

**ALTERNATIVAS AGROFORESTALES COMO ADAPTACIÓN A LA
VULNERABILIDAD CLIMÁTICA DEL SECTOR PRODUCTIVO, VEREDA
GERMÁN, MUNICIPIO DE SAMANIEGO, NARIÑO.**

ANGIE DANIELA CEBALLOS ERIRA

DIEGO FERNANDO PORTILLA BASTIDAS

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y SISTEMAS AGROFORESTALES

RENSAF

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

PASTO-COLOMBIA

2023

**ALTERNATIVAS AGROFORESTALES COMO ADAPTACIÓN A LA
VULNERABILIDAD CLIMÁTICA DEL SECTOR PRODUCTIVO, VEREDA
GERMÁN, MUNICIPIO DE SAMANIEGO, NARIÑO.**

ANGIE DANIELA CEBALLOS ERIRA

DIEGO FERNANDO PORTILLA BASTIDAS

**Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar por
el título de INGENIERO AGROFORESTAL**

PRESIDENTE:

HUGO FERNEY LEONEL Ph.D

UNIVERSIDAD DE NARIÑO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS

DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y SISTEMAS AGROFORESTALES

RENSAF

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL

PASTO-COLOMBIA

2023

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13. Acuerdo No. 005 de 2010 emanado del Honorable Consejo Académico

NOTA DE ACEPTACIÓN

Hugo Ferney Leonel Ph. D.

Presidente de Tesis

Iván Andrés Delgado Vargas M.Sc.

Jurado de Tesis

William Ballesteros Possú. Ph.D.

Jurado de Tesis

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresas su agradecimiento a:

Dios por permitirnos culminar con alegría esta etapa de nuestras vidas y por darnos fuerza para afrontar las dificultades y seguir adelante en este camino.

Hugo Ferney Leonel nuestro presidente de Tesis por la dirección, apoyo, guía y paciencia en el desarrollo de este proyecto.

Iván Delgado y William Ballesteros jurados de tesis por su asesoramiento y paciencia en el desarrollo de este proyecto.

Jorge Vélez Lozano y Álvaro Cadena por su asesoramiento, colaboración y tiempo en el desarrollo de los análisis multivariados.

La asociación de productores San Sebastián de la vereda Germán, Municipio de Samaniego por abrirnos las puertas de sus hogares para realizar esta investigación.

La Facultad de Ciencias Agrícolas y a sus docentes los cuales nos formaron académicamente como unos profesionales.

A nuestros padres, familiares y amigos por todo su apoyo.

Todas personas que de alguna u otra forma contribuyeron al desarrollo de esta investigación.

DEDICATORIA

A Dios, por el que ha guiado mi vida y todos los pasos que he dado en ella.

A mis padres Juan Carlos y Mercedes, por ser mi pilar, por su infinito amor, por ser mi apoyo incondicional y mi motivo para salir adelante.

A mi hermana July, mis sobrinos Kevin y mi pequeño Garbancito, por ser mi mayor alegría y apoyo en los momentos difíciles y por acompañarme en todo momento.

A mis abuelos Marina Jurado y Rene Soto (Q.E.P.D) por ser un apoyo fundamental en este proceso.

A mi amor John Freddy, por tu apoyo incondicional en mi proceso de formación, por ser mi apoyo en los momentos de debilidad y por acompañarme en todas las aventuras.

A mis familiares y amigos, que han formado parte de este proceso.

A la Universidad de Nariño, a la facultad de Ciencias Agrícolas, al Departamento de Recursos Naturales y Sistemas Agroforestales y los docentes que contribuyeron en nuestra formación academia y humana.

Angie Daniela Ceballos Erira

DEDICATORIA

A Dios, que ha sido mi fortaleza y me ha guiado durante el transcurso de vida.

A mis padres Lucio Portilla y Sandra Bastidas que gracias a sus consejos soy quien soy actualmente, en especial a mi madre quien me ha brindado todo su apoyo y amor incondicional.

A mis hermanas, Lina María y María Camila quienes con sus acciones siempre han llenado mis días de alegría y me han dado una razón para seguir adelante.

A mis abuelas, Teresa Delgado y Elba Narváez quienes con su infinita sabiduría han sabido influir en mi para ser una mejor persona.

A mis tías, Rosario Bastidas y Elvia Bastidas quienes me siempre han brindado su apoyo incondicional.

A mis familiares y amigos, que han estado presentes durante este proceso.

A la Universidad de Nariño, a la facultad de ciencias agrícolas, al departamento de recursos y sistemas Agroforestales y a los docentes que contribuyeron en nuestra formación académica y humana.

Diego Fernando Portilla Bastidas

Alternativas agroforestales como adaptación a la vulnerabilidad climática del sector productivo, vereda Germán, municipio de Samaniego, Nariño.

Agroforestry alternatives as adaptation to climate vulnerability in the productive sector, Germán village, municipality of Samaniego, Nariño.

Angie Daniela Ceballos E.¹, Diego Fernando Portilla B.², Hugo Ferney Leonel.³

Información de autores

1. Estudiante de Ingeniería Agroforestal, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia, angieceballoseria@gmail.com.
2. Estudiante de Ingeniería Agroforestal, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia, diegoportilla42@gmail.com
3. Ph. D Docente investigador. Programa de Ingeniería Agroforestal, FACIA, Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia, hleonel2002@gmail.com

RESUMEN

Esta investigación propuso arreglos agroforestales como alternativa de adaptación de los sistemas productivos de la vereda Germán, municipio de Samaniego a la variabilidad climática; para ello, se realizó una tipificación de las 12 fincas pertenecientes a la asociación: se aplicó una encuesta semiestructurada a los productores, de lo cual por medio del software SPAD 5.1 se generó la conglomeración de cuatro grupos, a los cuales se les realizó un análisis de vulnerabilidad, en la que se identificaron las principales amenazas climáticas que afronta la zona y cuál es la capacidad de adaptación ante estas, obteniendo como resultado que las fincas se encuentran en un nivel medio de vulnerabilidad por variabilidad climática; además, con la implementación de herramientas participativas y de acuerdo a las necesidades principales de los productores se propusieron arreglos agroforestales como: cerca viva multipropósito, banco forrajero, cultivos en callejones y huerto mixto, para la selección de especies se tuvieron en cuenta las existentes en sus fincas y los usos potenciales que ellos puedan darle a cada especie con el fin de mitigar el impacto de la variabilidad climática en sus fincas. Finalmente, se realizó un análisis financiero de cada propuesta observando que en los cuatro arreglos la relación costo/beneficio fueron mayor a 1 lo que indica que todos los beneficios son superiores a los costos de establecimiento y se consideraron viables para establecerse en campo.

Palabras clave: Agroforestería, vulnerabilidad, Variación climático y arreglos agroforestales.

ABSTRACT

This research proposed agroforestry arrangements as an alternative for adaptation of the productive systems of the village of Germán, municipality of Samaniego to climate variability; for this purpose, a typification of the 12 farms belonging to the association was carried out: a semi-structured survey was applied to the producers, from which by means of the SPAD 5. 1 software, the conglomeration of four groups was generated, to which a vulnerability analysis was carried out, in which the main climatic threats facing the area were identified and what is the adaptive capacity to these, obtaining as a result that the farms are in a medium level of vulnerability to climate variability; in addition, with the implementation of participatory tools and according to the main needs of the producers, agroforestry arrangements were proposed such as: multipurpose living fence, fodder bank, alley crops and mixed orchard, for the selection of species were taken into account the existing ones in their farms and the potential uses that they can give to each species in order to mitigate the impact of climate variability in their farms. Finally, a financial analysis of each proposal was carried out, observing that in the four arrangements the cost/benefit ratio was greater than 1, which indicates that all the benefits are greater than the establishment costs and they were considered viable to be established in the field.

Key words: agroforestry, vulnerability, variability and agroforestry arrangements.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	13
OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo General.....	14
2.2 Objetivos Específicos	14
MATERIALES Y METODOS	15
Objetivo 1. Tipificar los sistemas productivos de la Asociación San Sebastián, vereda Germán.	15
Objetivo 3. Definir alternativas agroforestales en los sistemas productivos vulnerables de la vereda Germán.	17
Objetivo 4, Analizar financieramente las alternativas agroforestales propuestos para los sistemas productivos vulnerables de la vereda Germán	18
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
Objetivo 1. Tipificación de los sistemas productivos de la Asociación San Sebastián, vereda Germán.....	20
Objetivo 2. Evaluación la vulnerabilidad a la variabilidad climática de los sistemas productivos de la vereda Germán.....	23
Objetivo 3. Definición de arreglos alternativos agroforestales en los sistemas productivos vulnerables de la vereda Germán.	24
Objetivo 4. Analizar financieramente las alternativas agroforestales propuestos para los sistemas productivos vulnerables de la vereda Germán	41
CONCLUSIONES	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de las variables evaluadas.....	16
Tabla 2. Categorías de vulnerabilidad metodología Salinas (2014).....	17
Tabla 3. Histograma de valores propios	20
Tabla 4, Resultados de vulnerabilidad a la variabilidad climática.....	23
Tabla 5. Análisis DOFA	24
Tabla 6. Análisis de adoptabilidad de arreglos agroforestales.	29
Tabla 7. . Porcentaje de adoptabilidad de arreglos agroforestales por clúster.	30
Tabla 8. Requerimientos de las especies seleccionadas clúster 1	32
Tabla 9. Requerimientos de las especies seleccionadas clúster 2.	35
Tabla 10. Requerimientos de especies seleccionadas clúster 3.	38
Tabla 11. Requerimientos de especies seleccionadas clúster 4.	40
Tabla 12. Costos de establecimiento, manejo e ingresos del arreglo agroforestal.	42
Tabla 13. Costos de establecimiento, manejo e ingresos del arreglo agroforestal.	43
Tabla 14. Costos de establecimiento, manejo e ingresos del arreglo agroforestal	44
Tabla 15. Costos de establecimiento, manejo e ingresos del arreglo agroforestal.	45
Tabla 16. Análisis financiero de los arreglos agroforestales.	45

Lista de Figuras

Figura 1. Modelo Metodológico para la Evaluación de Vulnerabilidad	16
Figura 2 Conformación de grupos con respecto a las variables.....	22
Figura 3. Propuesta arreglo agroforestal clúster 1.	32
Figura 4 Propuesta arreglo agroforestal clúster 2.	35
Figura 5 Propuesta arreglo agroforestal clúster 3.	38
Figura 6 Propuesta arreglo agroforestal clúster 4.	40

GLOSARIO

Sistemas agroforestales: Sistema sostenido del manejo de la tierra que aumenta su rendimiento total, combina la producción agrícola con especies forestales.

Vulnerabilidad: La susceptibilidad de un sistema ante un fenómeno amenazante, o su dificultad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre.

Capacidad adaptativa: Es la capacidad de un sistema para ajustarse a la variabilidad climática y los eventos extremos, moderar los posibles daños, aprovechar oportunidades y enfrentar las consecuencias.

Variabilidad climática: Fluctuaciones de los componentes climáticos, como durante lapsos determinados de tiempo.

INTRODUCCIÓN

La variabilidad climática según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio Climático (IPPC) en 2014 se define como: “Las variaciones del estado medio y otras características estadísticas (desviación típica, fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas espaciales y temporales más amplias que las de los fenómenos meteorológicos; como la Niña y El Niño son eventos que inciden en el departamento de Nariño; con una distribución diferencial, debido a las condiciones biogeográficas existentes que influyen en las dinámicas climáticas del territorio (Guevara et al., 2016).

La cadena de alteraciones vinculadas a la variabilidad climática afecta también a diversos ecosistemas locales, principalmente a aquellos cuyas poblaciones se encuentran en condiciones de vulnerabilidad, ya sea por los desórdenes generados del clima, como por la ocurrencia de eventos extremos, lo que supone, además de respuestas globales y locales sobre los cambios micro climáticos, vinculados principalmente, a la adaptación y mitigación ante los nuevos escenarios. Es decir, son necesarias estrategias enfocadas en investigar y generar adecuadas medidas ante estos efectos. (Torres, et al. 2008).

De acuerdo con la investigación realizada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA (2015) los sistemas agroforestales demuestran ser una práctica de adaptación y mitigación viable para los productores de las zonas rurales que constituyen el mayor porcentaje en estas regiones y que, además, son los de menor recurso económico y mayor vulnerabilidad ante los eventos extremos negativos asociados con el cambio climático.

Por las razones mencionadas anteriormente, con la implementación de metodologías de tipificación de sistemas productivas, evaluación de variabilidad climática de estos sistemas, diseño y costos de establecimiento de los arreglos agroforestales la presente investigación evaluó la vulnerabilidad de los sistemas productivos de los agricultores por la metodología y se formularon alternativas de mitigación ante las variaciones climáticas extremas, mediante el diseño de arreglos agroforestales que se adecuen a las necesidades y a los recursos de los productores.

OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

- Proponer arreglos agroforestales como alternativa para la adaptación a la vulnerabilidad climática del sector productivo, vereda Germán, municipio de Samaniego.

2.2 Objetivos Específicos

- Tipificar los sistemas productivos de la Asociación San Sebastián, vereda Germán.
- Evaluar la vulnerabilidad a la variabilidad climática de los sistemas productivos de la vereda Germán
- Definir arreglos alternativos agroforestales en los sistemas productivos vulnerables de la vereda Germán.
- Analizar financieramente las alternativas agroforestales propuestos para los sistemas productivos vulnerables de la vereda Germán

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el corregimiento de Carrizal, vereda Germán del municipio de Samaniego, ubicada a 2950 msnm, temperatura media 10-19°C, precipitación media 83,16 mm; La comunidad está ubicada estratégicamente sobre un corredor vial en la parte alta de la cordillera, a una distancia 24 km de la cabecera municipal de Samaniego; a solo 6 km y a 19 km de la ciudad de Túquerres en la vía panamericana que conduce de Pasto y al Puerto de Tumaco.

La investigación se desarrolló con 12 familias de productores de la: “Asociación de Productores San Sebastián”, constituida aproximadamente hace 8 años; son principalmente productores de leche y la comercializan con Alquileria (FAO, 2018).

Objetivo 1. Tipificar los sistemas productivos de la Asociación San Sebastián, vereda Germán.

Para realizar la tipificación de fincas se utilizó la metodología citada por Ramírez *et al* (2012), y Gutiérrez, Domínguez y Bañuelos (2020) modificada para este estudio de acuerdo a los siguientes pasos:

- I. Revisión de literatura e información secundaria se realizó a través del diplomado: “Fortalecimiento de Capacidades Territoriales para la Recuperación de la Producción Agropecuaria como Aporte a la Construcción de Paz en Colombia” de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en cooperación con el Gobierno de Suecia; acercamiento a la comunidad: en esta etapa se realizaron talleres participativos, dando a conocer el objetivo de la investigación.
- II. Selección de la muestra (tipo de muestreo intencional) en el cual se tomó el 100% de las familias pertenecientes a la asociación y la construcción de instrumento de recolección de información (encuesta semiestructurada) se realizó teniendo en cuenta datos familiares, aspectos socioeconómicos, tipos de sistemas productivos e información de vulnerabilidad climática.
- III. Aplicación de instrumento de recolección de información: se realizó por medio de visitas programadas a las familias en las cuales se aplicó la encuesta, se recopiló la información de las fincas a través de mapas parlantes y posteriormente se realizó el procesamiento de información sistematizando los datos en Excel.
- IV. aplicación de técnicas estadísticas multivalentes con ayuda de software SPAD 5.1.
- V. Se describen los grupos conformados del análisis multivariado.

Objetivo 2. Evaluar la vulnerabilidad a la variabilidad climática de los sistemas productivos de la vereda Germán

Para evaluar la vulnerabilidad de los sistemas productivos frente a la variabilidad climática se utilizó la metodología definida por el proyecto FORECCSA-Ministerio del Ambiente, de acuerdo a lo establecido por Salinas 2014, modificada para esta investigación descrita en la Figura 1, donde se identificaron los principales sistemas productivos, a través talleres participativos, encuesta semiestructurada y el mapa parlante se determinaron la principal amenaza climática que enfrenta cada clúster y se evaluaron los factores que conforman la vulnerabilidad como la exposición y la sensibilidad.

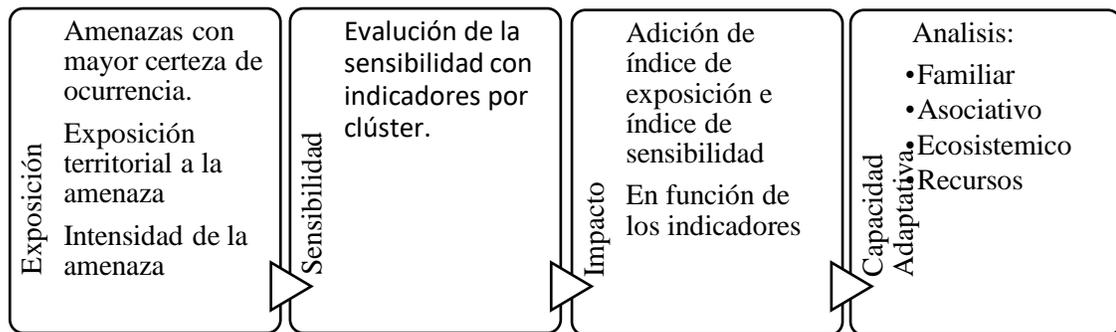


Figura 1. Modelo Metodológico para la Evaluación de Vulnerabilidad

Se tuvieron en cuenta variables cuantitativas y cualitativas las cuales permitieron la obtención de información relevante para la investigación, las cuales se observan en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de las variables evaluadas.

Distribución de las variables evaluados	
Categoría	Variables
Información General	Ubicación de la finca, miembros de la familia
Información familiar	Parentesco, edad, genero, nivel educativo, ocupación, principales actividades y aportes económicos.
Condiciones de salud	Afiliación a EPS
Aspectos de la vivienda	Materiales predominantes del piso, paredes y techo
Servicios	Acceso a servicios públicos, acueducto, alcantarillado fuente y uso de agua, reserva de agua.
Amenaza priorizada	Sequia o precipitación

Sensibilidad e impacto	Ciclo productivo, Variación de precios, Interrupción de servicios públicos, pérdida de animales y Rendimiento
Capacidad de adaptación Familiar	Almacenamiento de alimentos, Manejo adecuado de agroquímicos, sanidad animal y vegetal, reserva de agua y riego de cultivos
Capacidad de adaptación Asociativa	Asistencia técnica, información climática y cadenas de emergencia
Capacidad de adaptación Ecosistémica	Protección del ecosistema, sistemas agroforestales y medidas de conservación de suelo
Capacidad de adaptación Recursos	Acceso a créditos, servicios públicos y personas con ingresos diversificado

Para calcular el índice de vulnerabilidad por cada amenaza climática, se utilizó la fórmula (1) propuesta por el IPCC, 2007:

$$Vulnerabilidad = (Exposición + Sensibilidad) - Capacidad adaptativa..... (1)$$

Una vez obtenido el índice de vulnerabilidad de los sistemas productivos se procedió a categorizarlo con base a los criterios de la tabla 2.

Tabla 2. Categorías de vulnerabilidad metodología Salinas (2014)

CATEGORIZACIÓN DE VULNERABILIDAD	ÍNDICE
0-33	Baja
34-66	Media
67-100	Alta

Objetivo 3. Definir alternativas agroforestales en los sistemas productivos vulnerables de la vereda Germán.

Para proponer las alternativas agroforestales, se combinó la metodología de Somarriba (2009), Gutiérrez y Fierro (2006) y el IICA (2013) modificados para este estudio:

Análisis del entorno, mediante la aplicación de la matriz DOFA a sistemas productivos

A partir de la caracterización de la zona y del conocimiento de la realidad del sector por parte de los miembros de la finca, se realizó el análisis FODA por medio de visitas programadas y talleres participativos (IICA, 2013).

Diseño y validación de arreglos agroforestales

Utilizando como criterios fundamentales: productividad, sostenibilidad y adaptabilidad; se realizaron diseños teniendo en cuenta la información obtenida a través de la tipificación, análisis de vulnerabilidad, objetivos del productor y el FODA. Además, se utilizó la metodología de lluvia de ideas de manera participativa con los propietarios (Somarriba, 2009).

Para realizar la validación de alternativas sostenibles de la finca, cada una de ellas fueron socializadas a través de mapas al productor y su núcleo familiar, dando a conocer los beneficios y la importancia que generaría la implementación de estas, se escogieron las propuestas luego de un proceso de evaluación crítica y de selección de las mejores a través de una comparación entre el sistema finca actual y futuro (Somarriba, 2009).

Adoptabilidad del arreglo agroforestal

Para realizar el análisis de adoptabilidad se utilizó la información del diagnóstico para interpretar las características de la familia que puedan afectar su adopción o rechazo de la alternativa (Somarriba, 2009).

El análisis de adoptabilidad se realizó al productor y al equipo de trabajo. Los atributos que se tuvieron en cuenta fueron: superioridad, compatibilidad, simplicidad, factibilidad y observabilidad; cada atributo se calificó con una escala de 1 a 5, donde 1 = mínimo y 5 = máximo, un “peso” para cada atributo en una escala entre 0 y 1, donde 1 denota máxima importancia. Para tener una idea del grado de adoptabilidad se empleó la siguiente escala: <25% muy baja adoptabilidad, 26%-50% baja adoptabilidad, 51%-75% Mediana adoptabilidad y >76% Alta adoptabilidad (Gutiérrez & Fierro, 2006).

Objetivo 4, Analizar financieramente las alternativas agroforestales propuestos para los sistemas productivos vulnerables de la vereda Germán

Se utilizó la metodología definida por FAO (2005), modificada para este estudio; para evaluar la rentabilidad de las alternativas, se calcularon los siguientes índices: productividad, flujo de caja, relación costo beneficio y el valor presente neto.

Productividad

Se expresa en rendimiento por hectárea y por año, mediante la fórmula (2) (FAO, 2005).

$$Rendimiento = \frac{\text{total toneladas-kilos}}{\text{Numero de hectáreas}} \dots\dots(2)$$

Flujo de caja:

Para calcular este índice se tuvo en cuenta los componentes del sistema a establecer que pueden ser leñoso, agrícola y pecuario, además costos de establecimiento, de permanencia, cuidado, insumos, mano de obra, jornales, administración, entre otros; beneficios y tiempo (FAO, 2005), determinando el costo – beneficio, así como el margen bruto y acumulado.

Valor Actualizado Neto (VAN) o Valor Presente Neto (VPN):

Para calcular el valor actualizado neto, se asignó una tasa de descuento del 10% a precios y cantidades determinados. Si el valor actualizado neto es mayor que cero, la alternativa es financieramente factible (FAO, 2005). Si el VAN es mayor a 0, el proyecto es atractivo, los dineros invertidos rinden más de (i), donde “i” = a la tasa de interés de oportunidad, si es menor a 0, NO es atractivo porque los dineros invertidos en él, rinden menos que “i” y si es igual a 0, resulta indiferente invertir en el proyecto o en la tasa de oportunidad, puesto que los dineros invertidos rinden exactamente una tasa “i”.

$$\text{Valor Actualizado Neto} = \sum_{t=1}^n \frac{Bt - Ct}{(1+d)^t} \dots\dots(3)$$

Dónde: Bt= beneficios del año t; Ct=costos del año t; d= tasa de descuento; n= número de años y t= número de año que se calcula

Tasa Interna de Retorno (TIR)

la TIR es la tasa de interés antes de impuestos que se paga por la deuda. Un problema de financiación es un problema de deuda; por eso quien toma la deuda, debe exigir que el costo de ella (que es la TIR del negocio de financiación), sea menor que su tasa de oportunidad para aceptarlo, es decir, para admitir que es factible. Si TIR > tasa de oportunidad, el proyecto no es factible Si TIR < tasa de oportunidad, el proyecto es factible (Álvarez, 2017).

Relación beneficio/Costo (B/C)

La relación beneficio/costo, se calcula como el cociente entre los beneficios y los costos, teniendo en cuenta cierta tasa de descuento. Cuando el cociente es mayor que la unidad, el beneficio es mayor que el costo y se considera que la alternativa es financieramente rentable (FAO, 2005). Si el B/C es igual a 1 los beneficios igualan a los costos sin generar riqueza alguna, si el B/C es mayor a 1 significa que los ingresos netos son superiores a los egresos netos, se acepta el proyecto y si el B/C es menor 1 significa que los ingresos netos son inferiores a los egresos netos, se rechaza el proyecto.

$$\text{Relacion Beneficio/Costo} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{Bt}{(1+d)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{Ct}{(1+d)^t}} \dots\dots(4)$$

Dónde: Bt= beneficios del año t; Ct= costos en el año t; d= tasa de descuento; n= número de años y t= número del año que se calcula

De acuerdo con la relación de B/C los proyectos o ideas de inversión tuvieron una prioridad en función directa del valor numérico del indicador, es decir: A mayor relación B/C, mayor prioridad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Objetivo 1. Tipificación de los sistemas productivos de la Asociación San Sebastián, vereda Germán.

Análisis de valores propios

El análisis de histograma de valores propios representados en la tabla 3 seleccionó los cuatro primeros valores que permitieron explicar en conjunto el 54,78% de la variabilidad del total de las variables cuantitativas.

El primer factor con un 19,71%, el análisis de contribuciones permitió establecer que las variables que más contribuyeron a la conformación del primer factor fueron: sistema productivo (V14=6.0) toma de decisiones (V5=5.5), ciclo productivo (V19=5.7), reserva de agua (V30=6.1).

Para la conformación del segundo factor con 12,87%, las variables que contribuyeron fueron: toma de decisiones (V5=6,9), material del techo (V9=6.3), estado de vías (V10=6.3), sistema productivo (V14=7.8), manejo (V13=6.1), sanidad vegetal y animal (V29=8,1), acceso a crédito (V36=8.0).

Las variables que contribuyeron al tercer factor con 11,90% fueron: escolaridad (V4=9.9), toma de decisiones (V5=11.3), sistema productivo (V14=8.3) aporte económico (V6=7.5), intensidad de la amenaza (V18=6.8), rendimiento (V23=8.1), manejo adecuado de agroquímicos (V28=7.5), ingresos diversificados (V38=7.7).

Las variables que contribuyeron para el cuarto factor con 10,31% fueron: toma de decisiones (V5=6.3), sistema productivo (V14=7.3) aporte económico (V6=10.3), exposición del territorio a la amenaza (V17=6.6), intensidad de la amenaza (V18=7.8), interrupción de servicios públicos (V26=6.6), manejo de agroquímicos (V28=6.6).

Respecto al porcentaje de valores propios se observó que los cuatro primeros componentes explican el 54,78% de toda la variabilidad fue similar al encontrado por Cruz & Jaramillo (2016) quienes obtuvieron 54,1% y que Goswami *et al.* (2014) con 54,7% en los tres primeros componentes del total de las variables evaluadas, siendo las tres primeras los más significativos en la investigación.

Tabla 3. Histograma de valores propios

No	Valor propio	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Histograma
			o	

1	0.3675	19.71	19.71	***** ***** **
2	0.2400	12.87	32.58	***** *****
3	0.2218	11.90	44.47	***** *****
4	0.1923	10.31	54.78	***** ***
5	0.1835	9.84	64.62	***** *
6	0.1522	8.16	72.79	*****
7	0.1379	7.39	80.18	*****
8	0.1240	6.65	86.83	*****
9	0.0979	5.25	92.08	*****
10	0.0942	5.05	97.13	*****
11	0.0535	2.87	100.00	*****

Tipificación de fincas

La clasificación de las variables recolectadas para el análisis de vulnerabilidad climática de las 12 fincas de la vereda Germán, en el municipio de Samaniego, permitió conformar cuatro grupos que se caracterizados por su afinidad inter grupal y por sus diferencias inter grupales, los cuales se observan en la figura 2. De acuerdo con Álvarez *et al.* (2014) al expresar que trabajar con tres a cuatro clústeres mejoran la precisión de la información resultante; lo que concuerda con lo sugerido por González, *et al.* (2015) quienes manifiestan que, al conformar grupos de fincas semejantes, optimiza los recursos y facilita la evaluación más detallada de la información.

Hierarchical Cluster Analysis

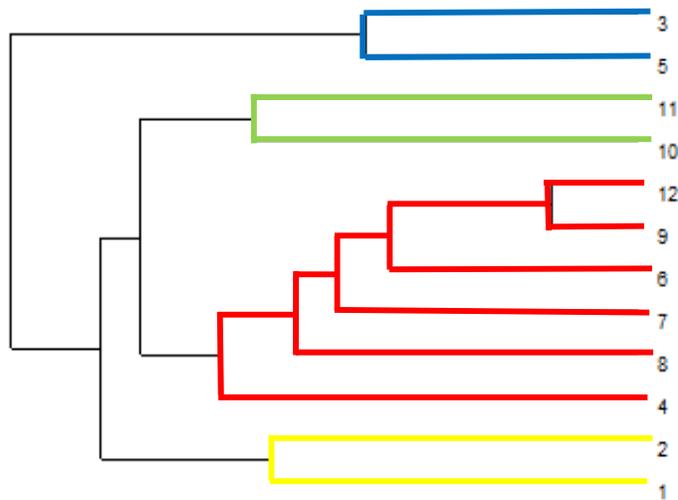


Figura 2 Conformación de grupos con respecto a las variables.

El primer clúster representa el 50 % (Fincas 4,8,7,6,9 y 12), con sistemas productivo ganadero, donde predominan fincas con extensiones de 1 a 6 ha donde se encontró: Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.), Azul Ochoro (*Dactylis glomerata* L.), Trebol blanco (*Trifolium repens* L.), Avena forrajera (*Avena sativa* L.) y Raygrass (*Lolium perenne* L.); y especies arbóreas como: Acacia amarilla (*Acacia decurrens* Willd.), Arrayan (*Myrcianthes rhopaloides* (Kunth) DC.), Cerote (*Hesperomeles goudotiana* (Decne.) Killip.), Colla negra (*Smalanthus pyramidalis* (Triana) H. Rob.), Encino (*Weinmannia tomentosa* L.f.), Laurell de Cera (*Morella pubescens* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Wilbur.), Moquillo (*Saurauia brachybotrys* Turcz.), Morochillo (*Miconia caudata* (Bonpl.) DC.), Motilon silvestre (*Freziera reticulata* Bonpl.), Pumamaque (*Oreopanax ecuadorensis* Seeman) y Sauco (*Sambucus nigra* L.); es importante destacar que en este cluster encontramos plantación forestal de (*Prumnopitys montana*) además cuentas con vías de acceso principales, disponibilidad de mano de obra familiar y sistema productivo ganadero.

El segundo clúster representa el 16.6% de la variabilidad total (fincas 1 y 2), fincas ganaderas, extensiones entre 0,2 y 0.8 ha y tenencia de tierra propia en la que predomina pasto: Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.), Azul Ochoro (*Dactylis glomerata* L.), Trebol blanco (*Trifolium repens* L.) y Avena forrajera (*Avena sativa* L.) y especies arbóreas como: Acacia amarilla (*Acacia decurrens* Willd), Aliso (*Alnus jorullensis* H.B.K.), Capulí (*Prunus serótina* Ehrhart.), Encino (*Weinmannia tomentosa* L.f.) y Motilon silvestre (*Freziera reticulata* Bonpl.); además, vías de acceso principales, personas de la familia con ingresos diversificados a los dela finca y sistema productivo ganadero.

El tercer clúster representa el 16.6% (fincas 10 y 11), fincas agrícolas y pecuarias con extensión de 0,4 y 0,9 ha donde se identificaron los siguientes pastos: Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.), Trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y Raygrass (*Lolium perenne* L.); especies arbóreas como: Acacia amarilla (*Acacia decurrens* Willd.), Aliso (*Alnus jorullensis* H.B.K.), Colla negra (*Smallanthus pyramidalis* (Triana) H. Rob.) y pino colombiano (*Podocarpus oleifolius* D. Don ex Lamb). Además, cuentan con tanque de almacenamiento de agua para épocas críticas, no cuentan con vías de acceso adecuadas a las fincas lo que dificulta procesos de comercialización de productos y sistema productivo agrícola y ganadero.

El cuarto clúster representa el 16.6% (Fincas 5 y 3), fincas agrícolas y pecuarias con tamaños de 0,7 y 0,8 ha donde predominan pastos: Kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.), Trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y Raygrass (*Lolium perenne* L.); especies arbóreas como: Acacia amarilla (*Acacia decurrens* Willd.), Chaquilulo (*Macleania rupestris* (Kunth) A.C.Sm.), Chilacuan (*Vasconcellea pubescens* A.DC.), Colla negra (*Smallanthus pyramidalis* (Triana) H. Rob.), Encino (*Weinmannia tomentosa* L.f.), Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), Moquillo (*Saurauia brachybotrys* Turcz.), Mote (*Tournefortia fuliginosa* Kunth.), Pumamaque (*Oreopanax ecuadorensis* Seeman) y Sauco (*Sambucus nigra* L.). Además, no cuentan con suministro de agua constante por estar ubicadas en la parte baja de las vereda y sistema productivo mayormente agrícola y ganadero.

Objetivo 2. Evaluación la vulnerabilidad a la variabilidad climática de los sistemas productivos de la vereda Germán

Los datos demostraron que los cuatro grupos se encuentran en un nivel medio de vulnerabilidad como se observa en la tabla 4, esto puede darse debido a que al pertenecer a una misma asociación de productores de leche, reciben estabilidad de ingresos; sin embargo, por la autonomía familiar en el componente agrícola hay variación en la rentabilidad de cada finca; además, la cercanía de estas, genera que las variables climáticas evaluadas y su exposición son similares; por otra parte, por ser una asociación, en su capacidad adaptativa no hay variaciones significativas por ser una comunidad organizada.

Tabla 4, Resultados de vulnerabilidad a la variabilidad climática.

Vulnerabilidad	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 4
Clúster				
Amenaza priorizada	SEQUIA	SEQUIA	SEQUIA	LLUVIA

Exposición	2,1	2,5	2,25	2
Sensibilidad	2,36	2,1	2	2,4
Capacidad adaptativa	1,89	2,06	1,90	2,05
VULNERABILIDAD	60,01	61,51	56,88	58,54

En este sentido, Álvarez y Mora (2013) plantean que a mayor involucramiento y conciencia se contribuye a lograr un proceso exitoso y sostenido en el tiempo, permitiendo disminuir la vulnerabilidad de las comunidades al estar previamente ya organizadas; por otra parte, Torres y Albán (2017) establecen que la organización comunitaria permite la construcción colectiva de escenarios de riesgo y priorización de amenazas climáticas y no climáticas así como para el establecimiento de propuestas de cambios adaptativos y transformadores que permitan reducir los impactos de la variabilidad climática en sus sistemas productivos.

Objetivo 3. Definición de arreglos alternativos agroforestales en los sistemas productivos vulnerables de la vereda Germán.

En relación con el análisis DOFA, en la tabla 5 se determinaron las siguientes características en reuniones con las familias, encuesta semi-estructurada y mapa parlante para cada Clúster.

Tabla 5. Análisis DOFA

	CLÚSTER 1	CLÚSTER 2	CLÚSTER 3	CLÚSTER 4
DEBILIDADES	<ul style="list-style-type: none"> Mal aprovechamiento del suelo Escasez de alimento Bajo rendimiento en cultivos 	<ul style="list-style-type: none"> Tamaño y ubicación de la finca 	<ul style="list-style-type: none"> Difícil acceso a la finca Pendientes pronunciadas 	<ul style="list-style-type: none"> Uso inadecuado de agroquímicos Limitada maquinaria
OPORTUNIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Injerencia del Estado Mercados externos para comercialización de productos 	<ul style="list-style-type: none"> Injerencia del Estado Mercados externos para comercialización de productos 	<ul style="list-style-type: none"> Injerencia del Estado Mercados externos para comercialización de productos 	<ul style="list-style-type: none"> Injerencia del Estado Mercados externos para comercialización de productos

FORTALEZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de espacio para establecer sistemas productivos • Diversificación de productos • Asociados 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de mano de obra familiar • Asociados 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponibilidad de espacio para establecer sistemas productivos • Uso de abonos orgánicos • Asociados • Variabilidad climática • Conflicto armado • Variación de precios 	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema finca organizado • Aprovechamiento óptimo del recurso suelo y forestal • Asociados • Variabilidad climática • Conflicto armado
AMENAZAS	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad climática • Conflicto Armadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Variabilidad climática • Conflicto armado 		

Basados en la información obtenida en el DOFA y en la encuesta semiestructurada, se proponen los siguientes sistemas agroforestales:

Clúster 1.

- **Mejoramiento de huerta mixta:** La ventaja de este grupo es que la mayoría de los productores ya cuentan con una huerta casera establecida, de la cual obtienen diferentes productos contribuyendo con la seguridad alimentaria de sus familias, además de ser una fuente permanente de alimentos mejorando la economía del hogar (Jusino, 2011).
- **Pastoreo en plantaciones forestales:** Debido a su área es posible realizar un aprovechamiento forestal del cual obtengan beneficios como: producción de madera de alta de calidad, reducción de costo de manejo de plantaciones, control malezas y fertilización (Toruña, *et al.*, 2015).
- **Cortina rompeviento:** Por ser fincas ubicadas en la parte alta del municipio están expuestas a bajas temperaturas, como consecuencia de fuertes vientos, lo que afecta notablemente en la salud de las personas, además, las raíces de los arboles amarran el suelo y evitan su arrastre por las corrientes del agua y reduce la erosión (Toruña *et al.*, 2015).
- **Barreras vivas:** el nivel de pendiente presente en los predios ha generado problemáticas como: reducir la erosión del suelo (laminar, en canalillos y en cárcavas) a través de la disminución, tanto de la longitud como del gradiente de la pendiente; remoción de masas, con ello, pérdida de suelo, arrastre de nutrientes por escorrentía, entre otros. Todo esto se ve reflejado negativamente ocasionando riesgos para el productor y ocasionando pérdidas económicas

- **Banco forrajero de ramoneo:** Tomando en consideración el tamaño de la finca este arreglo permite: una fuente permanente de alimento para el ganado, además, La interacción entre los árboles y pasturas protege el suelo, incrementa la diversidad biológica y el reciclaje de nutrientes generan un microclima adecuado para el ganado, viéndose reflejado en mayor productividad y cantidad de leche (Mejia *et al.*, 2013).

Clúster 2

- **Establecimiento de huerto mixto:** Contribuyendo significativamente a la conservación de agro biodiversidad, economía del hogar y seguridad alimentaria, siendo una alternativa de mitigación y adaptación al cambio climático (Rivas & Rodríguez 2013).
- **Banco Forrajero de corte y acarreo:** Las fincas son principalmente productores de leche, por lo tanto, dependen de la disponibilidad de forraje para asegurar la alimentación del ganado; permite intensificar la producción mediante el cultivo de plantas de características sobresalientes para generar alimento de alto valor y sacarles el mayor provecho (Gutiérrez, 2018).
- **Arboles dispersos:** Los arboles dispersos en los potreros cumplen muchas funciones dentro de los sistemas ganaderos y proveen múltiples productos y servicios, pero la importancia relativa según los ganaderos es dar sombra a los animales particularmente durante la estación seca, así como obtener leña y recursos económicos por la venta de la madera (Jarillo *et al.*, 2018).
- **Cerca viva:** La deficiente delimitación de la finca ha causado problemas de pérdida de animales, inseguridad, desorganización de la misma y conflictos con terrenos aledaños; El propósito de las cercas vivas es controlar el movimiento de los animales y de las personas. Sin embargo, han demostrado ser sistemas muy diversos y de bajo riesgo que proveen numerosos beneficios a los productores. Además, las cercas vivas pueden proveer leña, forraje, alimentos, actuar como cortinas rompe vientos y enriquecer el suelo, dependiendo de las especies que se utilicen (Jiménez & Muschler 2001)
- **Pasturas en callejones:** Este sistema de pasturas en callejones permite mejorar las condiciones del suelo; el componente leñoso proporciona forraje de buena calidad nutricional para el ganado, mejora la fertilidad del suelo a través de la fijación y transferencia de nitrógeno, la caída de las hojas y material senescente, muerte de raíces y productos de podas esporádicas, y reduce las pérdidas de nutrientes por lixiviación y erosión; Además, brinda alimento permanente para el ganado (Ibrahim & Botero, 1997).

Clúster 3

- **Ampliación de huerta mixta:** Al disponer de una huerta casera es posible realizar una transición a huerta mixta donde se pueda establecer cultivos agrícolas para autoconsumo y también disponer de especies leñosas para aprovechamiento forestal y/o forrajero que contribuya a incrementar los ingresos económicos familiares. Además, es una buena opción para este grupo ya que al ser una zona alejada del casco urbano y de difícil acceso se dificulta la obtención de productos de primera necesidad, por ello, es conveniente que las familias tengan su propia producción de alimentos, leña, madera y plantas medicinales (Jusino, 2011)
- **Cultivos en callejones:** Se propone este diseño gracias a factores como: tamaño de la finca, disponibilidad al mano y la disposición de las personas para trabajar en ello. Los beneficios que trae consigo este sistema son: protección a los cultivos ante temporadas climáticas, Aporte de materia orgánica al suelo, disminuye la erosión de este e incrementa producción por hectárea sin recurrir al uso de fertilizantes (Cango, 2011).
- **Arboles dispersos:** Este arreglo nos permite obtener los siguientes beneficios: propiciar un microclima, reduciendo es estrés provocado por la variabilidad climática presente en la zona, obteniendo una mejor producción de cultivos; los árboles dispersos en las pasturas, bancos forrajeros y cercas vivas, contribuyen a disminuir el efecto de la contaminación de las aguas, aumentan su capacidad de retención en las praderas, ayudan a la infiltración y protegen el suelo, los manantiales y las quebradas (Auquilla, 2005).
- **Banco forrajero:** Este arreglo suministrara una fuente de alimentación y energía de calidad y en cantidad durante todo el año para el ganado, haciendo un mejor aprovechamiento del recurso suelo que en algunas zonas se encuentra desprovisto de cobertura vegetal, mejorando las condiciones físicas y biológicas del suelo; al incorporar materia orgánica, genera un microclima adecuado que brinda protección a los animales ante eventos climáticos extremos, lo cual se ve reflejado en un aumento en la productividad de leche mejorando la economía familiar (Pardo, *et al.* (2015).
- **Barreras vivas:** Debido al grado dependiente con la que estas cuentan, brindaran un soporte al suelo, lo que disminuye la pérdida, arrastre de nutrientes por escorrentía, y en el peor de los escenarios por deslizamientos de tierra, causando pérdidas económicas y riesgos a las familias, las barreras vivas además de ser un mecanismo de protección del recurso suelo, pueden proveer leña, forraje, alimentos, actuar como cortinas

rompevientos y enriquecer el suelo, dependiendo de las especies que se utilicen y/o reducir erosión en pendientes (Jiménez & Muschler, 2001).

Clúster 4

- **Transformación de huerta casera a huerta mixta:** Los productores de este grupo ya tienen establecida una huerta casera, estas no cuentan con un manejo adecuado de su producción agrícola, por lo que se hace necesario una transformación para poder suplir las necesidades alimenticias de las familias y también obtener beneficios adicionales de la asociación con especies forrajeras y/o leñosas como: incorporación de materia orgánica, mejora las condiciones del suelo, alimento para el ganado, producción de leña, protección a especies menores, entre otras. (Chable *et al.*, 2013).
- **Banco de proteínas:** Este arreglo se propone con el fin de reducir costos de alimentación para el ganado en épocas críticas obteniendo beneficios ambientales ligados a la protección del suelo, reciclaje de nutrientes y generar sombra. Tomando en consideración el tamaño de las fincas y la disponibilidad de mano de obra familiar se recomienda el establecimiento de un banco forrajero con propósitos de corte y acarreo, ya que en estas fincas se evidencia un óptimo aprovechamiento del recurso suelo (Del Valle *et al.*, 2018)
- **Cultivos en callejones:** Se propone un arreglo de cultivos en callejones a causa de la escasa producción de los cultivos, lo que genera un bajo ingreso económico para la familia poniendo en riesgo la seguridad alimentaria y con ello su calidad de vida. Al existir una asociación de cultivos agrícolas con el componente arbóreo, este proporciona forraje de buena calidad nutricional para el ganado; mejora la fertilidad del suelo a través de la fijación y transferencia de nitrógeno, la caída de las hojas y material senescente, muerte de raíces y productos de podas esporádicas, y reduce las pérdidas de nutrientes por lixiviación y erosión (Ibrahim & Botero, 1997).
- **Mejoramiento de cercas vivas multipropósito:** Se propone mejorar las cercas vivas existentes con el fin obtener una mayor cobertura del perímetro de la finca y con ello mejorar su funcionalidad, evitando el paso y/o pérdida de animales y protegiendo a los cultivos de daños ocasionados por eventos climáticos. También se pretende implementar especies que generen beneficios económicos o agroecológicos adicionales para la finca y su productor como: alimento para el ganado, sombra, leña, frutos para alimentación familiar, mejorar las condiciones del suelo (Arguedas *et al.*, 2015).
- **Pasturas en callejones:** Con este arreglo agroforestal se puede obtener mejores condiciones de las pasturas, los árboles al interactuar con el suelo, aportando materia orgánica al suelo y mejorando la calidad de los pastos,

además este sistema nos permite realizar un aprovechamiento económico del recurso forestal y a su vez tener una fuente constante de alimento para el ganado, supliendo las necesidades alimenticias en épocas críticas a través de métodos de conservación de forraje como ensilaje y/o henolaje (Ojeda *et al.*, 2003).

ANÁLISIS DE ADOPTABILIDAD

Se realizó el análisis de adoptabilidad a los cinco arreglos planteados para cada clúster en el cual se evaluaron los atributos: superioridad, compatibilidad, simplicidad, factibilidad y observabilidad. Además, en esta etapa se utilizaron herramientas participativas como diálogos con las familias y lluvia de ideas para obtener información pertinente de forma rápida sobre las especies y distancias de siembra a utilizar en cada diseño y como estas pueden contribuir en sus fincas (Somarriba, 2009); los resultados se observan en la tabla 6.

Tabla 6. Análisis de adoptabilidad de arreglos agroforestales.

ADOPCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL CLÚSTER 1			ADOPCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL CLÚSTER 2		
Alternativas	Productor	Equipo de trabajo	Alternativas	Productor	Equipo de trabajo
Establecimiento y/o mejoramiento de huerto mixto	65,6	74,4	Establecimiento de huerto mixto	63,2	71,6
Pastoreo en plantaciones forestales	68,4	72	Banco forrajero	71,2	76,4
Cortinas rompevientos multiestratos	67,2	73,2	Arboles dispersos	65,6	77,6
Barrera viva	68,4	70	Cerca viva multipropósito	81,6	82
Banco forrajero	81,6	85,2	Pasturas en callejones	72,8	76,4

ADOPCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL CLÚSTER 3			ADOPCIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL CLÚSTER 4		
Alternativas	Productor	Equipo de trabajo	Alternativas	Productor	Equipo de trabajo
Ampliación de huerta mixta	68,8	78	Transformación de huerta casera a huerta mixta	82	85,6
Cultivos en callejones	77,6	81,6	Banco de proteínas	64,4	70,8
Arboles dispersos	72,8	78,4	Cultivos en callejones	72,8	78,4
Banco forrajero	60,8	73,2	Mejoramiento cercas vivas multipropósito	66,8	72,4
Barreras vivas	68,4	76	Pasturas en callejones	72,4	76

Se priorizó con la comunidad aquellas alternativas con mayor posibilidad de adoptabilidad como se observa en la tabla 7: el Banco forrajero con el 83,4% (Clúster 1), Cerca viva multipropósito con el 81,8% (Clúster 2), cultivos en callejones con el 79,6,6% (Clúster 3) y transformación de huerta casera a huerta mixta con el 83,3% (Clúster 4); para los cuales, se propone: un diseño y análisis financiero.

Tabla 7. . Porcentaje de adoptabilidad de arreglos agroforestales por clúster.

ADOPCIÓN DE ALTERNATIVAS				
CLÚSTER	ALTERNATIVAS	% EQUIPO DE TRABAJO	% PRODUCTORES	TOTAL
1	Banco forrajero	85	81,6	83,4
2	Cerca viva multipropósito	82	81,6	81,8
3	Cultivos en callejones	81,6	77,6	79,6

4	Transformación de huerta casera a huerta mixta	85,6	82	83,8
---	--	------	----	------

En general, se puede observar que las propuestas priorizadas para cada clúster son mayores al 76%, que según la escala de Gutiérrez & Fierro (2006) tienen un alto nivel de adoptabilidad por parte de la comunidad y serán de gran importancia para los productores por los beneficios a su economía familiar. En este sentido, Camacho et al., (2021) plantean que la disposición de los productores para integrar las especies arbóreas en sus agro ecosistemas depende del conocimiento de estas; aunque en muchos casos, demuestran mayor disposición a adoptar prácticas agroforestales.

Definición de arreglos alternativos agroforestales en los sistemas productivos vulnerables de la vereda Germán.

Clúster 1: DISEÑO BANCO FORRAJERO DE RAMONEO DE COLLA (*Smallanthus pyramidale* (Triana) H. Rob), SAÚCO (*Sambucus nigra* L), TRÉBOL BLANCO (*Trifilium repens* L) Y RAIGRASS (*Lolium perenne*) EN LAS FINCAS DE LA VEREDA GERMÁN, MUNICIPIO DE SAMANIEGO 1HA.

El banco forrajero de ramoneo representado en la figura 3, tiene especies como *T. repens* que gracias a su hábito presenta una excelente adaptación a pastoreo, según el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (2020): contiene proteína cruda 20,54 % y digestibilidad Aparente de la Materia Seca 73,01% adecuado para conservar en forma de heno y ensilaje como fuente de alimento en la época crítica a los animales, la asociación con *L. perenne* aporta a una mejora considerable del suelo, debido a que las leguminosas ayudan a la fijación simbiótica de nitrógeno ambiental, además sus raíces profundas mejoran las condiciones físicas y químicas del terreno, y por ende se incrementa el rendimiento y calidad del forraje (Almada et al., 2007); la *S. pyramidalis* según Delgado (2020): puede ser usada para forraje a la edad de 70 días los rendimientos promedio son de 8 kg de forraje verde por arbusto, y hasta 13 toneladas de materia seca por ha/corte. proteína cruda que oscila entre el 18 % y 25 %, la cual disminuye con la edad de la planta, y carbohidratos no estructurales hasta del 15 %, lo que podría dar un indicio de su uso como mejorador del balance energía-proteína a nivel ruminal; también se utiliza en reforestación de cuencas y control de erosión; con *S. nigra* su forraje cosechado entre 50 y 90 días de rebrote registra un alto nivel de proteína cruda, de 18 % en sus hojas y de hasta 31 % en sus semillas; se obtiene madera bastante dura, siendo muy valorada para ebanistería y construcción de herramientas agrícolas, además, sus hojas y frutos son usadas para tratar trastornos digestivos,

problemas de la piel como caspa, salpullidos, caída del cabello, sarampión y tratar quemaduras (Ortega & Yela, 2010).

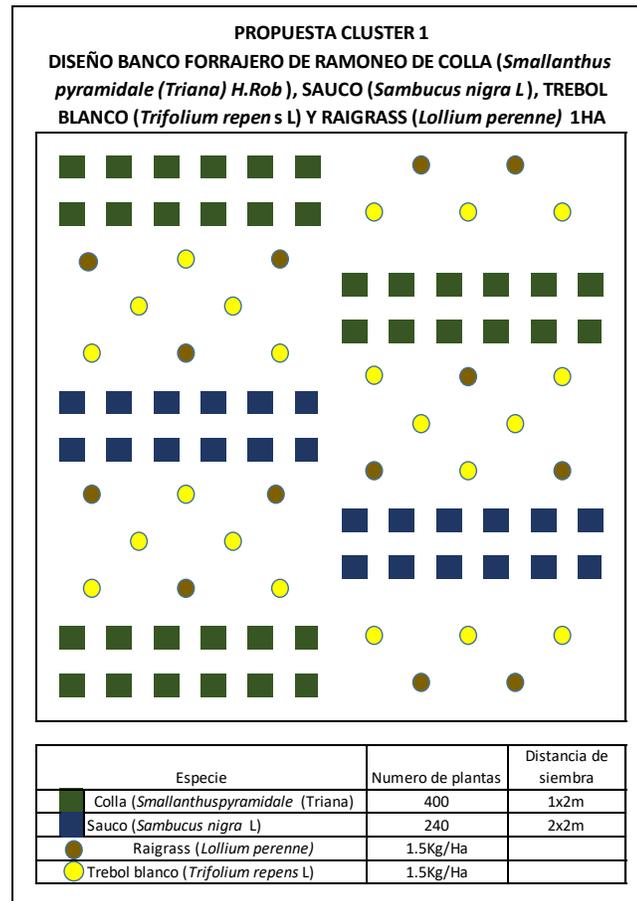


Figura 3. Propuesta arreglo agroforestal clúster 1.

Los requerimientos de las especies seleccionadas para el establecimiento del arreglo agroforestal se observan en la tabla 8.

Tabla 8. Requerimientos de las especies seleccionadas clúster 1

Requerimientos	Especies			
	Colla (<i>Smallanthus pyramidale</i> (Triana) H.Rob)	Sauco (<i>Sambucus nigra</i> L)	Trébol blanco (<i>Trifolium repens</i> L)	Raigras (<i>Lolium perenne</i>)
Altitud	1500-3000 msnm (Delgado, 2020).	600-1000 msnm (Giraldo et al., 2011).	2000-3000 msnm (Pastos y forrajes, 2020).	2500-3600 msnm (Hidalgo, 2010).

Precipitación	1300-1700 mm. (Belalcázar & Narváez, 2008).	2000-4000 mm (Giraldo et al., 2011).	800-1600 mm. (Pastos y forrajes, 2020).	750mm (Hidalgo, 2010).
Temperatura	12-17°C (Belalcázar & Narváez, 2008).	15-20°C (Giraldo et al., 2011)	10-20°C (Pastos y forrajes, 2020).	8-25 °C (Hidalgo, 2010).
Propagación	Estacas (Belalcázar & Narváez, 2008).	Semillas y estacas (Albert et al., 2008).	Semillas (Pastos y forrajes, 2020).	Semilla (Hidalgo, 2010).
Densidad de siembra	1m x 1m. (Belalcázar & Narváez, 2008).	1 m entre plantas y 1 m entre surcos (Uribe et al., 2011).	1,5 a 2 kg/ha (Pastos y forrajes, 2020).	20kg/ha (Hidalgo, 2010).
Fertilización	Aplicar DAP al momento de la siembra (Delgado, 2020).	0,25 kg de materia orgánica, 30 g de micorrizas o 50 g de fertilizante completo (Uribe et al., 2011).	Fertilizantes ricos en Nitrógeno 150 kg ha/año (Soto, et al, 2001).	N, P, Ca, S, Mg, Cu, Zn y B 30 a 50 kg (Hidalgo, 2010).
Mantenimiento	Realizar labores de poda y mantenimiento a los siete meses después del establecimiento (Delgado, 2020).	Se realizan dos cortes al año, entre los nueve y doce meses de establecido, a una altura de 50 a 70		Evitar el sobrepastoreo (Hidalgo, 2010).

Clúster 2: DISEÑO CERCA VIVA MULTIESTRATO DE CAPULÍ (*Prunus serótina*), ALISO (*Alnus jorullensis* H.B.k), Mora (*Rubus glaucus* Benth.) Y Avena Forrajera (*Avena sativa* L) EN LAS FINCAS DE LA VEREDA GERMÁN, MUNICIPIO DE SAMANIEGO 1HA

La cerca viva multiestrato representada en la figura 4 con *P. serótina* posee un gran potencial en el aporte de leña, sus hojas y ramas tiene propiedades medicinales, su fruto es comestible rico en vitaminas A, B y C y sirve de hábitat para algunas especies de aves de la zona; asociado con *A. jorullensis*, esta especie aporta forraje rico en proteína y fibra adecuados para la digestibilidad y nutrición del ganado; en un estudio realizado por Vásquez, et al. (2020) esta especie se destacó por su composición nutricional: proteína cruda (16,06%), fibra detergente neutro (48,23%) y digestibilidad (66,14%) lo que lo hace desde el punto de vista proteico y contenido de fibra una opción interesante para suplementar dieta de rumiantes en trópico alto; Además de aportar nutrientes al suelo, fijando el nitrógeno necesario para el crecimiento de *R. glaucus* que cumple la función de cerca y brinda un aporte económico a través de su venta (Muñoz et al., 2012).

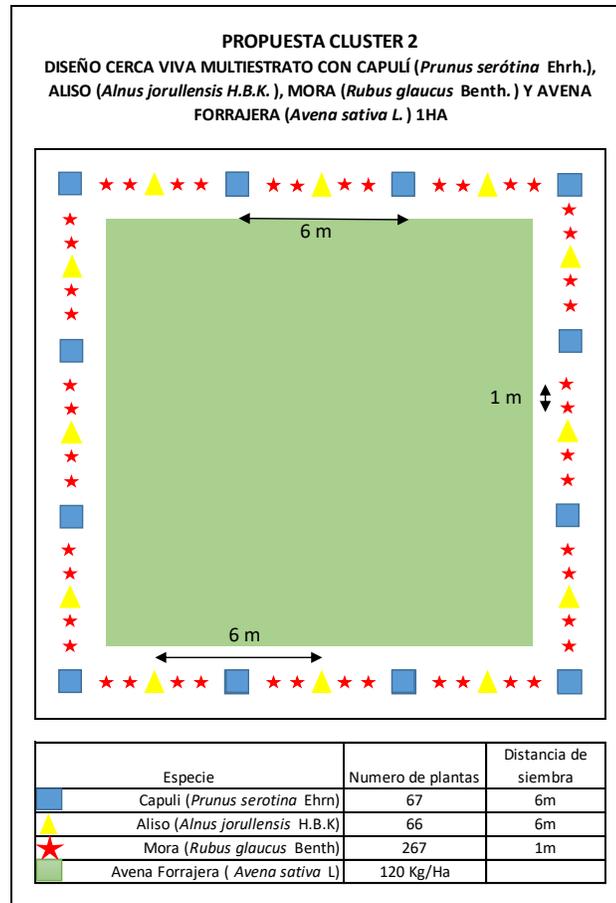


Figura 4 Propuesta arreglo agroforestal clúster 2.

Los requerimientos de las especies seleccionadas para el establecimiento del arreglo agroforestal se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Requerimientos de las especies seleccionadas clúster 2.

Requerimientos	Especies			
	Capulí (<i>Prunus serotina</i> Ehrm)	Aliso (<i>Alnus jorullensis</i> H.B.K)	Mora (<i>Rubus glaucus</i> Benth)	Avena (<i>Avena sativa</i> L)
Altitud	800-2600 msnm (NaturistaC O, s.f).	2000 -3100 msnm (Sánchez et al., 2010).	1700-2400 msnm (Villalva et al., s.f).	1800-3000 msnm. (Pastos & Forrajes 2020).

Precipitación	520-1234mm (Borja, 2017).	636-1285mm (Sánchez et al., 2010).	1500-2300 mm (Villalva et al., s.f.).	650-2000mm (Pastos & Forrajes 2020).
Temperatura	10 y 14°C (Borja, 2017).	4-18 °C (Sánchez et al., 2010).	11-22 °C (Villalva et al., s.f.).	10-17°C. (Pastos & Forrajes 2020).
Preparación del terreno	Plateo a 50 cm de diámetro (Borja, 2017).	Plateo a 50 cm de diámetro (Sánchez et al., 2010).	Des compactar el suelo y hacer drenajes para evitar exceso de humedad (ICA, 2011).	El lote debe tener condiciones favorables de drenaje, porosidad (Pastos & Forrajes 2020).
Propagación	Estacas y esquejes (CONABIO, s.f.).	Estacas, esquejes y semillas (Sánchez et al., 2010).	Estacas o acodos. (Villalva et al., s.f.).	Semilla sexual. (Pastos & Forrajes 2020).
Densidad de siembra	Siete metros entre árbol (CONABIO, s.f.).	Dos metros entre árbol (Sánchez et al., 2010).	Tres metros entre calles y dos metros entre plantas (DANE, 2013)	Al voleo 80 kg/ha. (Campuzano et al., 2018).
Fertilización	DAP al momento de la siembra; 12-24-12 y urea 30 g por sitio (Tamayo et al., 2022).	120 kg/ha de urea, 50 kg de P2O5 y 54 kg/ha de K2O. (Sánchez et al., 2010).	Aplicar cal y compost al momento de la siembra y fertilizantes que contengan Nitrógeno, Fosforo y Potasio. (Villalva et al., s.f.).	150 kg/ha de nitrógeno, 90 kg/ha de fósforo y 30 k/ha de potasio. El nitrógeno y el potasio deben ser aplicados: al momento de la siembra (40%), en el

			estado de macollamiento (30%) y en inicio de floración (30%). Aplicar el fósforo, en su totalidad, al momento de la siembra (Campuzano et al., 2018).
Mantenimiento	No requiere (Tamayo et al., 2022).	Realizar podas de formación y saneamiento; desyerbar calles y plateos (ICA, 2011).	Aplicar herbicidas cuando la siembra se realiza en un lote proveniente de Kikuyo (Campuzano et al., 2018).

CLÚSTER 3: DISEÑO CULTIVO EN CALLEJONES DE ALISO (*Alnus jorullensis* H.B.K) Y PAPA (*Solanum Tuberosum* L.) EN LAS FINCAS DE LA VEREDA GERMÁN, MUNICIPIO DE SAMANIEGO 1HA

El arreglo de cultivo en callejones de *A. jorullensis* representado en la figura 5, ofrece beneficios en la protección, conservación y recuperación de los suelos degradados; En el estudio realizado por Galeano, Rada y Morales (2012) reportan la utilización de *A. jorullensis* para mejorar suelos ácidos y bajos en nitrógeno, favoreciendo el paisaje y convirtiéndolo en un suelo productivo y a futuro que sirvan para la producción, en asociación con *S. Tuberosum*, va a proporcionar hojarasca y fijación de nitrógeno necesaria mediante la simbiosis con el microorganismo Frankia; Según Tortora (2007): En una hectárea de bosque de

Alisos se fijan unos 125 kg de nitrógeno por año; estos árboles hacen una importante contribución a la economía.

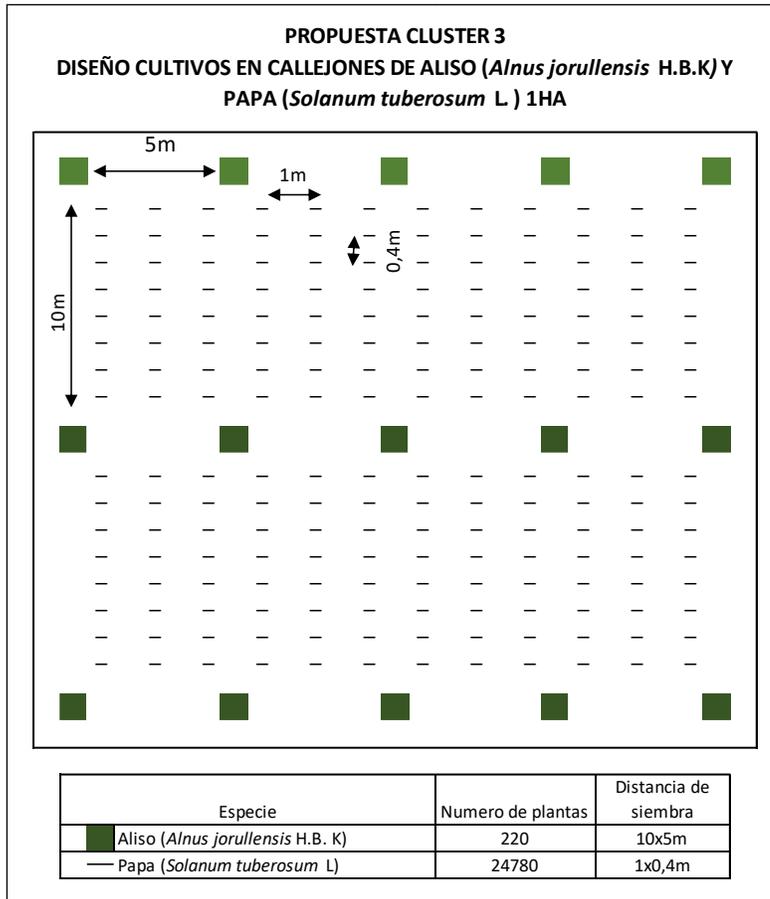


Figura 5 Propuesta arreglo agroforestal clúster 3.

Los requerimientos de las especies seleccionadas para el establecimiento del arreglo agroforestal se presentan en la tabla 10.

Tabla 10. Requerimientos de especies seleccionadas clúster 3.

Requerimien tos /Especie	Especies	
	Aliso (<i>Alnus jorullensis</i> H.B.K)	Papa (<i>Solanum tuberosum</i> L)
Altitud	1600-3200 msnm (Matta et al., 2009).	2000-3500 msnm (Cámara de Comercio Bogotá, 2015).
Precipitación	1000-3200 mm (Matta et al., 2009).	600-800 mm (Cámara de Comercio Bogotá, 2015).

Temperatura	2-27 °C. (Matta et al., 2009).	12-14°C. (Cámara de Comercio Bogotá, 2015).
Preparación del terreno	Eliminando las arvenses agresivas (Matta et al., 2009).	La aradura, el desterronado y el surcado deben realizarse en suelo con humedad apropiada (Egúsquiza & Catalán, 2011).
Trazado	hoyos de 30 x 30 x 25 cm con repique en el fondo (Matta et al., 2009).	armar surcos, los cuales son guía para ubicar el tubérculo semilla a una profundidad apropiada y facilitar la fertilización la cual se puede realizar en el fondo del surco o en corona alrededor de los tubérculos (Herrera et al., 2000).
Propagación	Semilla o estacas (SENA, 2015).	Tubérculos con brotes (Pumisacho & Velásquez, 2009)
Densidad de siembra	distancia de 5 m y entre 10 y 20 m entre filas. (SENA, 2015).	1 m entre surcos por 0.4 m entre plantas. (Pumisacho & Velásquez, 2009)
Fertilización	aporte de materia orgánica al momento de la siembra, de 0,5-1,0 kg/árbol, directamente al fondo del hoyo (Matta et al., 2009).	aplicar la mitad del nitrógeno, todo el fósforo, potasio y azufre al momento de la siembra y la otra mitad de nitrógeno al momento del medio aporque (45 a 60 días). Los micronutrientes se aplican como fertilizantes foliares con intervalos frecuentes de 21 días a partir de la floración. (Valverde, 1998)
Mantenimiento	los árboles naturalmente eliminan las ramas delgadas y livianas (Matta et al., 2009).	Aporque: Se realiza cuando las plantas tienen 15 y 20 cm de altura (Santos & Orena, 2006).

Clúster 4: TRANSFORMACIÓN DE HUERTO CASERO A HUERTO MIXTO

En la figura 6 se plantea este arreglo como una alternativa para mejorar el aprovechamiento de las especies arbóreas, forrajeras, agrícolas y medicinales que

Preparación del terreno	Los suelos de textura franca son los mejores para la producción de semilla, con buena capacidad de retención de agua, buen drenaje y con una profundidad superior a los 60 cm (Izquierdo & Granados, 2011).						
Distancia de siembra	0,30 m	0,20 m	0,45 m	1m	0,30 m	0,20 m	0,15 m
	entre surco y surco y 0,30 m entre planta .	entre surco y surco y 0,15 m entre planta	entre surco y 0,30 m entre planta.	entre surco y 0,4 m entre planta.	entre surco y 0,15 m entre planta.	entre surco y 0,15 m entre planta.	entre surco.
Propagación	Semilla	Semilla	Tubérculo	Tubérculo	Semilla	Semilla	Semilla
Densidad de siembra 3m2	27	90	18	14	54	90	
	Plantas	plantas	plantas	plantas	plantas	plantas	
Fertilización	Es importante que siempre abonar el suelo con minerales naturales y productos orgánicos como composta, lombricompost o estiércol (de gallina, vaca, caballo, etc.) (García, et al. 2020).						
Mantenimiento	La rotación de cultivos anual sirve para controlar plagas y enfermedades que hacen su ciclo en el suelo y para mejorar el aporte de nutrientes (Graziano, 2016).						

Objetivo 4. Analizar financieramente las alternativas agroforestales propuestos para los sistemas productivos vulnerables de la vereda Germán Clúster 1: DISEÑO BANCO FORRAJERO DE RAMONEO DE COLLA (*Smallanthus pyramidale* (Triana) H. Rob), SAÚCO (*Sambucus nigra* L) y trébol blanco (*Trifilium repens* L).

Se obtuvo una rentabilidad media de 60% en un periodo de cinco años desde el establecimiento del arreglo, obteniendo una rentabilidad negativa únicamente en el año uno con -36,6 % por los costos de inversión inicial, en los posteriores años debido a la estabilización en los costes de mantenimiento, se refleja una rentabilidad alta, entre 156,8% y 112,6% como se observa en la tabla 12, que es acorde con lo explicado por Hagggar *et al.*, (2011) quienes plantean que los sistemas más complejos podrían permitir generar más ganancias económicas y sustentabilidad ecológica, en comparación con sistemas simplificados.

Tabla 12. Costos de establecimiento, manejo e ingresos del arreglo agroforestal.

COSTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
MANO DE OBRA	\$ 1.710.000	\$ 1.053.225	\$ 1.214.400	\$ 1.257.750	\$ 1.468.800	\$ 6.704.175
INSUMOS	\$ 6.485.000	\$ 1.993.200	\$ 5.492.630	\$ 2.581.183	\$ 5.633.460	\$ 22.185.473
SISTEMA DE RIEGO	\$ 3.476.000	\$ 596.828	\$ 666.655	\$ 736.483	\$ 806.310	\$ 5.584.000
OTRAS INVERSIONES	\$ 516.000	\$ 45.300	\$ 73.370	\$ 922.350	\$ 88.740	\$ 1.645.760
SUBTOTAL	\$ 12.187.000	\$ 3.688.553	\$ 7.447.055	\$ 5.497.765	\$ 7.997.310	\$ 36.817.683
IMPREVISTOS	\$ 1.218.700	\$ 368.855	\$ 744.706	\$ 549.777	\$ 799.731	\$ 3.681.768
TOTAL	\$ 13.405.700	\$ 4.057.408	\$ 8.191.761	\$ 6.047.542	\$ 8.797.041	\$ 40.499.451
AÑO	INGRESOS	EGRESOS	BENEFICIO	RENTABILIDAD		
1	\$ 8.500.000	\$ 13.405.700	-\$ 4.905.700	-36,6		
2	\$ 10.419.000	\$ 4.057.408	\$ 6.361.592	156,8		
3	\$ 11.638.000	\$ 8.191.761	\$ 3.446.240	42,1		
4	\$ 12.857.000	\$ 6.047.542	\$ 6.809.459	112,6		
5	\$ 14.076.000	\$ 8.797.041	\$ 5.278.959	60,0		
TOTAL	\$ 57.490.000	\$ 40.499.451	\$ 16.990.549	42,0		

De acuerdo a lo citado por Belalcázar y Narváez (2008), *S. pyramidale* tiene un alto contenido nutricional, con contenido de materia seca de 36,96%, proteína de 22,76% y nivel energético de 318 kcal/100g, contribuyendo en el incremento de peso y producción del ganado; así mismo, *el S. nigra* cosechado entre los 50 y 90 días de rebrote, representa altos niveles de proteína cruda y soluble, un bajo nivel de pared celular, asociado con un aceptable nivel de lignina, convirtiéndolo en un forraje adecuado para la inclusión en la dieta del ganado lechero, en el trópico alto (Matta, *et al.*, 2009).

Clúster 2: DISEÑO CERCA VIVA MULTIESTRATO DE CAPULÍ (*Prunus serótina*), ALISO (*Alnus jorullensis* H.B.k) y Mora (*Rubus glaucus* Benth.) EN LAS FINCAS DE LA VEREDA GERMÁN, MUNICIPIO DE SAMANIEGO 1HA

Se calcula una rentabilidad media del 71,0 % durante cinco años como se observa en la tabla 13, resaltando una rentabilidad negativa en el primer año, debido a que la mayor inversión se requiere en ese periodo, se empiezan a generar ingresos a partir de segundo año, lo que es atractivo para el agricultor; según Gómez & Quiroz (2001) al realizar comparaciones con el costo de oportunidad del uso de la tierra y/o con rendimiento de otras actividades alternativas y permite apoyar la decisión con base en la viabilidad de los resultados.

Tabla 13. Costos de establecimiento, manejo e ingresos del arreglo agroforestal.

COSTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
MANO DE OBRA	\$ 3.270.000	\$ 2.819.925	\$ 3.149.850	\$ 3.479.775	\$ 3.809.700	\$ 16.529.250
INSUMOS	\$ 5.279.000	\$ 3.527.738	\$ 3.940.475	\$ 4.353.213	\$ 4.765.950	\$ 21.866.375
SISTEMA DE RIEGO	\$ 3.476.000	\$ 596.828	\$ 666.655	\$ 736.483	\$ 806.310	\$ 6.282.275
HERRAMIENTAS	\$ 436.000	\$ 0	\$ 102.465	\$ 0	\$ 123.930	\$ 662.395
SUBTOTAL	\$ 12.461.000	\$ 6.944.490	\$ 7.859.445	\$ 8.569.470	\$ 9.505.890	\$ 45.340.295
IMPREVISTOS	\$ 1.246.100	\$ 694.449	\$ 785.945	\$ 856.947	\$ 950.589	\$ 4.534.030
TOTAL	\$ 13.707.100	\$ 7.638.939	\$ 8.645.390	\$ 9.426.417	\$ 10.456.479	\$ 49.874.325
AÑO	INGRESOS	EGRESOS	BENEFICIO	RENTABILIDAD %		
1	\$ 7.266.200	\$ 13.707.100	-\$ 6.440.900	-47,0		
2	\$ 14.276.522	\$ 7.638.939	\$ 6.637.583	86,9		
3	\$ 15.946.843	\$ 8.645.390	\$ 7.301.454	84,5		
4	\$ 17.617.165	\$ 9.426.417	\$ 8.190.748	86,9		
5	\$ 19.747.557	\$ 10.456.479	\$ 9.291.078	88,9		
TOTAL	\$ 74.854.286	\$ 43.778.592	\$ 31.075.694	71,0		

El uso de *P. serotina* y *A. jorullensis* es de importancia para los productores de la zona, según Pacheco & Quisbert (2016) estas especies, además de ser utilizadas como postes, forraje, entre otros, ayudan a la restauración de bosques, fijación de nitrógeno e incorporación al suelo; Estudios realizados en Colombia reportan aumentos de N de hasta 280 kg/ha/año en plantaciones de esta especie (Carlson, 1985) beneficiando al productor en la disminución de fertilizantes nitrogenados y materia orgánica. También se evidencia que el componente que aporta en mayor medida a los ingresos es *R. glaucus* como resultado del gran potencial económico que tiene esta fruta en el sector agrícola colombiano; según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, la producción de *R. glaucus* puede concebirse en dos grandes núcleos con potencial desarrollo de mercados internos y externos a lo largo del territorio nacional y *A. sativa* disminuye costos de concentrados además de ser una reserva de alimentos durante temporadas extremas de sequía o invierno (Merchancano, *et al*, 2022).

CLÚSTER 3: DISEÑO CULTIVO EN CALLEJONES DE ALISO (*Alnus jorullensis* H.B.K) Y PAPA (*Solanum Tuberosum* L.)

Se obtuvo una rentabilidad media positiva de 34 %, durante un periodo de cinco años, debido al gran potencial económico que *tiene S. tuberosum* dentro del mercado como se observa en la tabla 14; esta se evidencia según la Superintendencia de Industria y Comercio, la participación del 32% que tiene dentro de la producción de cultivos transitorios, que vincula cerca de 90.000 familias en su explotación directa (FEDEPAPA, 2010).

Tabla 14. Costos de establecimiento, manejo e ingresos del arreglo agroforestal

COSTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
MANO DE OBRA	\$ 3.690.000	\$ 3.533.400	\$ 3.946.800	\$ 4.360.200	\$ 4.773.600	\$ 20.304.000
INSUMOS	\$ 23.655.000	\$ 22.072.425	\$ 24.654.850	\$ 27.237.275	\$ 29.819.700	\$ 127.439.250
SISTEMA DE RIEGO	\$ 3.476.000	\$ 596.828	\$ 666.655	\$ 736.483	\$ 806.310	\$ 6.282.275
OTRAS INVERSIONES	\$ 5.217.000	\$ 4.867.485	\$ 5.393.960	\$ 6.290.148	\$ 6.523.920	\$ 28.292.513
SUBTOTAL	\$ 36.038.000	\$ 31.070.138	\$ 34.662.265	\$ 38.624.105	\$ 41.923.530	\$ 182.318.038
IMPREVISTOS	\$ 3.603.800	\$ 3.107.014	\$ 3.466.227	\$ 3.862.411	\$ 4.192.353	\$ 18.231.804
TOTAL	\$ 39.641.800	\$ 34.177.151	\$ 38.128.492	\$ 42.486.516	\$ 46.115.883	\$ 200.549.841
AÑO	INGRESOS	EGRESOS	BENEFICIO	RENTABILIDAD %		
1	\$ 42.480.000	\$ 39.641.800	\$ 2.838.200	7,2		
2	\$ 48.108.600	\$ 34.177.151	\$ 13.931.449	40,8		
3	\$ 53.737.200	\$ 38.128.492	\$ 15.608.709	40,9		
4	\$ 59.365.800	\$ 42.486.516	\$ 16.879.285	39,7		
5	\$ 64.994.400	\$ 46.115.883	\$ 18.878.517	40,9		
TOTAL	\$ 268.686.000	\$ 200.549.841	\$ 68.136.159	34,0		

De acuerdo con Vélez (2020) la producción de *S. tuberosum*, contribuye significativamente a la seguridad alimentaria, tanto de las poblaciones rurales e individuos de limitados recursos económicos, por sus relativos bajos precios; además es nutritiva y de gran aporte energético. Sánchez *et al.*, (2010) establece que *A. jorullensis* contribuye con la fijación y disponibilidad del Nitrógeno atmosférico, incremento del contenido de nutrientes y con el mejoramiento de las características físicas del suelo (densidad, compactación y estructura).

Clúster 4: TRANSFORMACIÓN DE HUERTO CASERO A HUERTO MIXTO

Se observa que el arreglo genera rentabilidad negativa durante el primer año y a partir de este, es positivo, lo cual es de gran apoyo para las familias como se

evidencia en la tabla 15; según la FAO (2000) el mejoramiento o la promoción de huertos y granjas en las familias de áreas rurales con bajos recursos económicos y deficiencias alimentarias, tiene gran importancia para el incrementar de su seguridad alimentaria y nutricional.

Tabla 15. Costos de establecimiento, manejo e ingresos del arreglo agroforestal.

COSTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	TOTAL
MANO DE OBRA	\$ 870.000	\$ 475.650	\$ 607.200	\$ 586.950	\$ 734.400	\$ 3.274.200
INSUMOS	\$ 668.000	\$ 86.070	\$ 91.080	\$ 408.070	\$ 110.160	\$ 1.363.380
SISTEMA DE RIEGO	\$ 705.000	\$ 113.250	\$ 25.300	\$ 139.750	\$ 0	\$ 983.300
OTRAS INVERSIONES	\$ 106.000	\$ 0	\$ 102.465	\$ 0	\$ 123.930	\$ 332.395
SUBTOTAL	\$ 2.349.000	\$ 674.970	\$ 826.045	\$ 1.134.770	\$ 968.490	\$ 5.953.275
IMPREVISTOS	\$ 234.900	\$ 67.497	\$ 82.605	\$ 113.477	\$ 96.849	\$ 595.328
TOTAL	\$ 2.583.900	\$ 742.467	\$ 908.650	\$ 1.248.247	\$ 1.065.339	\$ 6.548.603
AÑO	INGRESOS	EGRESOS	BENEFICIO	RENTABILIDAD %		
1	\$ 1.162.300	\$ 2.583.900	-\$ 1.421.600	-55,0		
2	\$ 1.316.305	\$ 742.467	\$ 573.838	77,3		
3	\$ 1.470.310	\$ 908.650	\$ 561.660	61,8		
4	\$ 1.624.314	\$ 1.248.247	\$ 376.067	30,1		
5	\$ 1.778.319	\$ 1.065.339	\$ 712.980	66,9		
TOTAL	\$ 7.351.548	\$ 5.802.088	\$ 1.549.460	26,7		

Según la Compañía Nacional de Chocolates (2021), al mejorar la rentabilidad, se generará desarrollo rural, que garantiza el continuo abastecimiento de alimentos a la sociedad. Jiménez (2014) menciona que una característica intrínseca del huerto mixto, es la diversificación que contribuye con el mejorar amento de las condiciones de vida de las familias; la diversificación productiva dentro de esta los huertos mixtos, es concebida por Lok (1998) como una estrategia para enfrentar los riesgos de depender de pocos productos y, asimismo, enfrentarse a las variaciones de los precios en los mercados.

Tabla 16. Análisis financiero de los arreglos agroforestales.

ANÁLISIS FINANCIERO CLÚSTER	VAN	TIR	R C/B

CLÚSTER 1	\$	36.908.468	40%	1,36
CLÚSTER 2	\$	42.647.451	46%	1,43
CLÚSTER 3	\$	124.751.482	61%	1,33
CLÚSTER 4	\$	5.236.329	11%	1,06

Los resultados obtenidos en la tabla 16; considerando las inversiones iniciales, los ingresos y egresos futuros, se obtuvieron valor actual neto (VAN) positivo para todos los clúster < 0 , lo cual según Castañer (2014) la inversión produciría ganancias por encima de la rentabilidad, lo cual sugiere que los proyectos son viables y rentables, señalando que los beneficios exceden los costos, siendo provechoso el resultado del proyecto, por lo tanto, el valor actual neto es un claro indicador de que los productores podrán percibir beneficios económicos al transcurrir el tiempo.

Utilizando una tasa de descuento del 10%, se obtuvo una tasa interna de retorno (TIR) del entre 11 % y 61% para cada clúster, según Bolaños (2017) la inversión en este tipo de arreglos es viable, por ser ésta superior a la tasa de oportunidad $TIR > r$, ofreciendo una rentabilidad mayor a la esperada.

La relación costo-beneficio que se obtuvo en cada clúster es superior a 1, indicando que los beneficios superan los costos del establecimiento, posibilitando realizar la inversión, Murgueitio (2000) plantea que el sistema puede maximizar los ingresos de las fincas, por el aprovechamiento de leña, madera, frutas y forrajes en situaciones donde la ganadería sola constituye un uso ineficiente de la tierra.

CONCLUSIONES

Los métodos de estadística multivariada permiten tipificar de manera eficaz los sistemas productivos de las fincas de la asociación de productores San Sebastián teniendo en cuenta principalmente la variable discriminante (tipo de sistema productivo de cada finca); que permitió la consolidación de cuatro grupos.

La ubicación geográfica de la vereda Germán, genera una fuerte exposición de los sistemas productivos presentando un nivel medio de vulnerabilidad a la variabilidad climática que existe actualmente en el departamento, lo que ha llevado a pérdidas económicas y afectaciones en estos sistemas ante el aumento de la temperatura, periodos prolongados de sequía y de fuertes lluvias.

El diseño de arreglos alternativas agroforestales como: bancos forrajeros, cerca viva multipropósito, cultivos en callejones y huertos mixtos, fueron alternativas económicamente viables, considerando que su retoro de inversión es a corto plazo; socialmente aceptables, porque permiten el mejoramiento de los sistemas

productivos de las familias de la vereda Germán; y ambientalmente sostenibles, por su contribución en la mitigación del impacto de la variabilidad climática de la zona.

Los indicadores financieros analizados de cada arreglo agroforestal muestran un buen comportamiento, con un Valor actualizado neto positivo, una tasa interna de retorno viable y una relación Beneficio/Costo superior a 1, sin embargo, los costos e ingresos pueden variar, considerando que los costos del mercado para el sector agropecuario están en constante modificación por los procesos de globalización, oferta-demanda y la variabilidad climática, entre otros.

RECOMENDACIONES

Se recomienda replicar esta investigación en zonas que se encuentren fuertemente afectadas por la variabilidad climática, lo cual permita brindar alternativas productivas que mitiguen la vulnerabilidad climática para cada uno de ellos.

Se recomienda futuros estudios en diseños ya establecidos para poder evaluar en que medida estos disminuyen los impactos negativos de la variabilidad climática en los sistemas productivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albert, N., Almeida, M., Andrés, J., Añibarro, J., Arizpe, D., Del Campo, A., Campos, E., Feria, C., Gálvez, C., García, J., Jiménez, P., Martínez, F., Pérez, E., Picher, M., Prada, M., Rueda, J. & Ventimilla, P. (2008). Manual de Propagación de Árboles y Arbustos de Ribera. Una ayuda para la restauración de riberas en la región mediterránea. Valencia, España. 205 p. Grafiques Vimar.
- Almada, S., Palacios, M., Villalba, S. (2007). Efectos de la asignación de forraje y la suplementación sobre la productividad de una pastura de raigrás perenne, trébol blanco y lotus corniculatus, (2007) Montevideo, Uruguay, pag 10
- Álvarez, C. y Mora, F. (2013). Adaptación comunitaria al cambio climático Jóvenes participan en comunidades prioritarias. Perspectivas FES Costa Rica - o 1/2013. <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/fesamcentral/10442.pdf>
- Álvarez, F. (2017). Técnicas para evaluar financieramente proyectos de inversión. Departamento Contable y Financiero. Universidad ICESI. Recuperado de: https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/83189/1/alvarez_tecnicas_evaluar_2017..pdf
- Álvarez, S., Paas, W., Descheemaeker, K., Tittonell, P. & Groot, J. (2014). Construcción de tipologías, una forma de manejar la diversidad de las fincas: Directrices generales para Humidtropics. Wageningen, Países Bajos: Wageningen University. Recuperado de: <https://goo.gl/5yGoYQ>.

- Arguedas, R., Casasola, F., Ibrahim, M., & Villanueva, C. (2015). Las cercas vivas en las fincas ganaderas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Recuperado de: http://repositorio.uca.edu.ni/2227/1/las_cercas_vivas_en_las_fincas_ganaderas.pdf
- Aquilla, R. (2005). Uso del suelo y calidad del agua en quebradas de fincas con sistemas silvopastoriles en la sub cuenca del río Jabonal, Costa Rica. Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica. 123 pp
- Belalcazar, L. & Narváez, O. (2008). Valoración nutritiva del forraje de Colla Negra (*Smallanthus pyramidalis*) en mezcla con pasto Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en la alimentación de cuyes (*Cavia porcellus*) fases de levante y engorde. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Disponibles en: <https://sired.udenar.edu.co/5549/1/74451.pdf>
- Bernholt, H., Kehlenbeck, K., Gebauer, J., & Buerkert, A. (2009). Plant species richness and diversity in urban and peri-urban gardens of Niamey, Niger. *Agroforest Syst.* 77: 159-79.
- Bolaños, M. (2017). Mezcla de la mercadotecnia Análisis Costo-Beneficio. Marketing 2019.
- Borja, E. (2017). Caracterización eco-geográfica de (*Prunus serotina* Ehrh) subsp. *capuli* (Cav.) McVaugh (*capulí*), en la región andina de Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/320903622_Caracterizacion_Eco-geografica_de_la_coleccion_de_Prunus_serotina_Ehrh_subsp_capuli_Cav_McVaugh_Capuli_en_la_r egion_andina_de_Ecuador](https://www.researchgate.net/publication/320903622_Caracterizacion_Eco-geografica_de_la_coleccion_de_Prunus_serotina_Ehrh_subsp_capuli_Cav_McVaugh_Capuli_en_la_region_andina_de_Ecuador)
- Camacho Moreno, E.; López Ortiz, S.; Suárez Islas, A. y Valdez Hernández, J. Ignacio (2021). Conocimiento local, importancia cultural y adoptabilidad de tres especies arbóreas multipropósito en sistemas agroforestales del centro de Veracruz, México. *Revista Etnobiología.* Vol. 19, Núm. 2. pp: 30-45
- Cámara de Comercio Bogotá (2015). Programa de apoyo agrícola y agroindustrial, vicepresidencia de fortalecimiento empresarial. Manual de papa. Recuperado de: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/14306>
- Campuzano, L., Rincón, E., Castillo, J., Torres, D., Cuesta, P., Portillo, P., Nieto, D., & Yepes, D. (2018). Avena Forrajera Alto andina: Nueva variedad de avena forrajera para el trópico alto colombiano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuario (AGROSAVIA). Recuperado de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/35561/Ver_documento_35561.pdf?sequence=4&isAllowed=y#:~:text=El%20cultivo%20de%20la%20avena,de%20alimentaci%C3%B3n%20de%20la%20ganader%C3%ADa
- Cango, M. (2011). Caracterización de los Sistemas Silvoagricolas. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria Y De Recursos Naturales Renovables. Carrera de Ingeniería Agroforestal. Recuperado de: <https://tropicalwood.blogia.com/2011/061202-caracterizaci-n-de-los-sistemas-silvoagricolas.php>
- Carlson, P.J. and J.O. Dawson. (1985). Soil nitrogen changes, early growth, and response to soil internal drainage of a plantation of *Alnus jorullensis* in the Colombian highlands. *Turrialba* 35(2): 141-150.
- Castañer, J. (2014). Análisis de Costo-Beneficio Ejemplos de análisis sector privado. Apartado: Estudios Técnicos INC. Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/jspui/bitstream/11634/31933/1/2021silvanasalguero.pdf>

- Chable, R., Palma, D., Vásquez, C., Ruiz, O., Mariaca, R. & Ascencio, J. (2013). Estructura, diversidad y uso de las especies en huertos familiares de la Chontalpa, Tabasco, México. Ecosistemas y recursos agropecuarios. Vol 2 no. 4. Recuperado de: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S200790282015000100003&script=sci_arttext
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de Biodiversidad (CONABIO). (S.f.). Prunus serótina. Rosaceae. Recuperado de: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/60-rosac6m.pdf
- Compañía Nacional de Chocolates (2021). Modelo productivo para el cultivo de Cacao (Theobroma cacao L.) sistemas agroforestales sostenibles. Grupo Nutresa. Recuperado de: https://chocolates.com.co/wp-content/uploads/2021/08/PDF-WEB-FOLLETO-SISTEMAS-AGROFORESTALES-1_compressed.pdf
- Cruz, G., & Jaramillo, C. (2016). Caracterización Y Tipificación De Sistemas De Producción Orgánica En La Región Del Sumapaz. Fundación Universitaria Los Libertadores. Recuperado de: <https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/687/CruzCastiblancoGinnaNatalia.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Del Valle, R., Zarate, E., Barrera, E. & Corrales, C. (2018). Bancos mixtos de forrajes como alternativa alimenticia en periodos críticos de la producción animal en el centro Agropecuario y de Biotecnología el Porvenir. SENA. Recuperado de: <https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/5791/?sequence=1>
- Delgado, A. (2020). La Colla negra: una especie con potencial para ser incorporada en sistemas de alimentación animal. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Recuperado de: <https://www.agrosavia.co/noticias/la-colla-negra>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística, (DANE). (2013). El cultivo de la mora de Castilla (Rubus glaucus Benth) frutal de clima frío moderado, con propiedades curativas para la salud humana. Boletín Mensual: insumos y factores asociados a la producción agropecuaria Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factores_de_produccion_nov_2013.pdf
- Egúsqiza, R. & Catalán, W. (2011). Manejo integrado de papa. Guía técnica. Jornada de capacitación UNALM-AGROBANCO. Perú. Disponible en: https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Papa/MANEJO_INTEGRADO_DE_PAPA.pdf
- Federación Colombiana de Productores de Papa (FEDEPAPA). (2010). “Acuerdo de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa en Colombia”. Recuperado de: <http://www.fedepapa.com/wp-content/uploads/pdf/ACUERDOCOMPETITIVIDAD-CADENA-AGROALIMENTARIA-PAPA.pdf>
- Galeano, P., Rada, A., Morales, D. (2012). SIEMBRA FORESTAL Recuperación paisajística y Revegetalización en Agregados El Vínculo Ltda. Soacha –Cundinamarca. Ingenio Libre. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/revistaingeniolibre/revista11/art9.pdf>

- García, E., Díaz, P., Hidalgo, E. & Aguirre, O. (2020). Respuesta del cultivo de maíz a concentraciones de estiércol bovino digerido en clima tropical húmedo. Disponible en: <http://repositorio.inia.gov.pe/handle/20.500.12955/1373>
- Giraldo, J., Sinisterra, J. & Murgueitio, E. (2011). Árboles y arbustos forrajeros en policultivos para la producción campesina: Bancos Forrajeros Mixtos. Fundación CIPAV. LEISA Revista de Agroecología, Volumen 27, número 2, p. 15 a 18.
- Gómez, M, & Quirós, D. (2001). Análisis financiero del manejo de bosques. In Louman, B; Quirós, D; Nilsson, M (eds). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 265 p. (Serie técnica. Manual técnico no. 46).
- Gonzáles, R., Rodríguez, A. & Canto, M. (2015). Caracterización de fincas productoras de palto (*Persea americana* Mill.) y mandarina (*Citrus* spp.) en Cañete, Lima, Perú. Disponible en: http://revistas.unasam.edu.pe/index.php/Aporte_Santiaguino/article/view/241/628
- Goswami, R., Chatterjee, S., y Prasad, B. (2014). Farm types and their economic characterization in complex agro-ecosystems for informed extension intervention: study from coastal West Bengal, India. *Agricultural and Food Economics*, 2(1), 1- 24.
- Grajales, B., Botero, M. & Ramírez, J. (2015). Características, manejo, usos y beneficios del saúco (*Sambucus nigra* L.) con énfasis en su implementación en sistemas silvopastoriles del Trópico Alto. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. Volumen 6, Número 1.
- Graziano, J. (2016). Diseño de Huertas. Agencia de Extension Rural San Martin de los Andes (INTA). Disponible en: https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/25842/mod_resource/content/1/disenio_de_huertas.pdf
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el cambio Climático (IPPC) (2014). *Mundos Muy Diferentes. Una descripción de tres posibles escenarios de mundos futuros más cálidos*. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/report/infographic/worlds apart/es/](https://www.ipcc.ch/report/infographic/worlds%20apart/es/)
- Guevara, O., Abud, M., Trujillo, A., Suárez, C., Cuadros, L., López, C., & Flórez, C. (2016). Plan Territorial de Adaptación Climática del departamento de Nariño. Corponariño y WWF-Colombia. Cali, Colombia. 154 pp. Recuperado de: http://corponarino.gov.co/expedientes/planeacion/Plan_Territorial_de_Adaptacion_Climatica%20_Corponarino.pdf
- Gutiérrez, A. & Fierro, H. (2006). Diagnóstico y Diseño Participativo en Sistemas Agroforestales. Manual y Guías de Campo. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de: <https://mail.google.com/mail/u/0/#inbox/FMfcgvxzLrKflksTpFPQFHjktMWcnGbc?projector=1&messagePartId=0.1>
- Gutiérrez, R.A.S., Domínguez, J.A.Z. y Bañuelos, H.G. (2020). Typification of integrated family dairy systems in Zacatecas, México. *Revista Mexicana De Ciencias Pecuarias*, 6(3), 349-359.

- Gutiérrez, W. (2018). Evaluación técnica de un banco forrajero con la especie *Morus alba* (morera) para la alimentación animal. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD CEAD – Acacias. Recuperado de: [https://repository.unad.edu.co/handle/10\(Jarillo et al., 2018\).596/21143](https://repository.unad.edu.co/handle/10(Jarillo et al., 2018).596/21143)
- Haggar, J., Barrios, M., Bolaños, M., Merlo, M., Moraga, P., Munguía, R., Ponce, A., Romero, S., Soto, G., Staver, C. & Virginio, E. (2011). Coffee agroecosystem performance under full sun, shade, conventional and organic management regimes in Central América. *Agroforestry Systems* 82(3): 285-301.
- Herrera, A., Fierro, H., Y Moreno. D. (2000). Manejo Integrado del cultivo de Papa Manual Técnico. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA. Bogotá.
- Hidalgo, P. (2010). Evaluación del comportamiento productivo de una mezcla forrajera de raygrass (*Lolium perenne*), pasto azul (*Dactylis glomerata*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) mediante la utilización de diferentes niveles de vermicompost. T. d. pregrado, Ed.) Escuela Superior Politecnica de Chimborazo.
- Ibrahim, M. & Botero, J. (1997). Pasturas en callejones. Recuperado de: <https://www.fao.org/3/x6314s/x6314s.pdf>
- Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2011). Manejo fitosanitario del cultivo de la mora (*Rubus glaucus benth*). Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://www.ica.gov.co/getattachment/b7e061eb-ebd3-4f80-9518-c771712405eb/-nbs3bmanejo-fitosanitario-delcultivo-de-la-mora.aspx#:~:text=Mantener%20los%20primeros%2050%20cm,de%20heridas%20en%20las%20plantas.>
- Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), (2020). Herbario digital. *Trifolium repens*. Recuperado de: <https://web.inia.cl/herbariodigital/fichas/24trifolium/#:~:text=Valor%20Nutricional%3A,Materia%20Seca%2073%2C01%25.>
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2015). Sistematización de buenas prácticas de adaptación del sector agropecuario ante el cambio climático. Unión Europea. Disponible en: <http://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/3046/BVE17068958e.pdf;jsessionid=323372EC3F289BAA405E22A6667C238F?sequence=1>
- Instituto Interamericano De Cooperación Para La Agricultura -IICA (2013). Planificación del desarrollo agrario y rural con enfoque territorial. Recuperado de: <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6142/1/BVE17058876e.pdf>
- Izquierdo, J. & Granados, S. (2011). Manual técnico: Producción Artesanal de Semillas de Hortalizas para la Huerta Familiar. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Santiago de Chile. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i2029s/i2029s.pdf>
- Jarillo, J., Castillo, E, & López, S. (2018). Integración de recursos para el establecimiento de sistemas silvopastoriles. Avances de la Investigación Sobre Producción Animal y Seguridad Alimentaria en México. Recuperado de:

https://www.researchgate.net/profile/Luis_Cruz_Bacab/publication/326679463_Efecto_del_uso_de_castana_Artocarpus_camansi_como_suplemento_preiniciador_en_lechones/links/5ba51626a6fdcc3cb69c885/Efecto-del-uso-de-castana-Artocarpus-camansi-como-suplemento-preiniciador-en-lechones.pdf#page=605

- Jiménez, F. & Muschler, R. (2001). Introducción a la agroforestería. Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Módulos de Enseñanza Agroforestal CATIE/GTZ. Pp.1-24.
- Jiménez, W. (2014). Los huertos mixtos tropicales y su papel en la economía familiar rural. Revista Mensual sobre la Actualidad Ambiental. Ambientico. Artículo. Disponible en: https://www.ambientico.una.ac.cr/wp-content/uploads/tainuacan-items/5/25488/243_10-16.pdf
- Jusino, M. I. (2011). El huerto familiar: una alternativa para la producción de hortalizas, legumbres y plantas aromáticas en el hogar. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez, Servicio de Extensión Agrícola
- Lok, R. (1998) El huerto casero tropical tradicional en América Central. En: Huertos Caseros Tradicionales de América Central: características, beneficios e importancia, desde un enfoque multidisciplinario. Costa Rica: Catie. pp. 7-28.
- Matta, L., Saavedra, G., Campos, P., Salcedo, T., Triana, J., Peralta, A., & Escovar, L. (2009). El aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano. Colombia: Produmedios. Recuperado de: <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/671/1/informe%20tesis%20imprimir%20%20Jacob%20Salazar.pdf>
- Mejía, C., Cadavid, A, & Solarte, L. (2013). Bancos Mixtos de Forraje, una herramienta estratégica para la ganadería sostenible en Colombia. Ganadería Colombiana Sostenible. Recuperado de: <http://ganaderiacolombianasostenible.co/web/wp-content/uploads/2017/02/9-BANCOS-MIXTOS-DE-FORRAJE.pdf>.
- Merchancano, J., Castro, E., Hernández, F., Portillo, P. & Cadena, A. (2022). Cultivo y ensilaje de avena (*Avena sativa* L.) en el trópico alto del departamento de Nariño. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, AGROSAVIA. Mosquera. Colombia.
- Muñoz, D., Calvache, D, & Yela, J. (2012). Especies forestales con potencial agroforestal para las zonas altas en el departamento de Nariño. Revista de ciencias agrícolas. Edición 30. Universidad de Nariño. Recuperado de: <https://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/968/1190>
- Murgueitio, E. (2000). Sistemas agroforestales para la producción ganadera en Colombia. Pastos y Forrajes. 23(3):235-250
- Naturista. (s, f). Cerezo Criollo (*Prunus serótina*). Recuperado de: <https://colombia.inaturalist.org/taxa/54834-Prunus-serotina>
- Ojeda, P., Restrepo, J., Villada, D. & gallego, J. (2003). Sistemas Silvopastoriles, Una opción para el manejo sustentable de la Ganadería. Fundación para la investigación y desarrollo agrícola. Santiago de Cali. Recuperado de:

http://137.117.40.77/bitstream/11348/3911/2/2006102417332_Sistemas%20silvopastoriles%20sustentable%20ganaderia.pdf

- Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura (FAO). (2005). Formulación y análisis detallado de proyectos. Dirección del Centro de Inversiones Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Agriculture and Rural Development Department the World Bank. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a0323s/a0Murg323s00.htm#Contents>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, (FAO). (2000). Mejorando la nutrición a través de huertos y granjas familiares. Manual de capacitación para trabajadores de campo en América Latina y el Caribe. Recuperado de: http://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/mejorando_nutricion_huertos_granjas.pdf
- Organización De Las Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura (FAO). (2018). “Fortalecimiento de capacidades institucionales y comunitarias para la recuperación rápida de medios de subsistencia agropecuarios, en zonas afectadas por el conflicto armado interno y eventos climáticos extremos, como estrategia para la generación de resiliencia y contribución a la construcción de paz, Documento en construcción.
- Ortega, D. & Yela, J. (2010). Evaluación de dos sistemas de propagación del arbusto forrajero colla negra (*Smallanthus pyramidalis*) bajo tres densidades de siembra en un arreglo de banco de proteína durante el periodo de establecimiento. Universidad de Nariño. Facultad de ciencias pecuarias. Programa de Zootecnia. Pasto, Colombia. 90 pp.
- Pacheco, E. & Quisbert, A. (2016). Modelos de aprovechamiento sostenible del Aliso (*Alnus acuminata* Kunth) en zona de ladera de bosque de niebla. *Journal of the Selva Andina Biosphere*. Artículo de investigación.
- Panel Intergubernamental Sobre Cambio Climático (IPCC). (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M. L. Parry, O.F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. Van Der Linden and C. E. Hanson, Eds. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976 pp.
- Pardo, O., Pérez, O., Cerinza, O., Pabón, D. & Bueno, G. (2015). Bancos forrajeros en sistemas agrosilvopastoriles para la alimentación animal en el piedemonte del Meta. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA. Recuperado de: <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/12661>
- Pastos y forrajes, (2020). Ficha técnica Avena Forrajera (*Avena sativa*). Recuperado de: <https://infopastosyforrajes.com/pasto-de-pastoreo-de-clima-frio/avena-forrajera/>
- Pastos y forrajes, (2020). Ficha técnica del Trébol Blanco (*Trifolium repens*). Recuperado de: <https://infopastosyforrajes.com/leguminosas-de-clima-frio/trebol-blanco-trifolium-repens/>
- Pumisacho, M., & Velásquez, J. (2009). Manual del cultivo de papa para pequeños productores. INIAP-COSUDE. Recuperado de: <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/840/4/iniapscm78.pdf>

- Ramírez, B., Lavelle, P., Orjuela, J. y Villanueva, O. (2012). Caracterización de fincas ganaderas y adopción de sistemas agroforestales como propuesta de manejo de suelos en Caquetá, Colombia. *Revista colombiana de ciencias pecuarias –RCCP*, 25(3), 391-401.
- Rivas, G. & Rodríguez, A. (2013). El huerto familiar: algunas consideraciones para su manejo. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Serie divulgativa No. 19. Costa Rica. Recuperado de: https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/11784/Huerto_familiar_Completo.pdf?sequence=1
- Salinas, M. (2014). Universidad Politécnica Salesiana. Maestría en Agroecología Tropical Andina. “Determinar el nivel de vulnerabilidad y adaptabilidad climática de los sistemas de producción agroecológica y otros sistemas de producción de las familias de la parroquia San Joaquín en el Cantón Cuenca, Provincia de Azuay. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/8225>
- Sánchez, L., Amado, G., Criollo, P., Carvajal, T., Roa, J., Cuesta, A., Conde, A., Umaña, A., Bernal, L. & Barreto, L. (2010). El aliso (*Alnus acuminata* H.B.K.) como alternativa silvopastoril en el manejo sostenible de praderas en el trópico alto colombiano. Colombia. Corpoica. 2009. 56 p. Recuperado de: http://plantashumedal.weebly.com/uploads/2/0/1/5/20159271/aliso_en_sistemas_silvopastoriles.pdf
- Santos, J., & Orena, S. (2006). Manual de producción de papa para la agricultura familiar campesina. Santiago de Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
- Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). (2015). Establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos y bancos forrajeros. SENA. Recuperado de: https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/4619/sistemas_silvopastoriles_intensivos_bancos_mixtos_%20forraje.PDF?sequence=1&isAllowed=y
- Somarriba, E. (2009). Planificación agroforestal de fincas. Turrialba, Costa Rica, serie materiales de enseñanza No. 49.
- Soto, P., Jahn, E & Oñate, J. (2001). Parcialización de la fertilización nitrogenada en trébol blanco (*Trifolium repens*) y ballica (*Lolium perenne*). Recuperado de: https://puntoganadero.cl/imagenes/upload/_5cc8a00718a0d.pdf
- Tamayo, C., Mena, L. & Dilas, J. (2022). Usos y conocimientos tradicionales asociados al Capulí (*Prunus serotina*) en una zona interandina de Ecuador. Universidad Nacional Autónoma de Tayacaja Daniel Hernández Morillo. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Llamakasun*. Volumen 3. Recuperado de: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwio9IKM-7X7AhU-STABHbm2At8QFnoECBUQAQ&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F8510590.pdf&usg=AOvVaw0SXDwyvaBMVtw4fxi0DRS5>
- Torres, J. Tenorio, A. & Gómez, A. (2008). Agroforestería: una estrategia de adaptación al cambio climático. Propuesta de adaptación tecnológica del cultivo de café y cacao en respuesta al cambio

climático en San Martín. Perú. Disponible en: <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/11/MzM3.pdf>

Torres, M. & Albán, R. (2017). Participatory estimation of community resilience and vulnerability to the climate crisis. Towards transformational adaptation in San José de Galipan, Venezuela. *Espacio Abierto*, vol. 26, núm. 3, pp. 67-89, 2017.

Tortora, G., Funke, R., & Case, C. (2007). *Introducción a la microbiología* (12th ed.). Editorial Médica Panamericana.

Toruña, I., Mena, M., & Guharay, F. (2015). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Carholic Relief Services (CRS). Programa de Gestión Rural Empresarial, Sanidad y Ambiente. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/132680209.pdf>

Uribe, F., Zuluaga, A., Murgueitio, E., Valencia, L., Zapata, A., Solarte, L., Cuartas, C., Naranjo, J., Galindo, W., González, J., Sinisterra, J., Gómez, J., Molina, C., Molina, E., Galindo, A., Galindo, V. & Soto, R. (2011). Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. FEDEGAN – FNG, CIPAV, el Fondo para la Acción Ambiental y la Niñez (Fondo Acción), The Nature Conservancy (TNC), Ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial Global Environment Facility – GEF y el Directorio del Banco Mundial. Bogotá, Colombia. 78 p.

Valverde, F., Córdoba, J. & Parra, R. (1998). Fertilización del cultivo de papa. Quito. EC. INIAP-EESC. 42 p. Recuperado de: <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/840/4/iniapscm78.pdf>

Vélez, A. (2020). Cadenas sostenibles ante un clima cambiante, la papa en Colombia. Alianza CIAT-Biodiversity. Disponible en: https://www.giz.de/en/downloads/GIZ_CIAT_PapaPag_sencillas_web.pdf

Villalva, R., Gutiérrez, E., & Parra, M. (s.f). Producción limpia cultivo de mora (*Rubus glaucus* benth) en el departamento del Huila. Cadena productiva frutícola. Secretaría Técnica. Gobernación del Huila. Recuperado de: <https://sioc.minagricultura.gov.co/Mora/Normatividad/9.%20Manual%20tecnico%20cultivo%20de%20la%20mora%20en%20el%20Huila.pdf>