas inundables, Este a la vez es usado para que el ganado pastoree, también las praderas son inapreciables por la abundancia de arvenses. |

ANEXO D. ESPECIES PECUARIAS PRESENTES EN LA UNIDAD PRODUCTIVA

| ESPECIE | RAZA | N° INDIVIDUOS | OBSERVACIONES |
|-------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Ganado bovino | Cebú | 13 | El ganado es manejado de forma extensiva, se llevan a la vega del río para que se alimenten con pasto natural y beban agua. |
| Porcinos | Landrace x Pietran Landrace | 7 | Disponen de dos cocheras, una alberga 4 cerdos y la otra 3; son alimentados con residuos de cocina y concentrado fase levante y salvado de maíz. No se realiza balance de dieta. |
| Equinos | | 2 | Estos son utilizados para las actividades de apartado, acarreo de leña y productos que se siembran en las riberas del Río Guachicono, No llevan una dieta balanceada. Se alimentan con pasto de corte traído de la vega, y salvado de maíz con melaza |
| Gallinas y patos | Criollas | 18 | Cuenta con 11 gallinas, 5 gallos y 2 patos; se les alimenta con maíz a voluntad, estos pastorean en el llano, se les provee agua en una llanta. |

ANEXO E. MANEJO PORCINOS

| INSUMO | MARCA/ CLASE | CANTIDAD/ ANIMAL | FORMA DE SUMINISTRO |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Salvado de maíz | FINCA | 0.5kg | Se da en la mañana y en la tarde en una mezcla con los demás alimentos. |
| Concentrado fase levante | FINCA | 0.3kg | Se da en la mañana y en la tarde en una mezcla con los demás alimentos. |
| Subproductos papa, plátano, yuca | Productos de la cosecha en la vega y compra en mercado. | | Se pican los productos y se brindan en los comederos de las cocheras. |
| Ivermectina | | 1ml/30kg de pv | Control de parásitos internos y externos |
| Otros | Residuos de la cocina | | Se mezclan con el salvado de maíz y concentrado y se brindan en el comedero. |

ANEXO F. INVENTARIO DEL HATO FINCA OASIS

| ESTADO | N° DE CABEZAS | U.G.G | TOTAL U.G.G |
|-------------------------------------|----------------------|--------------|------------------------|
| Terneras menores de un año | 1 | 0.5 | 0.5 |
| Terneras de levante 1-2 años | 1 | 0.7 | 0.7 |
| Novillos de 2-3 años | 4 | 0.8 | 3.2 |
| Novillas de 2-3 años | 5 | 0.8 | 4.0 |
| Vacas horas | 1 | 1.0 | 1.0 |
| Toros | 1 | 1.2 | 1.2 |
| Caballos | 2 | 1.2 | 2.4 |
| | | TOTAL | 13.0 |

ANEXO G. MANEJO GANADO

| INSUMO | MARCA/ CLASE | CANTIDAD/ ANIMAL | FORMA DE SUMINISTRO |
|-----------------|-----------------|---------------------|--------------------------------------------------------|
| Salvado de maíz | | 0,33kg | Se suministra en canoa y se hace diariamente en verano |
| Melaza | comercial | 0,33kg | Se suministra en canoa mezclado con el salvado |
| Sal Mineral | salcol | | Se suministra en canoa cada dos días |
| Caña de azúcar | | 0.5kg | Se suministra en canoa |
| Ivermectina | | 1ml/50kg de pv | Control parásitos internos y externos |

ANEXO H. ESPECIES FORESTALES ENCONTRADAS EN LA UNIDAD PRODUCTIVA

| ESPECIE | NOMBRE CIENTIFICO | PRODUCTO | TECNOLOGÍA FORESTAL |
|----------------------|----------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Iguá | <i>Pseudosamanea guachapele</i> | leña | Barreras viva, sombra para animales |
| Uña de gato | <i>Fagra pterota</i> | leña | Barreras vivas |
| Guácimo | <i>Guazuma ulmifolia</i> | Leña, semillas, hojas | Sombra y barreras vivas |
| Samán | <i>Pithecellobium saman</i> | semillas | Sombra |
| Matarratón | <i>Gliricidia sepium</i> | hojas | Barrera viva y sombra |
| Matarratón costeño | <i>Cassia siamea Lam</i> | | Sombra |
| Ceiba | <i>Ceiba pentandra</i> | | Sombra |
| Chirimoya | <i>Annona squamosa</i> | frutos | |
| Arrayán o guayabillo | <i>Myrthus communis</i> | | |
| Payandé | <i>Pithecellobium latifolium</i> | Madera de buena calidad | |
| Chiminango | <i>Pithecellobium dulce</i> | | |
| Puro | <i>Crescentia cujete</i> | artesanías | |
| Arrayán guayabo | <i>Myrsia sp</i> | | |
| Fique | <i>Furcraea andina</i> | | |
| Piñuela | <i>Aechmea veitchi</i> | frutos | Barreras vivas y cercos en linderos |
| Guayacán | <i>Tabebuia guayacan (Seem.) Hemsl</i> | | |
| Chucho | <i>Zanthoxylum fagara</i> | | |
| Pendo | <i>Citharexylum kunthuacnum</i> | | |

ANEXO I. REPORTE DE RESULTADOS ANALISIS DE SUELOS

| RESULTADOS ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------|------|---------|-------|-------------|--------------|--------------|--------------|----------------|---------|----------|---------|----------------------|
| MUESTRA | %Humedad | pH | %MO | %N | K(meq/100g) | Mg(meq/100g) | Ca(meq/100g) | Na(meq/100g) | P disp (mg/Kg) | %Arena | %Arcilla | %Limos | Textura |
| UNO | 2,6545 | 6,2 | 4,62032 | 0,017 | 0,5242 | 3,6047 | 0,7135 | 0,3284 | 20,55 | 80,49 | 3,93 | 15,58 | Arenoso Franco |
| DOS | 4,1871 | 6,97 | 4,10312 | 0,014 | 1,3974 | 0,5607 | 2,2328 | 0,4357 | 20,87 | 62,5949 | 26865 | 10,5401 | Francoarcilloarenoso |
| TRES | 3,8075 | 5,91 | 6,18916 | 0,018 | 0,2663 | 1,8037 | 5,1547 | 0,2502 | 20,79 | 74,9517 | 13,5052 | 11,5431 | Francoarenoso |
| CUATRO | 4,0235 | 6,28 | 5,15476 | 0,014 | 0,2297 | 1,0749 | 1,4765 | 0,2234 | 20,84 | 63,4906 | 18,2426 | 18,2668 | Francoarenoso |

ANEXO J. REPORTE DE RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUÍMICO DE CINCO FUENTES HÍDRICAS DE LA FINCA OASIS.

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|  | REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE AGUA CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA LABORATORIO AMBIENTAL | Fecha: 13/02/2013 Versión: 3 Página 1 de 1 |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|

Fecha: Julio 17 de 2014.

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Cliente: Subdirección Defensa de Patrimonio Ambiental Dirección: Carrera 7 N° 1N-28 Popayán Teléfono: 8203232 | Solicitud N°: 154 |
| Municipio de muestreo: Patía | Fecha de Recepción: Julio 9 de 2014. Fecha de Análisis: Julio 10, 11, 15 y 16. |

Muestreo:

| | |
|---------------------------|--------------------|
| Plan de Muestreo N° | N/A |
| Fecha de Muestreo | N/A. |
| Lugar de Muestreo | Vereda La Manguita |
| Procedimiento de muestreo | N/A |

Identificación de la muestra

| Código Muestra | Sitio de Muestreo |
|----------------|-------------------------------------------|
| 0531 | Punto 1, Acueducto Vereda La Manguita |
| 0532 | Punto 2, fuga de agua, Vereda La Manguita |
| 0533 | Punto 3, Almacenamiento aguas lluvias |
| 0534 | Punto 4, Agua estancada |
| 0535 | Punto 5, Pozo profundo |

Resultados laboratorio:

| Variable | Método | Unidad | Resultados | | | | |
|--------------------|----------------------------|-------------------------|------------|--------|-------|--------|--------|
| | | | 0531 | 0532 | 0533 | 0534 | 0535 |
| pH | SM 4500-H B | UPC | 8.24 | 7.44 | 7.16 | 8.07 | 8.17 |
| Conductividad | SM 2510 B | μS/cm. | 105 | 118 | 133 | 137 | 399 |
| Color | SM 2120 C | UPC | 9 | 25 | 16 | 19 | 4 |
| Turbiedad | SM 2130 B | UNT | 1.4 | 4.1 | 7.1 | 12.1 | 2.3 |
| Nitratos | SM 4500-NO ₃ -B | mg NO ₃ -N/L | 1.15 | 1.27 | 1.12 | 0.96 | 0.70 |
| Nitritos | SM 4500-NO ₂ -B | mg NO ₂ -N/L | < 0.01 | < 0.01 | 0.03 | < 0.01 | < 0.01 |
| Dureza | SM 2340 C | mgCaCO ₃ /L | 73.4 | 89.8 | 89.8 | 98.2 | 166 |
| DBO ₅ | SM5210B/SM4500-OG | mg/L | < 0.5 | < 0.5 | 0.6 | < 0.5 | < 0.5 |
| DQO | SM5220D, modificado | mg/L | < 4 | 6.1 | 26.4 | 32.4 | 25.0 |
| SST | SM2540D | mg/L | < 5 | 39.0 | < 5 | 8.0 | 8.0 |
| Coliformes Totales | SM 9223 B | Ufc/100ml | 4870 | 28000 | 93000 | 7000 | 285000 |
| Coliformes Fecales | SM 8223 B | Ufc/100ml | 1450 | 400 | 1000 | 1000 | 4000 |

Observaciones:

- Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas.
 - Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.



ANEXO K. RESULTADOS PARÁMETROS FÍSICOS DE SUELOS.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Laboratorio de Materiales, Suelos y Pavimentos

| RESULTADOS DE LABORATORIO | | | | | | |
|----------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|-----------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| Obra : Trabajo de grado - ingeniería Agropecuaria. | | | | | | |
| Remitente : Estudiante : Liany Sirley Caicedo M. | | | | Fecha : 24 - 06 - 2014 | | |
| SONDEO N° | Muestra N° | Descripción | Profundidad (m) | Humedad % | Peso Unitario (g./cm ³) | |
| | | | | | Peso Unit. Humedo | Peso Unit. Seco |
| 1 | Shelby N° 1 Lote N° 1 | Suelo fino color café. | 0,80 - 1,20 | 10,3 | * | * |
| 2 | Shelby N° 1 Lote N° 1 | Suelo fino color café. | 0,80 - 1,20 | 6,0 | * | * |
| 1 | Shelby N° 1 Lote N° 2 | Suelo fino color café claro. | 0,80 - 1,20 | 7,5 | * | * |
| 2 | Shelby N° 1 Lote N° 2 | Suelo fino color habano. | 0,60 - 1,00 | 7,9 | * | * |
| 3 | Shelby N° 1 Lote N° 3 | Suelo fino color café oscuro. | 0,70 - 1,10 | 8,0 | * | * |
| 3 | Shelby N° 1 Lote N° 1 | Suelo fino color café oscuro. | 0,70 - 1,10 | 8,7 | 2,291 | 2,107 |
| 4 | Shelby N° 1 Lote N° 3 | Suelo fino color café. | 0,70 - 1,10 | 10,6 | 1,876 | 1,697 |
| 5 | Shelby N° 1 Lote N° 3 | Suelo fino color café oscuro. | 0,70 - 1,10 | 9,1 | 1,922 | 1,761 |
| 2 | Shelby N° 1 Lote N° 3 | Suelo fino color café. | 0,70 - 1,10 | 7,8 | 1,745 | 1,619 |
| 1 | Shelby N° 1 Lote N° 3 | Suelo fino color café. | 0,50 - 0,90 | 17,9 | 2,121 | 1,799 |

Ing. Jorge J. Ceña C.
Coordinador

Ing. Victoria E. Muñoz V.
Profesional Universitaria

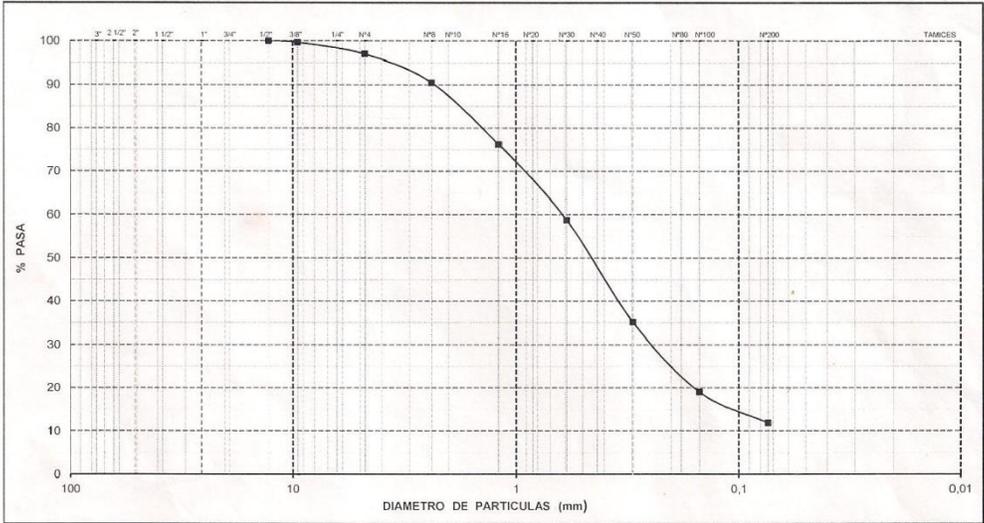
Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga

Universidad del Cauca - NIT. 891300319-2 - Dir. Calle 3 N°4-70 - Tel. 0928209800 ext. 2251



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
NORMAS I.N.V.E-213-07 y 202-07

Obra : Tesis de grado - Ingeniería Agropecuaria. Estudiante : Sirley Caicedo M.
Localización : El Estrecho. Patia - Cauca. Lote N° 1. Muestra N°: Sondeo #2. Sh-1
Profundidad : 0,80 - 1,20 m. Fecha : 2014 - 06 - 24



| TAMICES | PESO RETENIDO (g.) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % PASA |
|--------------------------|--------------------|------------|----------------------|--------|
| 1/2" | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 3/8" | 1,7 | 0,3 | 0,3 | 100 |
| N° 4 | 14,1 | 2,7 | 3,0 | 97 |
| N° 8 | 34,2 | 6,5 | 9,5 | 90 |
| N° 16 | 75,1 | 14,3 | 23,8 | 76 |
| N° 30 | 91,0 | 17,4 | 41,2 | 59 |
| N° 50 | 123,9 | 23,6 | 64,8 | 35 |
| N° 100 | 85,2 | 16,2 | 81,0 | 19 |
| N° 200 | 37,4 | 7,1 | 88,1 | 11,9 |
| P - 200 | 62 | 11,9 | — | — |
| Peso seco inicial (g.) = | | 524,8 | | |

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

COEFICIENTE DE CURVATURA

$$C_c = \frac{D_{(30)^2}}{D_{10} * D_{60}}$$

CLASIFICACION

AASHO _____

USCE _____

Jorge J. Peña C.
Ing. Coordinador

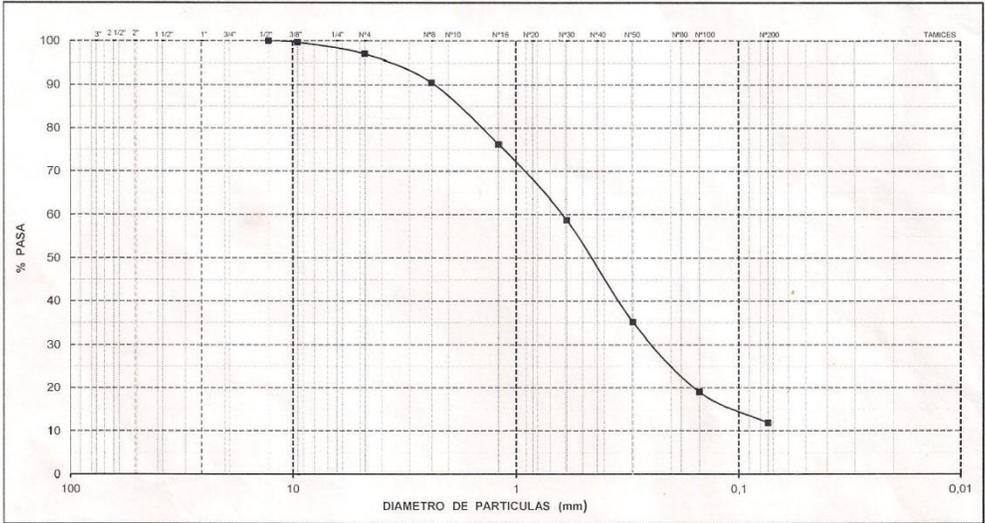
Victoria E. Muñoz V.
Ing. Laboratorio

Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga



ANALISIS GRANULOMETRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
NORMAS I.N.V.E-213-07 y 202-07

Obra : Tesis de grado - Ingeniería Agropecuaria. Estudiante : Sirley Caicedo M.
 Localización : El Estrecho. Patia - Cauca. Lote N° 1. Muestra N°: Sondeo #2. Sh-1
 Profundidad : 0,80 - 1,20 m. Fecha : 2014 - 06 - 24



| TAMICES | PESO RETENIDO (g.) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % PASA |
|--------------------------|--------------------|------------|----------------------|--------|
| 1/2" | 0 | 0 | 0 | 100 |
| 3/8" | 1,7 | 0,3 | 0,3 | 100 |
| N° 4 | 14,1 | 2,7 | 3,0 | 97 |
| N° 8 | 34,2 | 6,5 | 9,5 | 90 |
| N° 16 | 75,1 | 14,3 | 23,8 | 76 |
| N° 30 | 91,0 | 17,4 | 41,2 | 59 |
| N° 50 | 123,9 | 23,6 | 64,8 | 35 |
| N° 100 | 85,2 | 16,2 | 81,0 | 19 |
| N° 200 | 37,4 | 7,1 | 88,1 | 11,9 |
| P - 200 | 62 | 11,9 | | |
| Peso seco inicial (g.) = | | 524,8 | | |

COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

COEFICIENTE DE CURVATURA

$$Cc = \frac{D_{(30)^2}}{D_{10} * D_{60}}$$

CLASIFICACION

AASHO _____

USCE _____

Jorge J. Peña C.
Ing. Coordinador

Victoria E. Muñoz V.
Ing. Laboratorio

Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga



LIMITES DE ATTERBERG
norma I.N.V.E-125-07 Y 126-07

Obra : Trabajo de grado - Ingeniería Agropecuaria. Estudiante: Liany Sirley Caicedo M.

Descripción : suelo fino color café claro.

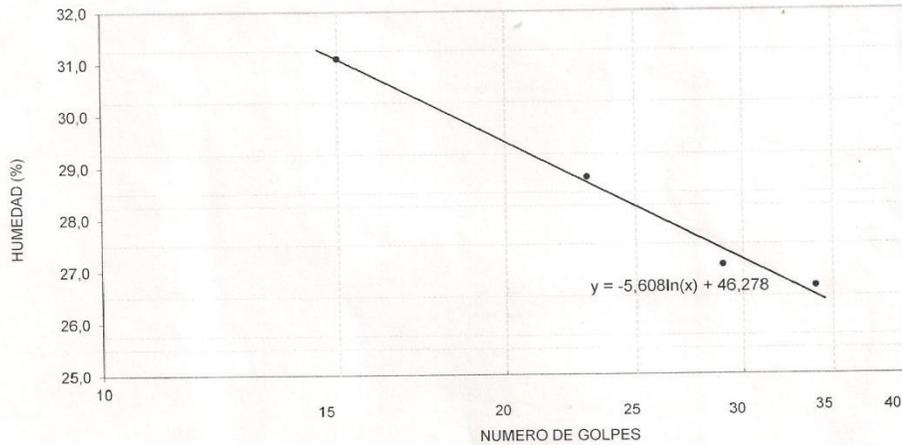
Profundidad : 0,80 - 1,20 m.

Muestra : Sondeo N° 1 - Shelby N° 1 - Lote N° 1.

Fecha : 2014 - 05 - 27

| Prueba | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | |
|--------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| N° de Golpes | 34 | 29 | 23 | 15 | | |
| Peso del recipiente (g.) | 14,16 | 12,09 | 11,61 | 13,30 | 14,99 | 11,88 |
| Recipiente + suelo húmedo (g.) | 37,99 | 35,73 | 35,00 | 38,34 | 37,52 | 31,99 |
| Recipiente + suelo seco. (g.) | 32,97 | 30,69 | 29,77 | 32,40 | 34,57 | 29,37 |
| Peso del agua. (g.) | 5,02 | 5,04 | 5,23 | 5,94 | 2,95 | 2,62 |
| Peso suelo seco. (g.) | 18,81 | 18,60 | 18,16 | 19,10 | 19,58 | 17,49 |
| Humedad (%) | 26,7 | 27,1 | 28,8 | 31,1 | 15,1 | 15,0 |

CURVA DE FLUJO



RESULTADOS

| | |
|-----------------------|-------------|
| Limite Liquido (%) | <u>28,2</u> |
| Limite Plástico (%) | <u>15,0</u> |
| Limite de Contracción | <u>**</u> |
| Clasificación S.U.C.S | <u>CL</u> |

INDICE

| | |
|---------------------------|-------------|
| Indice de Plasticidad (%) | <u>13,2</u> |
| Indice de Fluidez | <u>**</u> |
| Indice de Tenacidad | <u>**</u> |

Observaciones :

Ing. Jorge J. Peña C.
Coordinador

Ing. Victoria E. Muñoz V.
Prof. Universitario

Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga



LIMITES DE ATTERBERG
norma I.N.V.E-125-07 Y 126-07

Obra : Trabajo de grado - Ingeniería Agropecuaria. Estudiante: Liany Sirley Caicedo M.

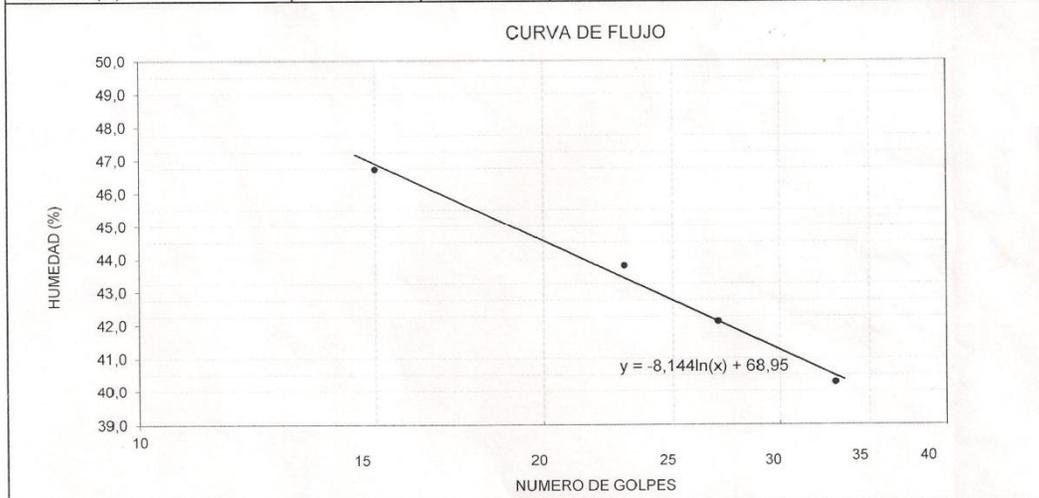
Descripción : suelo fino color habano.

Profundidad : 0,60 - 1,00 m.

Muestra : Sondeo N° 2 - Shelby N° 1 - Lote N°2.

Fecha : 2014 - 05 - 27

| Prueba | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | |
|--------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| N° de Golpes | 33 | 27 | 23 | 15 | | |
| Peso del recipiente (g.) | 14,93 | 12,36 | 15,27 | 15,11 | 11,81 | 12,03 |
| Recipiente + suelo húmedo (g.) | 36,63 | 36,39 | 42,23 | 40,86 | 33,38 | 33,10 |
| Recipiente + suelo seco. (g.) | 30,40 | 29,27 | 34,02 | 32,66 | 30,69 | 30,49 |
| Peso del agua. (g.) | 6,23 | 7,12 | 8,21 | 8,20 | 2,69 | 2,61 |
| Peso suelo seco. (g.) | 15,47 | 16,91 | 18,75 | 17,55 | 18,88 | 18,46 |
| Humedad (%) | 40,3 | 42,1 | 43,8 | 46,7 | 14,2 | 14,1 |



| RESULTADOS | | INDICE | |
|-----------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| Limite Liquido (%) | <u>42,7</u> | Indice de Plasticidad (%) | <u>28,5</u> |
| Limite Plástico (%) | <u>14,2</u> | Indice de Fluidez | <u>**</u> |
| Limite de Contracción | <u>**</u> | Indice de Tenacidad | <u>**</u> |
| Clasificación S.U.C.S | <u>CL</u> | | |

Observaciones :

Ing. Jorge J. Peña C.
Coordinador

Ing. Victoria E. Muñoz V.
Prof. Universitario

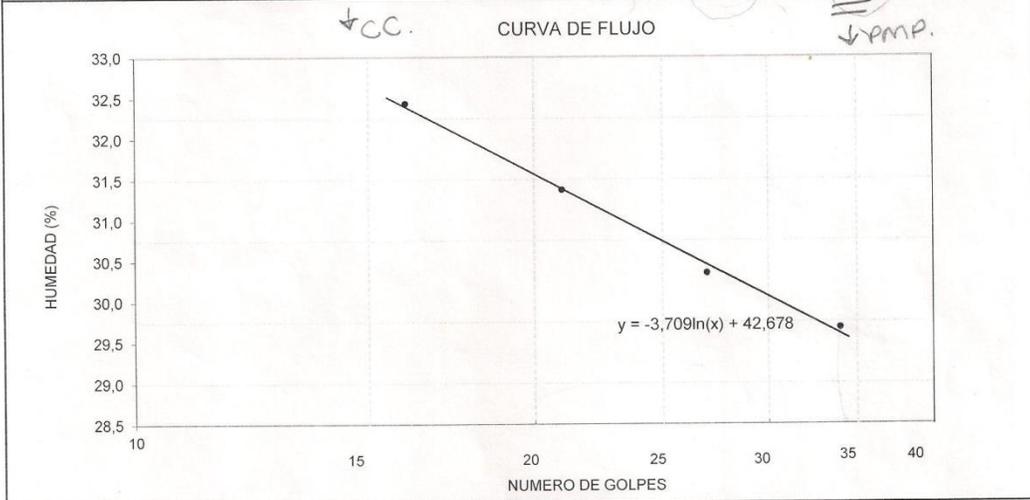
Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga



LIMITES DE ATTERBERG
norma I.N.V.E-125-07 Y 126-07

Obra : Trabajo de grado - Ingeniería Agropecuaria. Estudiante: Liany Sirley Caicedo M.
 Descripción : suelo fino color café oscuro. Profundidad : 0,70 - 1,10 m.
 Muestra : Sondeo N° 3 - shelby N° 1 - Lote N°3. Fecha : 2014 - 05 - 27

| Prueba | LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | |
|--------------------------------|----------------|-------|-------|-------|-----------------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| N° de Golpes | 34 | 27 | 21 | 16 | | |
| Peso del recipiente (g.) | 12,14 | 11,39 | 14,25 | 12,04 | 12,33 | 11,44 |
| Recipiente + suelo húmedo (g.) | 38,84 | 34,97 | 38,58 | 37,07 | 34,94 | 33,94 |
| Recipiente + suelo seco. (g.) | 32,73 | 29,48 | 32,77 | 30,94 | 32,41 | 31,43 |
| Peso del agua. (g.) | 6,11 | 5,49 | 5,81 | 6,13 | 2,53 | 2,51 |
| Peso suelo seco. (g.) | 20,59 | 18,09 | 18,52 | 18,90 | 20,08 | 19,99 |
| Humedad (%) | 29,7 | 30,3 | 31,4 | 32,4 | 12,6 | 12,6 |



| RESULTADOS | | INDICE | |
|-----------------------|-------------|---------------------------|-------------|
| Limite Liquido (%) | <u>30,7</u> | Indice de Plasticidad (%) | <u>18,1</u> |
| Limite Plástico (%) | <u>12,6</u> | Indice de Fluidiez | <u>**</u> |
| Limite de Contracción | <u>**</u> | Indice de Tenacidad | <u>**</u> |
| Clasificación S.U.C.S | <u>CL</u> | | |

Observaciones : _____

Ing. Jorge J. Peña C.
Coordinador

Ing. Victoria E. Muñoz V.
Prof. Universitario

Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga



Obra : Trabajo de grado - Ingeniería Agropecuaria. Estudiante: Liany Sirley Caicedo M.
Localización : Patia - Cauca. Lote N° 3.
Descripción : suelo fino color café. Profundidad : 0,50 - 0,90 m.
Sondeo N° : 1 Muestra N° : Sh - 1 Fecha : 2014 - 05 - 19

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SUELOS FINOS
NORMA I.N.V.E - 128 - 07

| PRUEBA | 1 | 2 | |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|-------|
| Temperatura (°C) | 25,0 | 25,0 | |
| Matraz N° | 7 | 13 | |
| W _{f_w} (g.) | 657,39 | 643,37 | |
| W _{f_{sw}} (g.) | 697,90 | 683,53 | |
| W _s (g.) | 64,27 | 63,52 | |
| K | 0,99884 | 0,99884 | |
| W _s + W _{f_w} - W _{f_{sw}} (g.) | 23,76 | 23,36 | |
| S _s * G | 2,702 | 2,716 | 2,709 |

W_{f_w} : peso matraz + agua a temperatura °C hasta nivel de enrase. (curva de calibración).

W_{f_{sw}} : peso matraz + agua + suelo.

W_s : peso suelo seco.

W_s + W_{f_w} - W_{f_{sw}} = volumen desalojado.

S = peso especifico relativo de los sólidos.

$$S = \frac{W_s * K}{W_s + W_{f_w} - W_{f_{sw}}}$$

| T (°C) | D _R | K |
|--------|----------------|--------|
| 18 | 0,9986244 | 1,0004 |
| 19 | 0,9984347 | 1,0002 |
| 20 | 0,9982343 | 1,0000 |
| 21 | 0,9980233 | 0,9998 |
| 22 | 0,9978018 | 0,9996 |
| 23 | 0,9975702 | 0,9993 |
| 24 | 0,9973286 | 0,9991 |
| 25 | 0,9970770 | 0,9989 |
| 26 | 0,9968156 | 0,9986 |
| 27 | 0,9965451 | 0,9983 |
| 28 | 0,9962652 | 0,9980 |
| 29 | 0,9959761 | 0,9977 |
| 30 | 0,9956780 | 0,9974 |

Observaciones : _____

Ing. Jorge J. Peña C.
Coordinador

Ing. Victoria E. Muñoz V.
Prof. Universitario

Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga



Obra : Trabajo de grado - Ingeniería Agropecuaria. Estudiante: Liany Sirley Caicedo M.
Localización : Patia - Cauca. Lote N° 3.
Descripción : suelo fino color café oscuro. Profundidad : 0,70 - 1,10 m.
Sondeo N° : 2 Muestra N° : Sh - 1 Fecha : 2014 - 05 - 19

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SUELOS FINOS
NORMA I.N.V.E - 128 - 07

| PRUEBA | 1 | 2 | |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------|---------|-------|
| Temperatura (°C) | 18,2 | 18,2 | |
| Matraz N° | 7 | 13 | |
| W _{f_w} (g.) | 658,29 | 644,36 | |
| W _{f_{sw}} (g.) | 697,93 | 685,54 | |
| W _s (g.) | 64,72 | 67,20 | |
| K | 1,00014 | 1,00014 | |
| W _s + W _{f_w} - W _{f_{sw}} (g.) | 25,08 | 26,02 | |
| S _s * G | 2,581 | 2,583 | 2,582 |

W_{f_w} : peso matraz + agua a temperatura °C hasta nivel de enrase. (curva de calibración).
W_{f_{sw}} : peso matraz + agua + suelo.
W_s : peso suelo seco.
W_s + W_{f_w} - W_{f_{sw}} = volumen desalojado.
S = peso especifico relativo de los sólidos.

$$S = \frac{W_s * K}{W_s + W_{f_w} - W_{f_{sw}}}$$

| T (°C) | D _R | K |
|--------|----------------|--------|
| 18 | 0,9986244 | 1,0004 |
| 19 | 0,9984347 | 1,0002 |
| 20 | 0,9982343 | 1,0000 |
| 21 | 0,9980233 | 0,9998 |
| 22 | 0,9978018 | 0,9996 |
| 23 | 0,9975702 | 0,9993 |
| 24 | 0,9973286 | 0,9991 |
| 25 | 0,9970770 | 0,9989 |
| 26 | 0,9968156 | 0,9986 |
| 27 | 0,9965451 | 0,9983 |
| 28 | 0,9962652 | 0,9980 |
| 29 | 0,9959761 | 0,9977 |
| 30 | 0,9956780 | 0,9974 |

Observaciones : _____

Ing. Jorge J. Peña C.
Coordinador

Ing. Victoria E. Muñoz V.
Prof. Universitario

Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga



Obra : Trabajo de grado - Ingeniería Agropecuaria. Estudiante: Liany Sirley Caicedo M.
Localización : Patia - Cauca. Lote N° 1.
Descripción : suelo fino color café oscuro. Profundidad : 0,70 - 1,10 m.
Sondeo N° : 3 Muestra N° : Sh - 1 Fecha : 2014 - 05 - 19

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SUELOS FINOS
NORMA I.N.V.E - 128 - 07

| PRUEBA | 1 | 2 | |
|----------------------------------------------|---------|---------|-------|
| Temperatura (°C) | 24,0 | 24,0 | |
| Matraz N° | 7 | 13 | |
| Wf _w (g.) | 657,52 | 643,52 | |
| Wf _{sw} (g.) | 697,36 | 684,19 | |
| Ws (g.) | 63,65 | 64,67 | |
| K | 0,99909 | 0,99909 | |
| Ws + Wf _w - Wf _{sw} (g.) | 23,81 | 24,00 | |
| S _s * G | 2,671 | 2,692 | 2,682 |

Wf_w : peso matraz + agua a temperatura °C hasta nivel de enrase. (curva de calibración).
Wf_{sw} : peso matraz + agua + suelo.
Ws : peso suelo seco.
Ws + Wf_w - Wf_{sw} = volumen desalojado.
S = peso especifico relativo de los sólidos.

$$S = \frac{Ws * K}{Ws + Wf_w - Wf_{sw}}$$

| T (°C) | D _R | K |
|--------|----------------|--------|
| 18 | 0,9986244 | 1,0004 |
| 19 | 0,9984347 | 1,0002 |
| 20 | 0,9982343 | 1,0000 |
| 21 | 0,9980233 | 0,9998 |
| 22 | 0,9978018 | 0,9996 |
| 23 | 0,9975702 | 0,9993 |
| 24 | 0,9973286 | 0,9991 |
| 25 | 0,9970770 | 0,9989 |
| 26 | 0,9968156 | 0,9986 |
| 27 | 0,9965451 | 0,9983 |
| 28 | 0,9962652 | 0,9980 |
| 29 | 0,9959761 | 0,9977 |
| 30 | 0,9956780 | 0,9974 |

Observaciones : _____

Ing. Jorge J. Peña C.
Coordinador

Ing. Victoria E. Muñoz V.
Prof. Universitario

Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga



Obra : Trabajo de grado - Ingeniería Agropecuaria. Estudiante: Liany Sirley Caicedo M.
Localización : Patía - Cauca. Lote N° 3
Descripción : suelo fino color café oscuro. Profundidad : 0,70 - 1,10 m.
Sondeo N° : 4 Muestra N° : Sh - 1 Fecha : 2014 - 05 - 19

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SUELOS FINOS
NORMA I.N.V.E - 128 - 07

| PRUEBA | 1 | 2 | |
|----------------------------------------------|---------|---------|-------|
| Temperatura (°C) | 19,0 | 18,8 | |
| Matraz N° | 7 | 13 | |
| Wf _w (g.) | 658,19 | 644,27 | |
| Wf _{sw} (g.) | 697,73 | 685,64 | |
| Ws (g.) | 64,04 | 66,87 | |
| K | 1,00020 | 1,00024 | |
| Ws + Wf _w - Wf _{sw} (g.) | 24,50 | 25,50 | |
| S _s * G | 2,615 | 2,623 | 2,619 |

Wf_w : peso matraz + agua a temperatura °C hasta nivel de enrase. (curva de calibración).
Wf_{sw} : peso matraz + agua + suelo.
Ws : peso suelo seco.
Ws + Wf_w - Wf_{sw} = volumen desalojado.
S = peso especifico relativo de los sólidos.

$$S = \frac{Ws * K}{Ws + Wf_w - Wf_{sw}}$$

| T (°C) | D _R | K |
|--------|----------------|--------|
| 18 | 0,9986244 | 1,0004 |
| 19 | 0,9984347 | 1,0002 |
| 20 | 0,9982343 | 1,0000 |
| 21 | 0,9980233 | 0,9998 |
| 22 | 0,9978018 | 0,9996 |
| 23 | 0,9975702 | 0,9993 |
| 24 | 0,9973286 | 0,9991 |
| 25 | 0,9970770 | 0,9989 |
| 26 | 0,9968156 | 0,9986 |
| 27 | 0,9965451 | 0,9983 |
| 28 | 0,9962652 | 0,9980 |
| 29 | 0,9959761 | 0,9977 |
| 30 | 0,9956780 | 0,9974 |

Observaciones : _____

Ing. Jorge J. Peña C.
Coordinador

Ing. Victoria E. Muñoz V.
Prof. Universitario

Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga



Obra : Trabajo de grado - Ingeniería Agropecuaria. Estudiante: Liany Sirley Caicedo M.
Localización : Patía - Cauca. Lote N° 3.
Descripción : suelo fino color café. Profundidad : 0,70 - 1,10 m.
Sondeo N° : 5 Muestra N° : Sh - 1 Fecha : 2014 - 05 - 19

PESO ESPECIFICO RELATIVO DE SUELOS FINOS
NORMA I.N.V.E - 128 - 07

| PRUEBA | 1 | 2 | |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------|
| Temperatura (°C) | 20,0 | 20,0 | |
| Matraz N° | 7 | 13 | |
| W _{f_w} (g.) | 658,05 | 644,10 | |
| W _{f_{sw}} (g.) | 699,78 | 686,64 | |
| W _s (g.) | 67,18 | 68,40 | |
| K | 1,0000 | 1,0000 | |
| W _s + W _{f_w} - W _{f_{sw}} (g.) | 25,45 | 25,86 | |
| S _s * G | 2,639 | 2,645 | 2,642 |

W_{f_w} : peso matraz + agua a temperatura °C hasta nivel de enrase. (curva de calibración).
W_{f_{sw}} : peso matraz + agua + suelo.
W_s : peso suelo seco.
W_s + W_{f_w} - W_{f_{sw}} = volumen desalojado.
S = peso especifico relativo de los sólidos.

$$S = \frac{W_s * K}{W_s + W_{f_w} - W_{f_{sw}}}$$

| T (°C) | D _R | K |
|--------|----------------|--------|
| 18 | 0,9986244 | 1,0004 |
| 19 | 0,9984347 | 1,0002 |
| 20 | 0,9982343 | 1,0000 |
| 21 | 0,9980233 | 0,9998 |
| 22 | 0,9978018 | 0,9996 |
| 23 | 0,9975702 | 0,9993 |
| 24 | 0,9973286 | 0,9991 |
| 25 | 0,9970770 | 0,9989 |
| 26 | 0,9968156 | 0,9986 |
| 27 | 0,9965451 | 0,9983 |
| 28 | 0,9962652 | 0,9980 |
| 29 | 0,9959761 | 0,9977 |
| 30 | 0,9956780 | 0,9974 |

Observaciones : _____

Ing. Jorge J. Peña C.
Coordinador

Ing. Victoria E. Muñoz V.
Prof. Universitario

Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga

| ENSAYO DE CONSOLIDACION NORMA IN.V.E. - 151 - 07 | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------|--|--|----------------------|--|--|--------------------|--|------------------------------|--------------------------------------------------|------------------------|--|
| OBRA : Tesis de grado - Ingeniería Agropecuaria. Lote N°3. | | | SONDEO N° : 2 | | | MUESTRA N°: sh - 1 | | PROFUNDIDAD : 0,70 - 1,10 m. | | FECHA : 2014 - 05 - 19 | |
| CONTENIDO DE AGUA | | | ANTES | | | DESPUES | | | VALORES CALCULADOS | | |
| PESO ANILLO Y SUELO HUMEDO (g) | | | 140,82 | | | 145,54 | | | PESO ESPECIFICO : $\gamma_s =$ 2,582 | | |
| PESO ANILLO Y SUELO SECO | | | 134,91 | | | 134,91 | | | ALTURA DE SOLIDOS: $2H_0 =$ 1,3235 cm. | | |
| PESO ANILLO | | | 68,34 | | | 68,34 | | | VOLUMEN DE VACIOS V_v : 12,01 cm ³ | | |
| PESO DE LOS SOLIDOS | | | 66,57 | | | 66,57 | | | VOLUMEN DE SOLIDOS V_s : 25,78 cm ³ | | |
| CONTENIDO DE AGUA | | | 8,9 | | | 16,0 | | | | | |
| SATURACION | | | 49,2 | | | 88,5 | | | | | |
| PRESION | | | ALTURA | | | RELACION | | | t 50 | | |
| Kg / cm. | | | DE VACIOS | | | e | | | s. | | |
| DEFORMAC | | | 2H - 2H ₀ | | | 0,4658 | | | t 90 | | |
| 100% | | | Pg. | | | 0,0237 | | | s. | | |
| 0,0 | | | 1,9401 | | | 0,0455 | | | *** | | |
| 4,0 | | | 1,8799 | | | 0,4204 | | | 0,0114 | | |
| | | | | | | | | | 0,0078 | | |
| | | | | | | | | | 0,0022 | | |
| | | | | | | | | | 1,74E-08 | | |

| INCREMENTO DE CARGA: 0.0 - 4.0 (Kg/cm ²) | |
|------------------------------------------------------|------------|
| Tiempo (min.) | \sqrt{t} |
| 0.15 | 0.39 |
| 0.25 | 0.50 |
| 0.50 | 0.71 |
| 1.00 | 1.00 |
| 2.25 | 1.50 |
| 4.00 | 2.00 |
| 6.25 | 2.50 |
| 9.00 | 3.00 |
| 12.25 | 3.50 |
| 16.00 | 4.00 |
| 20.25 | 4.50 |
| 25.00 | 5.00 |
| 36.00 | 6.00 |
| 64.00 | 8.00 |
| 81.00 | 9.00 |
| 100.00 | 10.00 |

| INCREMENTO DE: 0.0 A 4.0 Kg/cm ² | |
|---------------------------------------------|----------------------|
| H. PROM. | H ² PROM. |
| 0,9550 | 0,9120 |
| 0,0455 | 345,6 |

$t_{90} = (2.4)^2 * 5.76 * 60 = 345.6 s$

Observaciones : suelo fino color café oscuro.

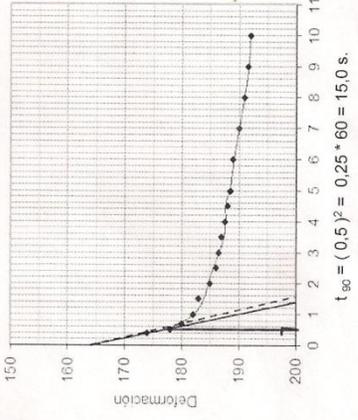
[Signature]
Ing. Jorge J. Peña C.
Coordinador

[Signature]
Ing. Victoria E. Muñoz V.
Prof. Universitario

[Signature]
Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga



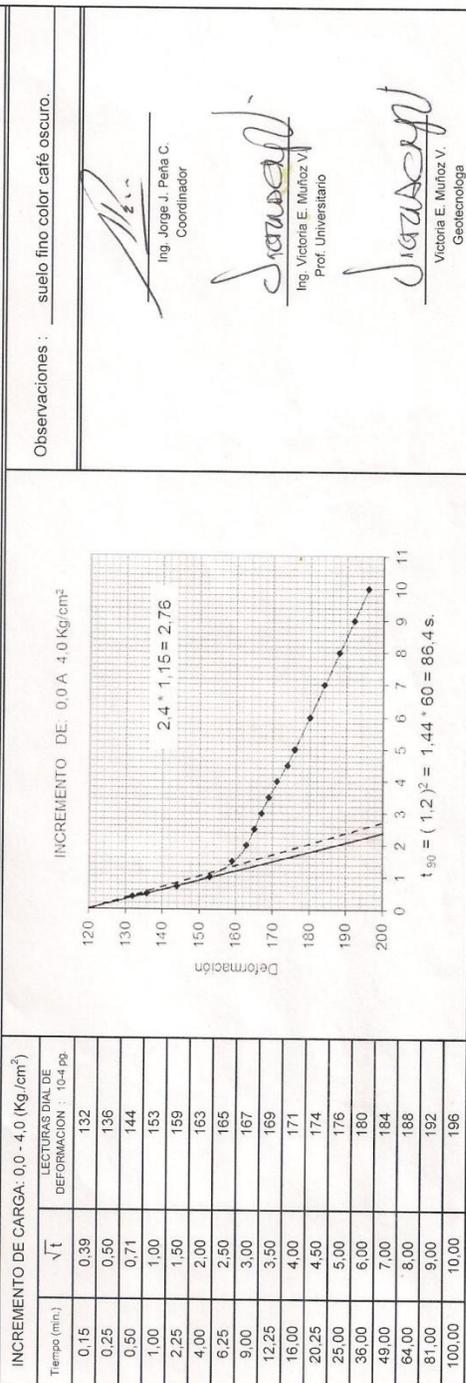
| ENSAYO DE CONSOLIDACION | | | | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|---------------|--------|--------------------------------|--------|-----------------------|----------------------------------------|----------|
| NORMA I.N.V.E - 1511-07 | | | | | | | | | |
| OBRA : Tesis de grado - Ingeniería Agropecuaria. Lote N°1. | | | SONDEO N° : 3 | | MUESTRA N°: sh - 1 | | VALORES CALCULADOS | | |
| CONTENIDO DE AGUA | | | ANTES | | DESPUES | | CONSTANTES DEL ANILLO | | |
| PESO ANILLO Y SUELO HUMEDO (g) | | | 151,77 | 152,78 | DIAMETRO | 4,98 | cm. | PESO ESPECIFICO : $\gamma_s =$ | 2,682 |
| PESO ANILLO Y SUELO SECO (g) | | | 145,54 | 145,54 | AREA | 19,48 | cm ² | ALTURA DE SOLIDOS: 2Ho = | 1,4776 |
| PESO ANILLO (g) | | | 68,34 | 68,34 | ALTURA | 1,94 | cm. | | cm. |
| PESO DE LOS SOLIDOS (g) | | | 77,20 | 77,20 | VOLUMEN TOTAL | 0,7638 | Pg. | VOLUMEN DE VACIOS V _v : | 9,01 |
| CONTENIDO DE AGUA (%) | | | 8,1 | 9,4 | | 37,79 | cm ³ | VOLUMEN DE SOLIDOS V _s : | 28,78 |
| SATURACION (%) | | | 69,2 | 80,4 | RELACION DE VACIOS DE VACIOS e | | | | |
| PRESION Kg/cm. | HINICIAL DEFORMAC. 100% Pg. | DEFORMAC. 100% Pg. | 0,7638 | 0,0193 | ALTURA DE VACIOS 2H - 2Ho | 0,4625 | | t 50 s. | *** |
| 0,0 | | | 1,9401 | | | | | t 90 s. | 15,0 |
| 8,0 | 0,7445 | | 1,8910 | | H. PROM. cm. | 0,9578 | | H ² PROM. cm ² . | 0,9173 |
| | | | | | Δe | 0,0332 | | | 0,0042 |
| | | | | | | 0,3130 | | | 0,0032 |
| | | | | | | 0,2798 | | | 0,0519 |
| | | | | | | | | | 1,64E-07 |
| INCREMENTO DE CARGA: 0,0 - 8,0 (Kg/cm ²) | | | | | | | | | |
| Tiempo (min.) | \sqrt{t} | LECTURAS DIA DE DEFORMACION : 10-4 pg | | | | | | | |
| 0,15 | 0,39 | 174,0 | | | | | | | |
| 0,25 | 0,50 | 178,0 | | | | | | | |
| 0,50 | 0,71 | 180,0 | | | | | | | |
| 1,00 | 1,00 | 182,0 | | | | | | | |
| 2,25 | 1,50 | 183,0 | | | | | | | |
| 4,00 | 2,00 | 185,0 | | | | | | | |
| 6,25 | 2,50 | 186,5 | | | | | | | |
| 9,00 | 3,00 | 187,0 | | | | | | | |
| 12,25 | 3,50 | 187,5 | | | | | | | |
| 16,00 | 4,00 | 188,0 | | | | | | | |
| 20,25 | 4,50 | 188,5 | | | | | | | |
| 25,00 | 5,00 | 189,0 | | | | | | | |
| 36,00 | 6,00 | 190,0 | | | | | | | |
| 48,00 | 7,00 | 191,0 | | | | | | | |
| 81,00 | 9,00 | 191,5 | | | | | | | |
| 100,00 | 10,00 | 192,0 | | | | | | | |
| INCREMENTO DE CARGA: 0,0 A 8,0 Kg/cm ² | | | | | | | | | |
| Observaciones : suelo fino color café oscuro. | | | | | | | | | |
|  Ing. Jorge J. Peña C. Coordinador | | | | | | | | | |
|  Ing. Victoria E. Muñoz V. Prof. Universitario | | | | | | | | | |
|  Victoria E. Muñoz V. Geotecnóloga | | | | | | | | | |





| ENSAYO DE CONSOLIDACION | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------|--|---------------------------|--------|---------------------|--|----------------------|--|------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------------|--|
| OBRA : Tesis de grado - Ingeniería Agropecuaria. Lote N°3. | | NORMA I.N.V.E. - 151 - 07 | | SONDEO N° : 4 | | MUESTRA N°: sh - 1 | | PROFUNDIDAD : 0,70 - 1,10 m. | | FECHA : 2014 - 05 - 19 | | | |
| CONTENIDO DE AGUA | | | ANTES | | | DESPUES | | | CONSTANTES DEL ANILLO | | | | |
| PESO ANILLO Y SUELO HUMEDO (g) | | | 140,70 | | | 146,12 | | | DIAMETRO 4,98 cm. | | | | |
| PESO ANILLO Y SUELO SECO (g) | | | 135,02 | | | 135,02 | | | AREA 19,48 cm ² | | | | |
| PESO ANILLO (g) | | | 66,34 | | | 66,34 | | | ALTURA 1,94 cm. | | | | |
| PESO DE LOS SOLIDOS (g) | | | 66,68 | | | 66,68 | | | ALTURA 0,7638 Pg. | | | | |
| CONTENIDO DE AGUA (%) | | | 8,5 | | | 16,6 | | | VOLUMEN DE VACIOS V _v : 12,33 cm ³ | | | | |
| SATURACION (%) | | | 46,1 | | | 90,0 | | | VOLUMEN DE SOLIDOS V _s : 25,46 cm ³ | | | | |
| PRESION Kg / cm. | | H INICIAL DEFORMAC. Pg. | | VARIACION DE 2H cm. | | RELACION DE VACIOS e | | H. PROM. cm. | | H ² PROM. cm ² | | t 90 s. | |
| 0,0 | | 0,7638 | | 1,9401 | | 0,4844 | | 0,8542 | | 0,9104 | | 86,4 | |
| 4,0 | | 0,7388 | | 1,8766 | | 0,4358 | | 0,0486 | | 0,0122 | | 0,0082 | |
| | | | | | | | | | | | | *** | |
| | | | | | | | | | | | | t 50 s. | |
| | | | | | | | | | | | | AV cm ² /s. | |
| | | | | | | | | | | | | MV cm ² /s. | |
| | | | | | | | | | | | | CV cm ² /s. | |
| | | | | | | | | | | | | K cm/s | |

| INCREMENTO DE CARGA: 0,0 - 4,0 (Kg/cm ²) | |
|------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Tiempo (min.) | LECTURAS DIAL DE DEFORMACION : 104-Pg. |
| 0,15 | 0,39 |
| 0,25 | 0,50 |
| 0,50 | 0,71 |
| 1,00 | 1,00 |
| 2,25 | 1,50 |
| 4,00 | 2,00 |
| 6,25 | 2,50 |
| 9,00 | 3,00 |
| 12,25 | 3,50 |
| 16,00 | 4,00 |
| 20,25 | 4,50 |
| 25,00 | 5,00 |
| 30,00 | 6,00 |
| 40,00 | 7,00 |
| 60,00 | 8,00 |
| 81,00 | 9,00 |
| 100,00 | 10,00 |





| ENSAYO DE CONSOLIDACION | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------------------------|--|------------|--|--------|---------------|---------------------------------------|-----------------------|--------|------------------------------|--------------------------------|--|
| OBRA : Tesis de grado - Ingeniería Agropecuaria. Lote N°3. | | | | | SONDEO N° : 5 | | MUESTRA N°: sh - 1 | | PROFUNDIDAD : 0,70 - 1,10 m. | FECHA : 2014 - 05 - 29 | |
| CONTENIDO DE AGUA | | | | | DESPUES | | CONSTANTES DEL ANILLO | | | VALORES CALCULADOS | |
| PESO ANILLO Y SUELO HUMEDO (g) | | 137,77 | | 142,90 | | DIAMETRO | | 4,98 | | PESO ESPECIFICO : $\gamma_s =$ | |
| PESO ANILLO Y SUELO SECO (g) | | 132,16 | | 132,16 | | AREA | | 19,48 | | ALTURA DE SOLIDOS: $2H_0 =$ | |
| PESO ANILLO (g) | | 68,34 | | 68,34 | | ALTURA | | 1,94 | | 1,2400 | |
| PESO DE LOS SOLIDOS (g) | | 63,82 | | 63,82 | | VOLUMEN TOTAL | | 37,79 | | VOLUMEN DE VACIOS $V_v :$ | |
| CONTENIDO DE AGUA (%) | | 8,8 | | 16,8 | | RELACION DE VACIOS e | | 0,7638 | | 13,63 | |
| SATURACION (%) | | 41,1 | | 78,8 | | H. PROM. | | 0,9473 | | 24,16 | |
| PRESION Kg/cm. | | 0,0 | | 4,0 | | H. PROM. H^2 | | 0,8974 | | cm ³ | |
| HINICIAL DEFORMAC. Pg. | | 0,7638 | | 0,0358 | | RELACION DE VACIOS DE VACIOS e | | 0,5646 | | cm ³ | |
| VARIACION DE 2H cm. | | 1,9401 | | 1,8491 | | ALTURA DE VACIOS 2H - 2H ₀ | | 0,7001 | | cm ³ | |
| LECTURAS DIAL DE DEFORMACION : 10-4 pg | | 0,0358 | | 1,8491 | | RELACION DE VACIOS e | | 0,5646 | | cm ³ | |
| Tiempo (min.) | | \sqrt{t} | | 1,9401 | | H. PROM. cm. | | 0,9473 | | cm ³ | |
| 0,15 | | 0,39 | | 169 | | H. PROM. H^2 | | 0,8974 | | cm ³ | |
| 0,25 | | 0,50 | | 175 | | RELACION DE VACIOS DE VACIOS e | | 0,5646 | | cm ³ | |
| 0,50 | | 0,71 | | 183 | | ALTURA DE VACIOS 2H - 2H ₀ | | 0,7001 | | cm ³ | |
| 1,00 | | 1,00 | | 190 | | RELACION DE VACIOS DE VACIOS e | | 0,5646 | | cm ³ | |
| 2,25 | | 1,50 | | 201 | | ALTURA DE VACIOS 2H - 2H ₀ | | 0,7001 | | cm ³ | |
| 4,00 | | 2,00 | | 210 | | RELACION DE VACIOS DE VACIOS e | | 0,5646 | | cm ³ | |
| 6,25 | | 2,50 | | 217 | | ALTURA DE VACIOS 2H - 2H ₀ | | 0,7001 | | cm ³ | |
| 9,00 | | 3,00 | | 223 | | RELACION DE VACIOS DE VACIOS e | | 0,5646 | | cm ³ | |
| 12,25 | | 3,50 | | 228 | | ALTURA DE VACIOS 2H - 2H ₀ | | 0,7001 | | cm ³ | |
| 16,00 | | 4,00 | | 233 | | RELACION DE VACIOS DE VACIOS e | | 0,5646 | | cm ³ | |
| 20,25 | | 4,50 | | 236 | | ALTURA DE VACIOS 2H - 2H ₀ | | 0,7001 | | cm ³ | |
| 25,00 | | 5,00 | | 239 | | RELACION DE VACIOS DE VACIOS e | | 0,5646 | | cm ³ | |
| 36,00 | | 6,00 | | 244 | | ALTURA DE VACIOS 2H - 2H ₀ | | 0,7001 | | cm ³ | |
| 49,00 | | 7,00 | | 250 | | RELACION DE VACIOS DE VACIOS e | | 0,5646 | | cm ³ | |
| 64,00 | | 8,00 | | 256 | | ALTURA DE VACIOS 2H - 2H ₀ | | 0,7001 | | cm ³ | |
| 81,00 | | 9,00 | | 262 | | RELACION DE VACIOS DE VACIOS e | | 0,5646 | | cm ³ | |
| 100,00 | | 10,00 | | 269 | | ALTURA DE VACIOS 2H - 2H ₀ | | 0,7001 | | cm ³ | |

| INCREMENTO DE CARGA: 0,0 - 4,0 (Kg/cm ²) | |
|------------------------------------------------------|-------------|
| Incremento (Kg/cm ²) | Deformación |
| 0,0 | 0,0 |
| 0,25 | 0,15 |
| 0,50 | 0,30 |
| 0,75 | 0,45 |
| 1,00 | 0,60 |
| 1,25 | 0,75 |
| 1,50 | 0,90 |
| 1,75 | 1,05 |
| 2,00 | 1,20 |
| 2,25 | 1,35 |
| 2,50 | 1,50 |
| 2,75 | 1,65 |
| 3,00 | 1,80 |
| 3,25 | 1,95 |
| 3,50 | 2,10 |
| 3,75 | 2,25 |
| 4,00 | 2,40 |

INCREMENTO DE 0,0 A 4,0 Kg/cm²

3.0 * 1,15 = 3,45

t₉₀ = (1,0)² = 1,0 * 60 = 60,0 s.

Observaciones : suelo fino color café.

Ing. Jorge J. Peña C.
Coordinador

Ing. Victoria E. Muñoz V.
Prof. Universitario

Victoria E. Muñoz V.
Geotecnóloga

ANEXO L. ENTREVISTA REALIZADA A PRODUCTORES.

ENCUESTAS DE APOYO A LA INVESTIGACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO ADECUADO DEL RECURSO HIDRICO EN ECOSISTEMAS SECOS POR LA ESTUDIANTE DE ÚLTIMO SEMESTRE DEL PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA LIANY SIRLEY CAICEDO MENESES.

La siguiente entrevista va dirigida a productores del municipio de Patía, con el fin de conocer las estrategias utilizadas por ellos para manejar sistemas productivos bajo la presión del cambio climático.

1. *¿Qué prácticas agropecuarias y de manejo lleva a cabo en la Unidad productiva?*
2. *¿Ha acudido a orientación profesional, para el establecimiento de los sistemas productivos y planificación de la unidad productiva?*
3. *¿Cómo ha sido para usted manejar sus producciones, bajo la presión del Cambio Climático; teniendo en cuenta la escasez de lluvias en la zona?*
4. *¿Hasta dónde debe dirigirse para obtener agua para consumo humano y/o animal; o tiene acceso a ella por otros medios?*
5. *¿Han tenido problemas de salud en el hogar por causa de agua no potable?*
6. *¿Usted produce alimentos para la comercialización en su unidad productiva?*
7. *¿Ha apreciado problemas en sus producciones (bajo rendimiento, sequía de cultivos, erosión, compactación del suelo) por manejo de ganadería?*
8. *¿A Qué alternativas ha acudido, cuando se ha presentado períodos de sequía intensos y extensos?*
9. *¿Qué resultados ha obtenido aplicando esas alternativas?*
10. *¿Por qué cree que han fracasado los proyectos respecto al manejo de aguas y cultivos en la zona?*
11. *¿Qué piensa que hace falta para que los proyectos productivos que involucran el agua y productividad bajo la presión del clima, en la zona, tengan éxito a largo plazo o por tiempo indefinido?*
12. *¿Qué estragos o inconvenientes trajo el período de sequía entre abril y septiembre de 2.012?*
13. *¿Qué medidas ha tomado al respecto para no pasar por una situación similar?*

ANEXO M. EXPERIENCIAS DE INTERÉS

MANEJO DEL SUELO EN SABANAS SEMIÁRIDAS

Joseph Mwalley y Johan Rockström

En el África subsahariana, el 40 por ciento de la tierra de cultivo está localizado en las sabanas semiáridas y las secas subhúmedas. Estas áreas se caracterizan por la extrema variabilidad de la precipitación pluvial y la gran intensidad de las tormentas. La precipitación fluctúa entre los 400 y los 900 mm y se concentra en una breve estación lluviosa, que dura sólo de tres a cuatro meses, cuando todos los cultivos se hallan en crecimiento. Es en estos sistemas agrícolas que vive la mayoría de los agricultores de escasos recursos, y es aquí donde la cosecha de agua puede hacer una gran contribución al mejoramiento de los medios de subsistencia.

Sorprendentemente, a pesar de la frecuente escasez de agua, en la mayoría de los años existe agua en cantidad más que suficiente para producir un buen cultivo. El problema es que se pierden grandes volúmenes de agua a través de la evaporación del suelo, de la escorrentía superficial y la percolación profunda, debido a una combinación entre la lluvia tropical intensa y un mal manejo del suelo. Por el campo del agricultor pasa, sin contribuir al desarrollo del cultivo, un promedio de 70 a 85 por ciento del agua de lluvia. En los climas tropicales cálidos y secos el arado convencional -con el cual se voltea el suelo- contribuye fuertemente a la rápida pérdida de materia orgánica, compactación y formación de costras. La Agricultura de Conservación o Labranza de Conservación, puede ofrecer una oportunidad para revertir este proceso. Este artículo presenta experiencias de ensayos conducidos por agricultores con técnicas de Agricultura de Conservación en Tanzania.

Los sistemas agrícolas con mínima o ninguna labranza han sido adoptados a gran escala por los agricultores de América Latina, América del Norte y algunas partes de Asia. Estos sistemas dependen mucho del uso del 'mulch' o mantillo orgánico, que contribuye a mantener las capacidades del suelo para la infiltración y retención del agua. Pero esto requiere un medio ambiente que pueda mantener un crecimiento de biomasa considerable. En las sabanas semiáridas, simplemente no hay disponibilidad de biomasa para asegurar la aplicación de 'mulch' durante todo un año. En estas áreas, entonces, la Agricultura de Conservación adquiere un enfoque diferente. Aún más, la meta es minimizar la perturbación del suelo, pero los agricultores en lugar de aplicar una labranza mínima o no hacer ninguna (labranza cero), usan roturadores y arados subsoladores, lo que les permite abrir partes del suelo para la infiltración del agua de lluvia. En este contexto, la Agricultura de Conservación es un sistema de cosecha de agua que integra la conservación de este recurso y el mejoramiento del suelo.

Adaptación de la tecnología conducida por el agricultor

En el nordeste de Tanzania, en las sabanas semiáridas de los distritos de Arusha, Arumeru y Babati, décadas de arado han ocasionado una severa degradación de la tierra, y en algunos lugares, incluso, la desertificación de tierras anteriormente fértiles. Los agricultores comerciales de la región han adoptado prácticas de Agricultura de Conservación durante la última década, abandonando el arado de disco por arados de cincel tirados por tractor, con el fin de cosechar agua. Sin embargo, no ha habido

alternativas de labranza de conservación asequibles a los pequeños agricultores. En 1998, el Programa Piloto de Conservación del Suelo y Agroforestería de Arusha (Soil Conservation and Agroforestry Pilot Programme Arusha - SCAPA) estableció una asociación entre agricultores y extensionistas para la introducción y adaptación de prácticas simples de Agricultura de Conservación de bajo costo, y para formar capacidades para ello.

Los agricultores se mostraban muy escépticos al inicio. El abandonar el arado, fundamento mismo de la labranza, era una idea completamente extraña que parecía ser muy drástica. Sin embargo, la crisis agraria que afrontaban los agricultores de esta zona hizo que fueran muy receptivos a nuevas ideas. Se realizaron reuniones con los agricultores para discutir el flujo del agua en la agricultura y las causas de la escorrentía, con énfasis particular en los efectos de la compactación del suelo y la disminución de la materia orgánica debidos al arado convencional y a la remoción de los residuos de cultivos.

Luego, se introdujo a los agricultores en los principios de la Agricultura de Conservación. Se hicieron demostraciones de nuevos implementos, incluyendo un roturador a tracción animal (ver Figura 1 y 2) y un arado subsolador. La Agricultura de Conservación fue explicada y discutida con los agricultores, señalando los impactos de ésta sobre la programación de las operaciones: el desyerbe, el manejo de la fertilidad, el 'mulching', los cultivos de cobertura, el manejo de plagas, la cosecha y el manejo post-cosecha.

Los agricultores quisieron probar si esta nueva práctica de labranza realmente funcionaba. Como resultado, diseñaron una serie de sistemas de producción con Agricultura de Conservación, para ser puestos a prueba. Se establecieron pequeñas porciones de terreno experimental en los campos de unas diez fincas, para allí probar tres sistemas principales de producción: (1) Agricultura de Conservación basada en la roturación a tracción animal usando, solamente el primer año, un arado subsolador en un suelo seriamente degradado; (2) Agricultura de Conservación basada en un sistema manual usando azadones de mano para cavar pequeños hoyos de siembra; y (3) el uso convencional del arado de vertedera tirado por animales (práctica usual de los agricultores).

Los agricultores estuvieron muy interesados en conocer el efecto de la mejora de la cosecha de agua a través de los cambios en las prácticas de labranza, así como también el de combinar la cosecha de agua con el manejo de la fertilidad del suelo, donde la Agricultura de Conservación permite una mejor aplicación del estiércol y los fertilizantes a lo largo de los surcos de siembra abiertos por el roturador. Para hacer esto los agricultores decidieron probar los dos sistemas de labranza: arado convencional y prácticas de Agricultura de Conservación, ambos con y sin aplicación de fertilizante.

Con el fin de investigar los efectos de un cultivo de cobertura, se agregó al experimento un ensayo de Agricultura de Conservación con *Dolichos lablab*, una planta leguminosa trepadora que es un cultivo de cobertura favorito entre los agricultores. Sus frutos, los frijoles dólicos o zarandajas, son vendidos en los mercados de Arusha. En las parcelas de demostración de la Agricultura de Conservación, las mujeres que participaban en los ensayos monitorearon la precipitación pluvial y documentaron las necesidades de trabajo. Debido a que la roturación requiere menos potencia animal de tracción, es posible la

preparación de la tierra antes del comienzo de las lluvias; una circunstancia crítica en las regiones semiáridas donde el 25 por ciento de la lluvia de una estación puede caer durante las pocas primeras tormentas. Por esto, todos los sistemas de Agricultura de Conservación fueron sembrados en seco. En las líneas roturadas permanentemente para la siembra se aplicó estiércol y roca fosfórica, procesada localmente. El fertilizante nitrogenado, en baja cantidad (30 kg N/ha), se aplicó dos veces: la primera vez, antes de la siembra, y la segunda, como abonamiento superficial aplicado de cuatro a cinco semanas después del brote del cultivo.

El desyerbe es una preocupación principal en los sistemas de Agricultura de Conservación, en particular durante los primeros años. Sin arado para suprimir las malezas, su control se convirtió en un dilema para los agricultores. El control de malezas fue discutido extensamente y, al último, se acordó que la mejor solución era agregar un tercer desyerbe, al final de la estación, con el propósito de evitar que las semillas de las malezas caigan al suelo. Los agricultores no consideraron el uso de herbicidas, porque son muy costosos.

Los rendimientos y la productividad del agua se incrementan

En cada temporada los resultados de los rendimientos fueron discutidos y analizados con los agricultores. Los rendimientos fueron medidos según la cantidad de bolsas de 90 kg obtenidas por acre (1 acre = 0.40 hectárea), que es la medida de rendimiento mejor comprendida por los agricultores de la zona. Se compartieron experiencias y se hicieron adaptaciones a los ensayos. La práctica convencional del agricultor -solamente arar dio por resultado un rendimiento promedio de 1,6 t/ha, lo que constituye un rendimiento superior al de 1 t/ha obtenida, generalmente, por los pequeños agricultores de la región.

Sólo por la cosecha de agua posibilitada por la roturación, sin arado y sin manejo de los nutrientes del suelo, se obtuvo un incremento de 60 por ciento en el rendimiento, con un promedio de 2,5 t/ha. Aunque muy interesante, este rendimiento producido sólo por la cosecha de agua no fue el óptimo, pero cuando el manejo de la fertilidad del suelo estuvo asociado a la cosecha de agua se pudo experimentar el efecto total de la adopción de la Agricultura de Conservación, con un incremento del 240 por ciento en el rendimiento, alcanzando un promedio de 3,9 t/ha. Los agricultores se entusiasmaron mucho con el efecto sinérgico entre el manejo del agua y el de los nutrientes. La importancia de ambos factores fue demostrada claramente, por el hecho que atendiendo solamente la fertilidad del suelo el resultado fue un nivel de rendimiento casi similar (2,8 t/ha) al obtenido sólo con la cosecha de agua (2,5 t/ha).

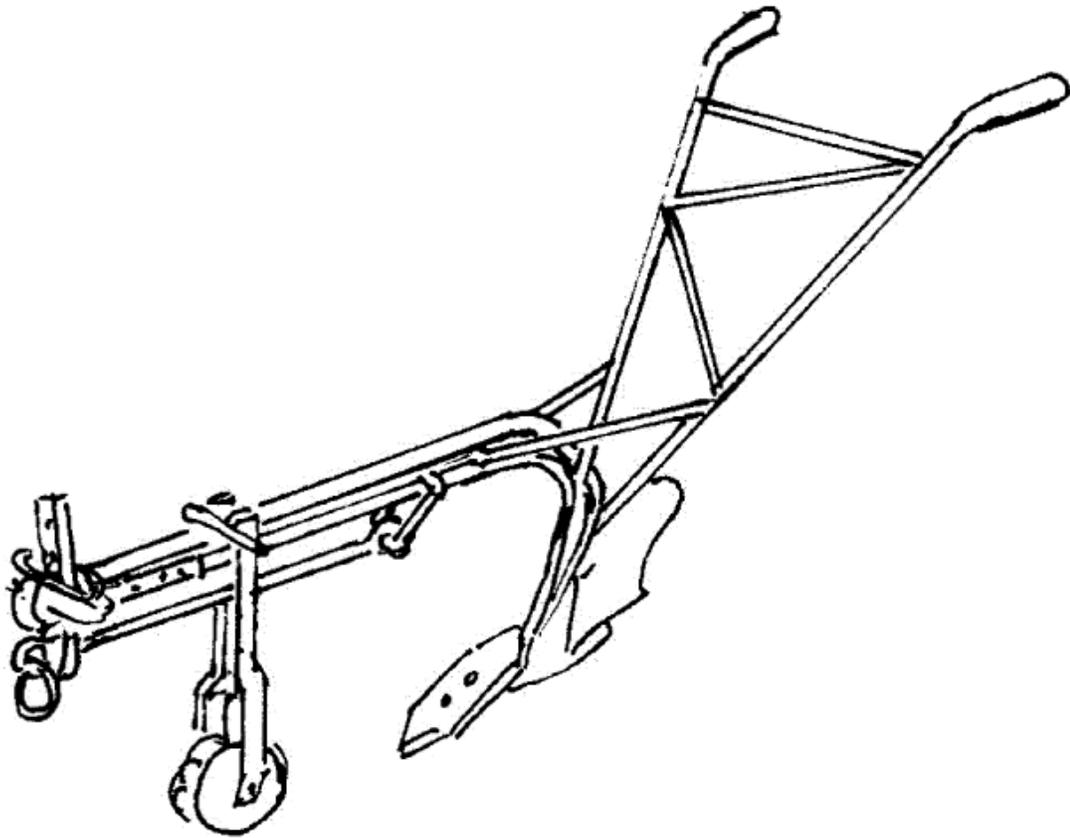


Figura 1: El roturador 'magoye' a tracción animal, adherido al marco del arado normal usado por los agricultores.

Con los hoyos se obtuvo, aproximadamente, el mismo rendimiento promedio que el sistema a tracción animal (3,5 t/ha). Para los agricultores, este fue el sistema preferido. La razón es que el cavado manual de hoyos es barato, no requiere bueyes o nuevos implementos y, sobre todo, les da a los agricultores el control total sobre el uso de insumos valiosos, tales como las semillas, el estiércol y los fertilizantes, en la medida que éstos pueden ser colocados cuidadosamente -a la profundidad perfecta- en cada hoyo de siembra. Los agricultores concuerdan, sin embargo, en que el sistema de formación de hoyos fue muy intensivo en mano de obra comparado con la roturación. En comparación con el arado convencional, la roturación significó un ahorro promedio de 50 por ciento de mano de obra.

Más cultivos por cada gota

Para los agricultores es claro que el principal beneficio de la Agricultura de Conservación, tal como es practicada entre los agricultores experimentadores de Tanzania, proviene del incremento de la cantidad de agua que llega a la zona de la raíz del cultivo. Los agricultores manifiestan que no se observa escorrentía superficial en los campos roturados apropiadamente, mientras que aun en los campos taraceados (todos los

ensayos se llevaron a cabo en campos con buenas medidas de conservación del suelo) con suelos arados se produce escorrentía. Para los agricultores, la Agricultura de Conservación se ha convertido en la respuesta a la preocupación común de «qué hacer como alternativa a las terrazas» dado que ellos reconocen que, a pesar de la adopción exitosa de esta medida de conservación del suelo, el impacto en los rendimientos ha sido poco.

El efecto de la cosecha de agua de lluvia de la Agricultura de Conservación puede ser cuantificado estimando la cantidad de cultivo producido por gota de agua. Sólo se producen 2,6 kg de granos por mm de lluvia en el sistema agrícola actual, basado en el arado y en un pobre manejo de la fertilidad del suelo, comparado con los 7,4 kg por mm de lluvia obtenidos a través del sistema de Agricultura de Conservación. Esto indica que la capacidad del cultivo para tomar agua del suelo se ha incrementado. También es probable que la evaporación del suelo haya disminuido como resultado de una mayor cobertura de cultivos.

Sensibilidad de género

La mejora en el rendimiento del cultivo y la cantidad de cultivos por cada gota de agua es importante, pero uno de los mayores beneficios de la Agricultura de Conservación es la mejora en la programación de las operaciones y los ahorros logrados en mano de obra. La roturación se realiza solamente a lo largo de las líneas permanentes de siembra, y el espacio de 80 cm entre las hileras se deja sin intervenir. Esto se traduce en una gran reducción de la cantidad de tracción requerida. La roturación también permite la preparación de la tierra fuera de estación. La práctica actual es que los agricultores esperen a que el suelo esté húmedo antes de arar. En esencia, esto significa que toda el agua de las primeras lluvias se pierda a través de la evaporación, y que el arado se haga en un suelo mojado, lo cual agudiza el problema de la compactación. Al mismo tiempo, esta práctica golpea duramente a los hogares encabezados por mujeres y agobiados por la pobreza, en la medida que estas agricultoras no tienen su propio buey, sino que recurren a sus vecinos para poder arar. El arado es llevado a cabo después que el propietario del buey ha terminado de arar, lo cual ya puede ser muy tarde. Por lo tanto, los cultivos de estas mujeres agricultoras empiezan muy tarde. La roturación cambia las cosas por completo.

Ahora las agricultoras pueden prestarse un buey durante la estación seca, y preparar la tierra mucho antes de que lleguen las lluvias. La siembra de la semilla adelantará de manera importante el inicio del cultivo, lo cual puede significar la diferencia entre el fracaso total del cultivo y el logro de una cosecha. A medida que se incrementa rápidamente el número de hogares encabezados por mujeres debido al VIH pandémico (Virus de Inmunodeficiencia Humana), esto significa una importante mejora en las prácticas agrícolas.

Sostenibilidad

Los casos de Tanzania descritos arriba, muestran que la Agricultura de Conservación es una estrategia de cosecha de agua muy importante en los esfuerzos por actualizar los sistemas agrícolas de secano semiárido. También entre los pequeños agricultores del distrito de Babati, al sur de Arusha, el uso del arado de cincel tirado por tractor, ha mostrado un incremento progresivo de los niveles de rendimiento y un mejoramiento en la

cosecha de agua de lluvia en la última década. En Kenia y Zambia, países vecinos de Tanzania, se han registrado experiencias similares.

El reto a largo plazo es elevar la calidad del suelo a través de una labranza sabia combinada con el manejo apropiado de los cultivos de cobertura y el 'mulching'. En la actualidad, los agricultores de las sabanas semiáridas del África subsahariana tienen grandes dificultades para asegurar una cobertura de 'mulch', debido al efecto combinado de una alta competencia por los residuos de la cosecha, el pastoreo libre post-cosecha y el uso de los residuos como combustible y material de construcción, y otras causas inherentes a este ecosistema como son la baja producción de biomasa, la larga duración de las estaciones secas -hasta ocho meses sin lluvia y la proliferación de termitas. Aún así, es absolutamente necesario tratar de incorporar al sistema un cultivo de cobertura (preferentemente una leguminosa), con el fin de asegurar una construcción progresiva de las propiedades del suelo. El 'mulch' también es la clave para eliminar las malezas y conservar la humedad. La infestación de malezas es una de las mayores preocupaciones señaladas por los agricultores. Se han introducido cultivadores tirados por animales para el desyerbe y trabajan bien, pero son costosos. Hasta ahora, parece claro que será necesario un desyerbe persistente durante los primeros tres a cuatro años con el fin de reducir progresivamente la infestación de malezas.

La Agricultura de Conservación es mucho más que un simple cambio de implementos. El abandono del arado cambia todos los componentes del sistema agrícola. Esta es la razón por la que se requiere un enfoque de sistemas, en el que todos los aspectos del agua, suelo y cultivo sean atendidos. Los agricultores y los extensionistas necesitan construir las capacidades que permitan tratar las implicancias de un cambio total, desde la actual labranza -basada en el arado convencional- hasta la Agricultura de Conservación. Debe darse un énfasis particular a la capacitación de las mujeres, en la medida que la mayoría de los aspectos de manejo críticos de una Agricultura de Conservación exitosa se relacionan con la oportuna realización de operaciones tales como el desyerbe, el manejo de la fertilidad del suelo y el manejo post-cosecha de los residuos; tareas mayormente ejecutadas por las mujeres. La labranza es importante, pero es un paso relativamente pequeño. Sin embargo, debería notarse que se necesita un esfuerzo serio para entrenar al buey para que camine en línea recta durante la roturación. La roturación es realizada con un yugo más amplio que el del arado ordinario con el fin de asegurar un espaciamiento entre líneas de 75 a 80 cm, lo cual significa que el buey no tiene un surco a seguir o un buey vecino en el que apoyarse.

Los roturadores y sub-soladores son nuevos implementos que no se consiguen fácilmente en el mercado. Los agricultores de escasos recursos necesitan no sólo acceder a implementos de buena calidad, sino que también éstos estén a su alcance. Actualmente, esto constituye un cuello de botella, aunque existen buenas señales de progreso.

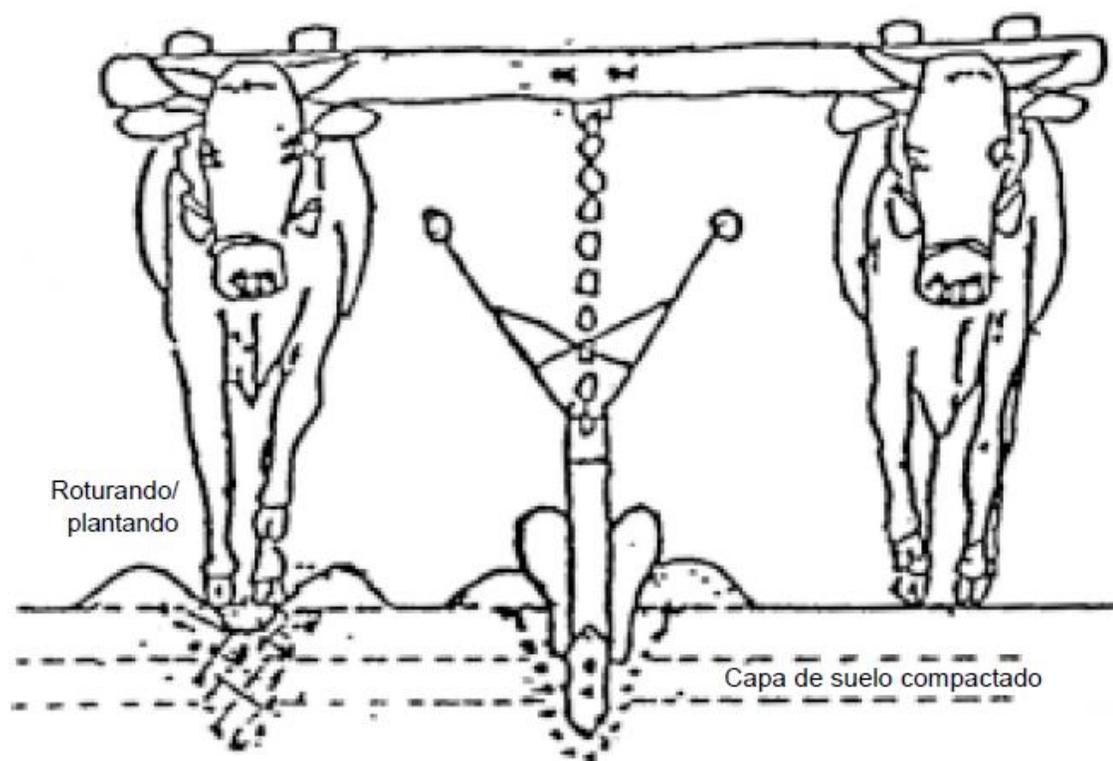


Figura 2: Bueyes llevando a cabo la roturación.

En Kenia, los 'jua-kali', fabricantes locales de implementos agrícolas, han sido capacitados para producir equipamiento para las necesidades de la Agricultura de Conservación. En Tanzania y Zambia existen varios talleres produciendo implementos con propósitos comerciales. Tanto en Kenia como en Uganda, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) ha apoyado recientemente dos Proyectos de Cooperación Técnica para promover la fabricación de implementos y alentar las prácticas de la Agricultura de Conservación. Estos son desarrollos prometedores, que podrían convertirse en los pasos iniciales de una revolución agrícola para los pequeños agricultores del África sub-sahariana, y quizás un desarrollo importante de la cosecha de agua en sabanas propensas a la sequía.

Joseph Mwalley

Department of Agriculture, Mechanisation Unit, PO Box 3163, Arusha, Tanzania.

Johan Rockström. WaterNet, University of Zimbabwe, PO Box MP 600, Harare, Zimbabwe.

Email: rockstrom@eng.uz.ac.zw

Referencias

- Benites, J., Vanepf, S., y Bot, A., 2002. Conservation Agriculture: Planting concepts and harvesting good results. *LEISA Magazine* 18.3, p.6-14.
- Rockström, J., Kaumbutho, P., Mwalley, P., Temesgen, M., 2001. Conservation farming among small-holder farmers in E. and S. Africa: Adapting and adopting innovative land management options. In: Conservation Agriculture, a worldwide challenge. En: L., García-Torres, J. Benítez, A.

- Martínez-Vilela (eds.), First World Congress on Conservation Agriculture, Volume 1: Keynote Contribution, 39: 363-374, FAO, Roma, Italia.
- Rockström, J. y Jonsson, L.O., 1999. Conservation tillage system for dryland farming: On-farm research and extension experiences. Artículo presentado en la Conferencia Nacional de Manejo de Tierra y Agua KARI, Nairobi, 15-18 de noviembre, 1999.
- Tiffen, M., Mortimore, M. y Gichuki, F., 1994. More people, Less Erosion – Environmental recovery in Kenya. ACTSPRESS, African Centre for Technology Studies, Nairobi, Kenia, p.301.

PUEBLOS “A PRUEBA” DE SEQUÍA.

Zhu Qiang y Li Yuanhong



Foto: Autores

No existe agua superficial ni subterránea en la meseta. La gente tiene que llevar agua desde el barranco profundo.

La provincia de Gansu es una de las áreas más pobres y secas de China. Las sequías y las rachas de tiempo muy seco son extremadamente comunes en esta zona montañosa, donde la gente depende, principalmente, de la agricultura de secano para su subsistencia. Desde finales de la década de 1980, en el área se ha desarrollado un proyecto para suministrar agua para el uso doméstico y para el riego. Un sistema de cosecha de agua de lluvia simple y al alcance de la población, combinado con un enfoque integral para mejorar la producción agrícola, ha tenido un impacto positivo en la vida de los agricultores de Gansu.

Antecedentes

En la provincia de Gansu, más del 90 por ciento de la población vive en las áreas rurales. En esta zona donde la agricultura es ante todo de subsistencia, la mayoría de agricultores se ha apoyado, tradicionalmente, en una lluvia de distribución desfavorable. Todos los años, dos tercios de las precipitaciones caen entre julio y setiembre, con frecuencia bajo la forma de fuertes tormentas. Sólo un 20 por ciento de la lluvia cae en la primavera, cuando los cultivos necesitan la mayor cantidad de agua. Esto impide sembrar más de un cultivo por año.

Los principales cultivos sembrados en Gansu son el trigo y el maíz. En la zona central, el trigo de primavera es el cultivo principal, pero recientemente el maíz cultivado con

'mulching' plástico ha sido adoptado ampliamente debido a su mayor rendimiento y adaptación a la precipitación natural. Éste es sembrado a fines de abril y cosechado a fines de setiembre. El 'mulch' plástico es esencial para el desarrollo del maíz en esta zona porque eleva la temperatura del suelo, lo cual permite que el cultivo madure. En la zona oriental, el trigo y el maíz de invierno son los dos cultivos principales. En las zonas montañosas, las vacas y caballos son usados como animales de tiro para la siembra, el arado y la labranza. La cosecha se realiza principalmente a mano.

Los recursos hídricos son escasos en el área. La mayor parte del caudal de los ríos es salado y no puede ser usado para beber o para el riego. El agua subterránea también es muy escasa y de pobre calidad. Debido a la topografía montañosa y a la condición geológica, es difícil y costoso desviar el agua desde otras cuencas; además, las sequías son frecuentes. Los estudios en Gansu muestran que sequías fuertes, considerando como tales a aquellas que reducen los rendimientos en más del 30 por ciento, se han presentado 11 veces en los últimos 40 años.

En un año normal, bajo estas condiciones adversas, los rendimientos son muy bajos, llegando sólo a 1.000 kg/ha. En los años secos, los rendimientos ni siquiera cubren el costo de la semilla. Sin riego, es imposible cultivar la mayoría de los cultivos para el mercado. Como resultado, el ingreso familiar anual -a partir de un poco menos de una hectárea de tierra- está entre US\$ 500 y 750. La pobre productividad de la tierra ha obligado a los agricultores a reclamar la mayor cantidad de tierra que sea posible, aun en laderas de fuerte pendiente. Esto ha causado mayor erosión y degradación del suelo, lo que, a su vez, ha tenido un efecto negativo sobre la productividad agrícola. El medio ambiente se ha deteriorado rápidamente, y las características comunes de esta zona son ahora el inadecuado suministro de agua potable, la inseguridad alimentaria, los bajos ingresos, la severa erosión del suelo y un medio ambiente deteriorado.

Tomando acciones

Las experiencias de las décadas pasadas han mostrado que el agua es un factor clave en la lucha por cambiar las condiciones básicas del área. La cosecha del agua de lluvia (conocida como RWH, por sus siglas en inglés) es la manera más efectiva que tiene la gente del lugar para conseguir agua. En esta zona la gente tiene una larga tradición en la recolección de agua de lluvia para uso doméstico, pero el volumen de agua colectada está lejos de satisfacer la demanda doméstica de agua, y menos aún satisfacer las necesidades hídricas de los cultivos agrícolas.

Desde 1988, el Instituto de Investigación para la Conservación del Agua de Gansu (Gansu Research Institute for Water Conservancy – GRIWAC) ha llevado a cabo un proyecto de investigación, demostración y extensión, con el fin de mejorar la eficiencia de la utilización del agua de lluvia y trabajar con tecnologías de RWH adecuadas para las condiciones locales. El Proyecto fue muy exitoso en suministrar agua, tanto para el uso doméstico como para los cultivos. A fines de 1994, alrededor de 40.000 familias rurales habían construido sus propios sistemas de cosecha de agua de lluvia.



Foto: Autores

Cuando está lloviendo, los canales pueden conducir agua colectada desde el camino y las pendientes de la colina hasta las dos hileras de tanques. El agua de tanque se utiliza para regar cultivos y árboles de las tierras de la parte inferior. En la parte inferior derecha, la tierra está cubierta con láminas de plástico para prevenir la erosión y elevar la temperatura del suelo.

En 1995, ocurrió la peor sequía en sesenta años. Millones de personas padecieron de sed y casi todo el trigo de verano murió. Debido a las experiencias exitosas del proyecto RWH del GRIWAC, el gobierno local decidió iniciar un proyecto de cosecha de agua de lluvia «1-2-1», con la finalidad de resolver el problema de agua potable de un millón de personas de la zona. En este proyecto, el gobierno y los donantes apoyaron a cada familia con el equivalente a US\$ 50 en cemento para posibilitarles la construcción de un campo de recolección, dos tanques bajo tierra y para regar un pedazo de tierra con agua de lluvia para desarrollar la «economía de patio» dándoles la oportunidad, por ejemplo, de plantar legumbres y árboles frutales en el huerto de la casa, criar animales y aves de corral, y procesar productos agrícolas frescos. Para fines de 1996, este proyecto tenía 1,2 millones de beneficiarios.



Foto: Autores

El huerto de manzana rinde, en promedio, 40 por ciento más con riego suplementario. En años secos, el incremento es aún superior

En 1996, como continuación, se inició un Proyecto de Riego RWH, que empezó con proyectos pilotos en 12 lugares con diferentes condiciones naturales y sociales. El

proyecto se extendió después a un área mucho más grande. Para fines de 2001, usando los métodos recomendados por el GRIWAC, existían 2,2 millones de tanques de almacenamiento recientemente construidos que hacían posible el riego suplementario de 236.000 hectáreas de tierra. Al mismo tiempo, los beneficiarios del proyecto de agua doméstica habían aumentado a casi dos millones de personas.

Beneficios

Los 15 años de experiencias en Gansu han demostrado que la RWH no sólo puede proporcionar agua segura y barata para uso doméstico, sino que también puede incrementar la producción proporcionando riego suplementario a los cultivos. Los rendimientos de los cultivos han aumentado en casi 40 por ciento en un año normal y mucho más en un año seco.

Teniendo agua en sus tanques, los agricultores pueden diversificar sus sistemas de cultivo. Antes del proyecto, los únicos alimentos disponibles en la mesa familiar eran papa, cebolla y col. Ahora se pueden sembrar muchos cultivos que son sensibles al estrés hídrico, como pepino, tomate, berenjena, pimienta, tabaco y hierbas. También se han desarrollado invernaderos simples para cultivar hortalizas y flores. El agua recolectada de los techos de los invernaderos puede satisfacer el 40 por ciento del agua que se necesita para tener tres cosechas de hortalizas. El 60 por ciento de agua restante debe venir de otras fuentes. Un invernadero simplificado construido con bambú y barras de acero, y cubierto con capas delgadas de plástico cuesta unos US\$ 1.000, mientras que la ganancia neta anual puede llegar de US\$ 350 a US\$ 500. A este nivel, la inversión puede ser recuperada en dos a tres años.

Cuando la productividad de la tierra mejoró, los agricultores comenzaron a participar más en el Programa de Conversión de la Tierra iniciado por el gobierno del Estado. Este programa alienta a los agricultores a sembrar la tierra menos fértil con árboles y especies de las praderas, para mejorar el ecosistema. El riego con agua de lluvia es una condición previa para el establecimiento de una vegetación nueva.

El sistema de recolección y cosecha de agua (RWH)

El sistema RWH consiste de un campo de recolección de agua de lluvia, tanques para su almacenamiento y para el suministro de agua e instalaciones para el riego. Se usan las superficies menos permeables de estructuras existentes para la recolección del agua de lluvia. En el sistema RWH, para el agua de uso doméstico que requiere agua limpia, se utilizan techos con tejas y patios recubiertos de concreto. Las carreteras pavimentadas, las carreteras rurales, los patios de trilla y las áreas deportivas son usados para recolectar agua de lluvia para riego. Algunas veces, las cimas o las pendientes son recubiertas con losas de concreto para incrementar la escorrentía.

Los tradicionales tanques bajo tierra, conocidos localmente como 'shuijiao' y 'shuiyao', son los tipos de almacenamiento de agua más comunes. La inversión total por cada 'shuiyao' es de aproximadamente US\$ 120, de los cuales US\$ 50 son subsidiados por el gobierno. La inversión restante es proporcionada por los agricultores bajo la forma de trabajo, materiales locales y algo de dinero en efectivo.

Los tanques tienen, generalmente, forma de botella con un diámetro de unos 3 a 4 m y una profundidad de 5 a 6 m. Los tanques de riego usualmente tienen una capacidad de 30

a 50 m³. Una tapa de concreto en forma de cúpula, con un grosor de 10 a 12 cm, ayuda a sostener el peso del suelo y la presión de la superficie. Un hueco en el centro funciona tanto para la salida del agua como de registro del tanque. El fondo del tanque está hecho de concreto de 10 cm de grosor.

El tanque bajo tierra tiene las ventajas de prevenir la pérdida por evaporación y mantener una baja temperatura, lo cual ayuda a mantener la calidad del agua. Cada tanque es usado para el riego suplementario de un 'mu' chino (aproximadamente, 670 m²). Una estructura de éstas genera dos aplicaciones de agua de aproximadamente 20 mm cada una, suficiente para mitigar una racha muy seca durante la estación de crecimiento.

Generalmente, el agua para uso doméstico es suministrada a través del bombeo manual. La escasa cantidad de agua de lluvia disponible para el riego se aplica con cautela a los cultivos, usando el principio de riego limitado. Esto significa que el agua es aplicada en cantidades limitadas durante unos pocos períodos críticos del crecimiento del cultivo. Para este propósito, se ha conducido una cantidad de experimentos para determinar el mejor momento para proporcionar riego suplementario a los cultivos del área. Los métodos más comúnmente utilizados son muy simples, posibles de realizar y efectivos. Por ejemplo, regar cuando se están plantando las semillas o suministrar agua a través de los huecos de la lámina de plástico. Si los agricultores consiguen apoyo o un préstamo, también utilizan el riego por goteo y los mini-rociadores para los cultivos de alto valor.



Foto: Autores

Un canal deriva el agua colectada de una carretera pavimentada a un tanque, el cual proporciona riego suplementario a los cultivos. El cultivo de la foto es maíz
Aldeas a prueba de sequía

La aldea Luoma está localizada en la parte norte del condado de Huining, uno de los 592 condados más pobres de China. La precipitación anual es sólo de 250 mm. Existen 65 familias en la aldea, la cual tiene una población de 323 habitantes. Antes del proyecto RWH, la producción anual de alimentos era menos de 300 kg *per cápita*, y el ingreso anual *per cápita* era menos de US\$ 50. La población local no tenía suministro de agua para uso doméstico.

Esta aldea fue escogida como uno de los proyectos piloto de RWH en la Provincia de Gansu. De 1996 a 1998, el pueblo construyó 390 'shuijiaos', 130 para uso doméstico, 65 para la «economía de patio» y los restantes 195, para riego del campo. Durante las sequías recurrentes, entre 1999 y 2000, el sistema RWH no sólo aseguró el agua para uso doméstico y la crianza animal, sino que también proporcionó suficiente agua para el riego suplementario de 22 hectáreas de tierra.



Foto: Autores

Riego por goteo de árboles frutales

Ahora que tienen agua, los agricultores han cambiado su sistema de cultivo sembrando maíz en lugar de trigo de verano. El maíz puede producir rendimientos mucho más altos que el trigo en esta zona, debido al período de crecimiento más prolongado y a una adaptabilidad superior a los patrones naturales de precipitación. Sin embargo, éste requiere más agua y calor para poder madurar apropiadamente. Ahora, los rendimientos anuales se han incrementado de 975 kg/ha de trigo a 3.950 kg/ha de maíz. La producción anual de alimentos se ha incrementado en un 144 por ciento y el ingreso *per capita* se ha incrementado en un 187 por ciento. Aún en años de sequía severa, las familias tienen lo suficiente para satisfacer sus necesidades de alimentación.



Foto: Autores

Los invernaderos simples se han vuelto muy populares

La familia del aldeano Luo Zhenjun, era una de las más pobres de la comunidad antes del proyecto. Su familia de cuatro miembros sólo cosechaba de 800 a 1.000 kg de trigo en un año normal. Durante la implementación del proyecto RWH, Luo Zhenjun construyó seis 'shuijiaos' con una capacidad total de almacenamiento de 120 m³. Utilizando el agua del sistema RWH, él siembra ahora 0,4 ha de maíz cada año, que cubre con plástico, produciendo 6.000 kg/ha/año. Utilizando riego suplementario, su pequeño huerto duplicó su producción. Teniendo mayor disponibilidad de agua de tanque, ahora Luo Zhenjun mantiene dos cerdos y 17 ovejas, nueve ovejas más que antes del proyecto. Su producción total de alimentos aumentó de 900 kg a 3.675 kg por año, y su ingreso neto anual se ha incrementado de US\$ 190 a US\$ 700.

Experiencias

Se considera que el gran éxito del proyecto RWH en Gansu es resultado de la amplia participación de los agricultores y el firme apoyo del gobierno. Las principales experiencias del proyecto en Gansu pueden resumirse como sigue:

- La propiedad familiar del sistema RWH es el factor clave para el alto grado de motivación mostrado por los agricultores. A diferencia de los importantes proyectos de agua, que son propiedad del Estado o de las grandes empresas, en los cuales los agricultores son considerados como «beneficiarios», en el GRIWAC la mayoría de los sistemas RWH pertenece a las propias familias.
- Tanto los agricultores como el gobierno pueden costear los insumos para el sistema RWH. Los altos beneficios obtenidos a partir del sistema RWH posibilitan la rápida recuperación de las inversiones.
- La RWH es una tradición de la población local, pero ésta ha sido actualizada con tecnología moderna apropiada. Esto significa que los agricultores estaban más preparados para aceptar esta innovación.
- Con una pequeña asistencia de los técnicos locales, los agricultores pueden construir su propio sistema RWH. Este enfoque descentralizado del proyecto RWH se adecua a las condiciones naturales y sociales de esta zona montañosa y empobrecida.
- La preparación, organización y manejo apropiados de la implementación del proyecto también son factores de éxito importantes. Las demostraciones fueron muy importantes para mostrar el beneficio de los proyectos tanto para los agricultores como para los que toman decisiones. Desde el comienzo mismo, el GRIWAC ayudó a miles de «familias científicas» a construir sistemas RWH que brindaron buenos ejemplos tanto para el público en general como para los políticos. Se llevó a cabo una investigación, durante un período de 3 años, sobre la factibilidad técnica y económica del proyecto RWH antes que éste creciera en tamaño. La guía técnica, y los cursos de capacitación a diferentes niveles para la implementación del proyecto fueron también elementos esenciales.

Qiang Zhu y Yuanhong Li

Gansu Research Institute for Water Conservancy, No 120 Gaolan Road, Lanzhou 730000, China. Qiang Zhu es un Profesor Investigador retirado del Instituto de Investigación de la Conservación del Agua de Gansu, China y actualmente es Vicepresidente de la International Rainwater Catchment System Association (IRCSA). Email: zhuqhz@sina.com

Yuanhong Li es el Director e Ingeniero Mayor del Instituto de Investigación de la Conservación del Agua de Gansu, China. Email: gsws@public.lz.gs.cn

ANEXO N. MAPA DISEÑO RESERVORIO PROPUESTO

ANEXO O. MAPA DISEÑO RIEGO POR ASPERSIÓN

ANEXO P. MAPA PROPUESTA SILVOPASTORIL

ANEXO Q. MAPA PROPUESTA AGRÍCOLA Y BANCOS MIXTOS DE FORRAJE.