



**UNIVERSIDAD NACIONAL
“PEDRO RUIZ GALLO”**



**ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**RESTAURACIÓN DE BOSQUE SECO CON LA APLICACIÓN DE LA
TÉCNICA FUKUOKA EN LOS CASERIOS ALITA Y LA PEÑA DEL
DISTRITO DE SALAS- 2017**

TESIS

PRESENTADA PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN

**CIENCIAS CON MENCIÓN EN
INGENIERÍA AMBIENTAL.**

AUTOR:

BACH. ANA MARIA JUAREZ CHUNGA

ASESOR:

Dr. EDUARDO JULIO TEJADA SÁNCHEZ.

LAMBAYEQUE PERÚ. 2017

**RESTAURACIÓN DE BOSQUE SECO CON LA APLICACIÓN DE LA
TÉCNICA FUKUOKA EN LOS CASERIOS ALITA Y LA PEÑA DEL
DISTRITO DE SALAS- 2017**

Bach. Ana Maria Juarez Chunga

AUTOR.

Dr. Eduardo Julio Tejada Sánchez

ASESOR

Presentada a la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional Pedro Ruiz
Gallo para optar el Grado de: MAESTRO EN CIENCIAS CON MENCIÓN EN
INGENIERÍA AMBIENTAL

APROBADO POR:

Dra. Adela Gregoria Chambergó Llontop

PRESIDENTE

Dr. César Estela Campos

SECRETARIO

M. Sc. Josefa Ecurra Puicón

VOCAL

Enero, 2018

DEDICATORIA

Cada momento de nuestras vidas está acompañado de hermosos recuerdos y sentimientos de gratitud, es por ello, que me embarga gran dicha al alcanzar otra de mis metas anheladas, como lo es la Maestría en ingeniería ambiental, la cual se la dedicó a :

Mis amados hijos José Manuel y Carlos Alberto, por esos momentos en los que los descuide, a José mi esposo, por su incondicional apoyo con el que conté en todo momento.

Mi madre, por ser el motor de mis acciones y estar siempre en mi pensamiento y mis hermanos por su apoyo y por compartir todos los momentos más importante de mi vida.

Mi padre y hermanos que ya no están con nosotros, y que desde el cielo guían mis pasos

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de personas que están convencidas de que en la naturaleza esta la solución a los problemas más urgentes de las comunidades más pobres, a ellos mi profundo agradecimiento desde el equipo de Kew Botanical Gardens, la comunidad campesina San Francisco de Asís y cada uno de los comuneros, jóvenes y niños que apoyaron en la dispersión de las bolas de barro.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN

CAPITULO I: ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1 Ubicación del Objeto de Estudio.....	3
1.2. Surgimiento del Problema.....	7
1.3. Metodología.....	8
1.3.1. Método.....	8
1.3.2. Materiales.....	8
1.3.3. Técnicas.....	9
1.3.4. Procedimientos para la recolección de datos.....	9

CAPITULO. II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del Problema.....	11
2.2. Base Teórica.....	16
2.2.1. El Bosque Estacionalmente Seco.....	16
2.2.2. Teoría de la Restauración Ecológica.	18
2.2.3. La Técnica Fukuoka:	22
2.3. Definición de Términos:	26
2.4. Marco Normativo:.....	28

CAPITULO III. RESULTADOS

3.1. Selección de Áreas y Semillas.....	29
3.1.1. Selección del Área.....	29
3.1.2. Descripción de las Especies	30
a. <i>Colicodendrum scabridum</i> (sapote).....	30

b. <i>Prosopis pallida</i> (algarrobo).....	32
c. <i>Beautempsia avicennifolia</i> (vichayo)	33
d. <i>Vallesia glabra</i> (cun cun).....	34
e. <i>Cordia lutea</i> (overo).....	35
3.1.3. Selección de semillas.....	36
3 2. Pruebas de Germinación.....	38
3.3. Aplicación de la Técnica Fukuoka.....	40
3.4. Adecuación del Sistema de Germinación.	42
3.5. Dispersión del Sistema de Germinación.....	43
3.6. Evaluación de la Eficiencia.....	46
3.6.1.. Germinación.....	46
3 6.2. Evaluación a un mes de la germinación.....	53
CAPITULO. IV. DISCUSION.....	57
CAPITULO. V. CONCLUSIONES.....	61
CAPITULO VI. RECOMENDACIONES.....	62
CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
ANEXOS	70

RESUMEN

La restauración de ecosistemas en zonas desérticas generalmente tiene problemas de aplicación debido a las condiciones climáticas, principalmente, la escasez de agua y condiciones antrópicas, especialmente, la ganadería extensiva que se da en estos espacios, por lo que se presenta el trabajo de investigación denominado Restauración de Bosque Seco con la aplicación de la técnica Fukuoka en los caseríos Alita y La Peña del Distrito de Salas- 2017, con el propósito de ofrecer una alternativa al creciente problema de desertificación que se tiene en el ámbito costero. La aplicación de la técnica Fukuoka como principal característica es regenerar espacios con especies propias del ecosistema, con bajos costos económicos y de mano de obra; además es fácil aplicación y puede esperar sin ningún inconveniente las lluvias, lo que asegura el éxito del emprendimiento, además no requiere de mayor tecnología para su desarrollo por lo que puede ser empleada por los pobladores que quieran restaurar un espacio. Los resultados con cinco especies de bosque seco de la costa norte del Perú, muestran un nivel de eficiencia de germinación entre 9 % al 56 % en especies arbóreas y 6,1 % a 11,3 % en especies arbustivas; lo que permite restaurar las condiciones del espacio que se encuentra degradado; siendo la densidad de siembra de 5 x 5 m más efectiva (entre 39,8 % y 46,2 %). Asimismo, al mes de iniciado el proceso, la densidad vegetal es muy alta permitiendo una expectativa de restauración bastante promisorio para las áreas.

ABSTRACT

The restoration of ecosystems in desert areas usually has problems of application due to climatic conditions, mainly, water scarcity and anthropogenic conditions, especially the extensive livestock farming that occurs in these spaces, so the research work called Restoration of dry forest with the application of the Fukuoka technique in the Alita and La Peña hamlets of the Salas-2017 District, with the purpose of offering an alternative to the growing problem of desertification in the coastal area. The application of Fukuoka technique as the main characteristic is to regenerate spaces with species specific to the ecosystem, with low economic and labor costs; It is also easy to apply and can expect rain without any inconvenience, which ensures the success of the venture, also does not require more technology for its development so it can be used by residents who want to restore a space. The results with five species of dry forest of the north coast of Peru, show a level of efficiency of germination between 9% to 56% in arboreal species and 6,1% to 11,3% in shrub species; what allows to restore the conditions of the space that is degraded; being the sowing density of 5 x 5 m more effective (between 39.8% and 46.2%). Also, a month after the process started, the plant density is very high, allowing for an expectation of restoration that is quite promising for the areas.

INTRODUCCIÓN

Las propuestas de restauración de áreas con degradación de bosque suelen tener inconvenientes como factores ambientales naturales como la disponibilidad de agua, la predación de las plántulas así como de las semillas dispersas tanto por insectos como por aves; así mismo factores de presión antrópica como la ganadería extensiva; y económicos, puesto que la restauraciones tradicionales involucra costos de vivero como bolsas, sustratos, traslado desde vivero a campo definitivo, entre otros. Además teniendo en cuenta que los paisajes constituyen los sistemas dinámicos, y que la generación de estos de forma natural tarda cientos de años en completarse, se busca alternativas de bajo costo y fácil aplicación donde gracias a la intervención humana se puede acelerar a pocas décadas; por lo que ante esta situación se busca obtener resultados óptimos a través de la técnica Fukuoka o Nendo Dango (bolas de barro con semillas) creada por Masanobu Fukuoka, quien desarrolló este método de agricultura natural, que puede ser aplicado con éxito para frenar la desertización. Con la aplicación de esta técnica se puede incorporar al proceso ecológico; la cubierta de barro aporta una capa mínima de suelo, estas crean las condiciones necesarias que permiten germinar a especies arbustivas, rastreras y arbolillos en general lo que comúnmente se conoce como monte bajo, que ayudarán a crear más suelo, permitiendo que las especies arbóreas que se incluyan en las bolitas de barro no tengan dificultades para crecer, por falta de humedad y de abrigo que se genera en el monocultivo considerando que el suelo desnudo produce mayor vulnerabilidad al plantón tanto por el ambiente como por la presión ganadera; teniendo un porcentaje mayor de éxito en la restauración de ecosistemas sin generar gastos altos y que puedan ser replicados por los campesinos que son los usuarios directos del bosque .

En el distrito de Salas existe una constante preocupación por restaurar espacios de bosque que han sido dañados por la sobre exploración del bosque a través del sobre pastoreo o que vienen siendo afectados por la plaga de la especie algarrobo que cada día reduce la cobertura vegetal verde, y con ellos afectando considerablemente a las principales actividades económicas de los comuneros tales como la ganadería y la apicultura, estos espacios dentro de la comunidad campesina San Francisco de Asís, en la actualidad están siendo atendidos por parte de sus comuneros e instituciones que vienen apoyando actividades relacionadas con la restauración de los bosque de la comunidad como es el Jardín Botánico de KEW, la restauración implica diferentes pasos para la preparación del material a reforestar, por lo que se planteó utilizar la técnica Fukuoka con fines de restauración del bosque seco en la parte baja del distrito de Salas, Lambayeque, desarrollando los siguientes objetivos específicos: Seleccionar las áreas y semillas a emplear en el proceso de restauración; emplear la técnica de Fukuoka en el área seleccionada y evaluar la eficiencia de la técnica en bosque seco de la parte baja de Salas, ya que esta es una alternativa recomendable para la dispersión de semillas en bolas de barro donde la reducción de costos es considerable y los resultados son significativos.

CAPITULO I: ANÁLISIS DEL OBJETO DE ESTUDIO

1.1 UBICACIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO:

El presente trabajo de investigación se desarrolló en los caseríos Alita y La Peña pertenecientes al distrito de Salas, ubicado en la Provincia de Lambayeque, Departamento de Lambayeque (644367.49 m E; 9301210.37 m S y 651172.40 m E; 9301752.32 m S); entre los 115 y los 2800 metros sobre el nivel del mar (msnm). Los caseríos Alita y La Peña se encuentran ubicados entre los 115 y los 1050 msnm (Instituto Geográfico Nacional, 1986), al margen derecho de la carretera Chiclayo- Salas a unos 15 minutos en mototaxi y 1 hora a pie.

a. CLIMA:

El clima es propio del Bosque Seco Ecuatorial: en la mayor parte del año, durante el día es seco, cálido, soleado y por el atardecer, fresco y con vientos regulares. Presenta lluvias esporádicas durante los meses de diciembre – abril, con mayor incidencia cuando ocurre el evento “El Niño”. La temperatura media es de 28 °C y en los meses de junio – agosto llega a descender hasta los 18°C (SENAMHI, 2012).

El área seleccionada corresponde a la Provincia Biogeográfica Desierto Tropical del Pacífico y las Zonas de Vida: Desierto Superárido Tropical (ds – T) y Desierto Superárido Premontano Tropical (ONERN, 1995).

b. TIPOS DE VEGETACION:

La vegetación se puede determinar en el área de intervención como 2 tipos de Unidades Vegetales:

1. Caserío Alita:

Asociación de *Prosopis* – *Capparis*. Dominancia absoluta y compartida de algarrobo (*Prosopis pallida*) y sapote (*Colicodendrum scabridum*), en proporción al 50%, en algunas áreas con ligera dominancia de

sapote. El algarrobo se presenta en poblaciones de 8 árboles / ha. y el sapote en 9 árboles / ha.

2. Caserío La Peña:

Asociación de Prosopis – Capparis. Dominancia de sapote (*Colicodendrum scabridum*), 2 a 1 con respecto a algarrobo (*Prosopis pallida*). El algarrobo se presenta en poblaciones de 5 árboles / ha. y el sapote en 10 árboles / ha.



Figura 1. Área seleccionada para sembrar las bolas de barro, caserío Alita – Salas 2017 (Fuente: Registro fotográfico propio).

c. FLORA:

El área de estudio pertenece a la Ecorregión Bosque Seco Ecuatorial o Provincia Biogeográfica Desierto Pacífico Tropical, las especies forestales dominantes son el “algarrobo” y “sapote”. Entre las principales especies de plantas tenemos:

Árboles:

“Algarrobo” *Prosopis pallida*, “sapote” *Colicodendron scabridum*,
“overo” *Cordia lutea*, “faique” *Vachellia macracantha* y “palo verde”
Parkinsonia praecox.

Arbustos:

“Vichayo” *Beautempsia avicennifolia*, “cuncuno” *Vallesia glabra*,
“chaquiro” *Pithecellobium excelsum*, “cactus gigantón” *Neoraimondia*
arequipensis.

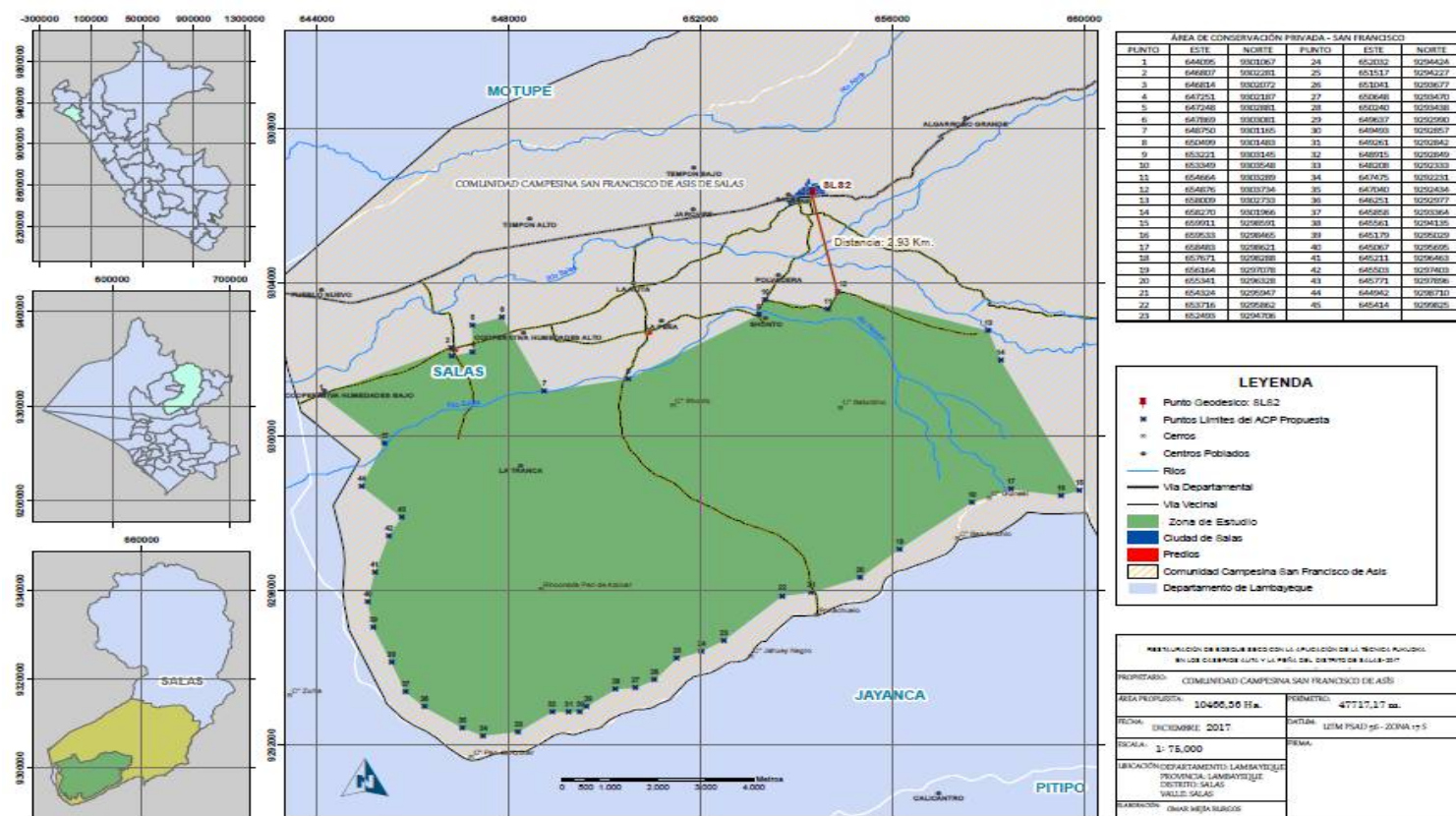


Figura 2. Mapa de localización del objeto de estudio. Caseríos Alita y La Peña-Salas. 2017.

1.2. SURGIMIENTO DEL PROBLEMA:

El bosque seco es un ecosistema complejo y a la vez frágil, crece y disminuye según los periodos húmedos y secos, es así, que durante el periodo de lluvias excepcionales producidas por el fenómeno de El Niño la vegetación reverdece y se incrementa; mientras que durante el periodo seco recibe las mayores presiones de uso y por lo tanto reduce su extensión debido a factores antrópicos y naturales. El bosque seco es generador de bienes y servicios ambientales del cual depende la supervivencia de miles de familias que habitan en este ecosistema. En los últimos años han existido escasos proyectos de restauración significativos para el mismo, lo que, asociado a la tala ilegal y el limitado cumplimiento de los planes de manejo forestal, relacionado con las inadecuadas políticas para la conservación y uso sostenible de los bosques secos, debido a que la Ley Forestal y de Fauna Silvestre está más orientada al manejo de los bosques húmedos tropicales, existiendo vacíos legales, genera la pérdida de la cobertura vegetal, convirtiéndose en la problemática principal de los bosques secos. Esta pérdida de cobertura se da tanto para especies arbóreas como para pastos y especies arbustivas asociadas a los árboles; y siendo el bosque seco un ecosistema frágil, las malas prácticas efectuadas en él, también afecta el banco de germoplasma natural (semillas depositadas en el suelo), así como la fauna y micro fauna existente. En términos económicos las pérdidas ocasionadas son cuantiosas, debido que se afecta las actividades económicas: ganadería, apicultura y la transformación de la algarroba.

Los bosques secos de la costa peruana actualmente sufren presiones como la agricultura intensiva, la ganadería, la tala selectiva, problemas sanitarios, etc., lo que favorece la creciente desertificación, generando que sea más difícil la restauración natural de los bosques, aun con presencia de lluvias, lo que obliga a realizar restauraciones artificiales, no teniendo mucho éxito las reforestaciones típicas ya que se requiere mucho trabajo u equipos para la reforestación masiva; esto genera gastos

considerables que son asumidos por programas de estado o apoyos de ONG. Estos gastos, son difíciles de asumir por los miembros de una Comunidad Campesina; teniendo como elemento adicional de que estos sistemas de reforestación practican el monocultivo, usando principalmente algarrobo y en segundo lugar sapote, que si bien es cierto son los arboles principales del bosque seco de la costa, omitiendo un enfoque ecosistémico de las especies, lo que termina con fracasos y la consecuente muerte de los plantones establecidos, y con ello la decepción y desánimo de los beneficiarios.

1.3. METODOLOGÍA

1.3.1. METODO:

Se empleó la metodología de la restauración ecológica en su forma de reconstrucción de ecosistemas (Bradshaw, 1983), utilizando la técnica de Fukuoka, para el establecimiento de individuos de especies nativas en 4 áreas degradadas de bosque seco de llanura de los caseríos Alita y La Peña del distrito de Salas, provincia y departamento de Lambayeque, en 2 parcelas de 0,1 ha y 0,625 ha, en cada caserío. Asimismo, corresponde a un tipo de investigación pre-experimental (Hernández, Fernández y Baptista, 2010), utilizando un solo grupo donde se aplica el estímulo.

1.3.2. MATERIALES:

1. Semillas de 5 especies diferentes, considerando las más representativas en los ecosistemas a reforestar: especies nativas existentes con un total de 4500 semillas.
 - *Colicodendron scabridum* (sapote) 5 00 semillas.
 - *Prosopis pallida* (algarrobo) 1 000 semillas.
 - *Beauphysa avicennifolia* (vichayo) 1 000 semillas.
 - *Vallesia glabra* (cun cun) 1 000 semillas.
 - *Cordia lutea* (overo) 1 000 semillas.
2. Barro con las siguientes proporciones: 50 % arcilla, 30 % materia orgánica y 20 % arena.
3. Cartografía del lugar.

1.3.3.TÉCNICAS :

a). Para el trabajo de restauración se realizó una prueba de germinación previa a la aplicación de la técnica de Fukuoka, siguiendo los siguientes pasos (figura 3):

1. Se obtuvo una muestra de semilla del banco de semillas del Vivero La Peña-Salas y de muestra fresca para el caso de *Colicodendron scabridum*, “sapote”.
2. Se tomaron 10 semillas por especie al azar de cada una de las especies a emplear en la técnica.
3. Se dio el pretratamiento o siembra directa, según el comportamiento de la especie.
4. Se sembraron las semillas en una cama de arena.
5. Se evaluaron los resultados de la prueba que superaron el 80 % y se cambió el material de siembra por uno de mejor calidad cuando el porcentaje fue menor.

b) La técnica Fukuoka, consiste en encapsular semillas para su protección. Eligiendo preferentemente las variedades locales de cada zona, debido a su mejor adaptación genética. En este caso las especies son las frecuentes del bosque seco, arriba mencionadas. Estas semillas deben ser mezcladas en seco dentro de un depósito cerrado.

1.3.4. PROCEDIMIENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.

Los instrumentos de recojo de información estuvieron sujetos al trabajo realizado tanto en la primera como en la segunda fase.

En la primera concerniente a la delimitación del área a restaurar se empleó como instrumentos de geomedición (GPS), software de monitoreo de bosque (dron Kew Botanical Garden) e imágenes satelitales de mapeo.

Para la aplicación de la técnica, los instrumentos de recojo de información fueron fichas de campo preparadas de acuerdo a especie.

Por otro lado en la evaluación de los resultados se realizó mediante empleo de hojas de cálculo Excel.



Figura 3. Flujograma de la técnica empleada la Restauración de Bosque Seco. Caseríos Alita y La Peña-Salas. 2017.

CAPITULO. II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA:

a) Internacional.

La desertificación es la degradación de las tierras que ocurre en zonas áridas, semi-áridas y sub-húmedas. La degradación es el resultado de diferentes factores tales como variaciones climáticas y actividades humanas, específicamente las complejas interacciones entre los factores físicos, biológicos, políticos, socio-culturales y económicos. La degradación de la tierra puede ocurrir en cualquier lugar, pero sólo cuando ocurre en zonas áridas, semi-áridas y áridas sub-húmedas se denomina desertificación (UNCCD, 1994).

Para la Convención Mundial de Lucha contra la Desertificación (1994), la desertificación es un proceso de degradación del medio físico y biológico por el cual tierras económicamente activas de los ecosistemas áridos, semiáridos y subhúmedos, pierden su capacidad de revivir o de regenerarse a sí mismas, desarrollando, en casos extremos, un ambiente incapaz de contener a las comunidades que antes dependían de ellas. Este proceso está asociado a la pérdida general de productividad de los ecosistemas afectados, impactando a las actividades humanas, limitando la capacidad de sustentación, reduciendo las fuentes de ingreso y deteriorando la calidad de vida de la población. Es un problema ambiental global que tiene alcances significativos y se ha constituido en una amenaza para millones de personas, en particular para los pobres que ocupan parte importante de las zonas áridas, afectando la producción agrícola y la disponibilidad de alimentos.

Una de las formas de lograr la conservación de bosques es a través de la restauración y recuperación de tierras degradadas o ecosistemas intervenidos; son variados los trabajos al respecto y a nivel general es importante mencionar que en Brasil, se desarrolla desde 1989, un marco de legislación favorable para los proyectos de restauración tanto a nivel

nacional (en especial para la Mata Atlántica) como específicos para algunos estados (Calmon, et. al. 2011).

Murcia y Guariguata, 2014, mencionan que los esfuerzos de restauración ecológica en Sudamérica, tienen su máxima expresión a partir del año 2002, con proyectos de pequeña cobertura; pero significativos en Colombia, cuya motivación principal fue la de proteger las cuencas hídricas del país.

De la misma forma la Universidad Nacional de Colombia, (2007), elabora una Guía Metodológica para la restauración en base a experiencias de micrositios de plantación con utilización de especies nativas, perchas de alimentación de aves y plantas nodrizas en sitios degradados y con barreras naturales y antrópicas de los andes colombianos; asimismo en bosque seco, López (2011), propone un diseño de restauración ecológica para la Reserva Natural Sanguaré-Sucre, Colombia, conservando la vegetación circundante, como alternativa para enfrentar las amenazas antrópicas del Área.

En Chile, Altamirano (2008), presenta una síntesis de las experiencias de restauración ecológica en bosque esclerófilo y sistemas naturales mediterráneos en el país, concluyendo que los esfuerzos de conservación tradicionales han tenido un nivel de éxito limitado, teniendo como alternativa el manejo sustentable de comunidades con poblaciones nativas. Por otro lado, Fernández, et. al. (2010), desarrollan un trabajo de búsqueda de casos de restauración de ecosistemas degradados por incendios forestales en Chile, catalogando de ecosistemas muy susceptibles los correspondientes a bosques secos y formaciones esclerófilas costeras, sumado a problemas comunes de extracción de leña, producción de carbón, sobrepastoreo, sustitución por cultivos agrícolas, entre otros.

En el Congreso Colombiano de Restauración Ecológica (2011), denominado: La restauración ecológica en la práctica, se presentaron

experiencias de restauración en diferentes ecosistemas, teniendo en común el origen (necesidades de reducción de espacios degradados por actividades diversas) y la conservación de los elementos del medio en la práctica. Estos ecosistemas corresponden a Bosque estacionalmente seco en Colombia (Ceccón, 2011; Torrijos, Prieto y Suárez, 2011); sistemas agropecuarios en Colombia (Calle, Murgueitio y Chará, 2011; Ávila y Franco, 2011); bosques altoandinos (Montenegro y Vargas, 2011; León, 2011). En otro tipo de ecosistemas las experiencias son similares tanto en ecosistemas tipo Manglares, en México (Agraz, 2011), bosque de ribera, humedales y ríos en Colombia y España (Arroyave, Uribe y Posada, 2010, Magdaleno, 2011, Chará, et. al., 2011; Elosegui y Diez, 2011; Giraldo, et. al., 2011).

El Manual práctico del método Nendo-dando (2011), manifiesta que este método que propone Fukuoka para la reforestación (reverdecer) es una especie de pildorización o encapsulado. Consiste en embadurnar semillas en una capa de arcilla y hacer bolas de un grosor determinado dependiendo del tamaño de cada semilla. El fin es el de protegerla una vez depositada en el terreno y evitar que sea alimento de pájaros, roedores y otros animales. Las semillas están así protegidas a la espera de la época lluviosa. En ese momento la arcilla absorbe el agua y la semilla la utiliza para poder germinar. Este sistema es mucho más eficiente, según Fukuoka, que los métodos tradicionales de reforestación: aproximadamente hay un 2% de éxitos de germinación con el método de pildorización frente al 0,2% de otros sistemas. Un sistema sencillo pero que requiere cierta especialización a la hora de realizar las bolitas de arcilla o "nendo dango". Sobre esta técnica merece citarse la tesis de Suárez, 2011, denominada Evaluación de la técnica Nendo Dango como estrategia complementaria en tratamientos de dispersión de semillas para la restauración ecológica en cinco áreas alteradas del Distrito Capital, desarrollada en la Universidad Distrital Francisco José Caldas-Colombia, en la que se mencionan como barreras de restauración las actividades humanas que conllevan a la disminución de propágulos de dispersión de las especies claves.

b) Nacional.

Sobre la conservación de bosques en el Perú, MINAM, 2016, manifiesta que ésta en el Perú, apunta a lograr su gestión sostenible bajo los diversos objetivos de manejo que la normatividad y los criterios técnicos permiten; desde las áreas naturales protegidas de uso indirecto hasta la producción permanente de madera, otros productos forestales e incluso la recuperación de tierras desboscadas a través de sistemas agroforestales.

El Bosque Tropical Seco, se localiza en la costa norte del Perú, entre las regiones de Tumbes, Piura y Lambayeque y cubre una superficie de 3, 230,263 ha (INRENA, 2003). Los bosques tropicales secos son formaciones vegetales que se distribuyen desde el nivel del mar hasta aproximadamente 1600 metros de altitud, con precipitaciones anuales que oscila entre 60 a 400 mm en las zonas bajas y alcanzar los 1600 mm en zonas de mayor altitud, así como prolongados periodos de sequía que, por lo general, duran entre seis y nueve meses; las temperaturas medias varían de 17 a 27 °C y la napa freática fluctúa entre 15 y 60 m de profundidad. Consecuentemente los procesos ecológicos son marcadamente estacionales y la productividad primaria neta es menor que en los bosques húmedos porque solo se da en la temporada de lluvias. Los árboles de estos bosques además son de menor estatura y área basal que los de los bosques tropicales húmedos (Linares-Palomino, R. 2004).

Los Bosques Tropicales Secos de acuerdo a su relieve fisiográfico se clasifican en Bosque Tropical Seco de Montaña, Bosques Tropical Seco de colinas y Bosque Tropical seco de Llanura, este último constituye el más productivo, según estudio de caso el valor económico total de los servicios ecosistémicos del bosque seco de llanura de Piura asciende aproximadamente a 73 millones de nuevos soles por año, valor importante por su contribución a la economía local (Orihuela, C; Albán, L. 2012).

Estos bosques han sido calificados por el Banco Mundial y por el Fondo Mundial para la Naturaleza, como sobresalientes a nivel global por su distintividad biológica; asimismo, de acuerdo a su estado de conservación final es calificado como ecosistema en peligro, asignándole máxima prioridad de conservación (INRENA, 2001), también estas zonas están considerados como ecosistemas más severamente amenazados en el mundo, por el alto grado de pérdida de cobertura de su distribución original.

c) Local.

Los bosques secos tienen marcada importancia para el desarrollo socio económico de las poblaciones rurales de la costa norte del Perú; se estima que 35,000 familias (11 mil familias en Lambayeque y 24 mil en Piura) viven y dependen directamente de este ecosistema, aprovechando los productos maderables (madera, leña y carbón) y no maderables (hojas y frutos) los que, a su vez, sustentan actividades como la ganadería, apicultura y transformación de los frutos del *Prosopis* sp, en jarabe o algarrobina, harina de algarroba y otros, generando ingresos económicos para solventar la precaria economía familiar (Cuba, 1998).

Esta región está fuertemente influenciada por eventos ENSO (El Niño-Southern Oscillation), que son importantes en los procesos de regeneración de los bosques secos (Holmgren et al., 2006; Richter & Ise, 2005). A pesar que estos bosques son considerados por algunos autores como bosques degradados, con baja diversidad biológica y estructural (Gentry, 1995), se ha demostrado que poseen un alto valor biológico (Aguirre-Mendoza et al., 2006; Sánchez et al., 2006) y cultural, ya que han sido fuente de vida para diversas culturas y grupos humanos (p. ej. Sicán) por cerca de 10,000 años (Hocquenghem, 1999).

3.2 BASE TEÓRICA

3.2.1. EL BOSQUE ESTACIONALMENTE SECO:

La vegetación más característica de la región del noreste peruano, en especial de los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque, es la de los bosques estacionalmente secos (Ferreyra, 1983; Linares-Palomino 2004).

El área del bosque seco es considerado una zona de importancia biológica por ser un ecosistema singular, muy amenazado y poco conocido, con presencia de especies endémicas y un importante grado de diversidad local y regional en una superficie relativamente reducida; por esta razón ha sido recientemente incluido entre los “puntos calientes” o hotspots del mundo, para su estudio y conservación (Mittermeier et al., 2005).

Linares-Palomino et al., (2010) menciona que en el bosque estacionalmente seco del Pacífico Ecuatorial, comprende el oeste del Ecuador y el noroeste del Perú, y determinan que las regiones altas, entre 1 000 y 1 100 m de altitud resultaron más ricas en número total de especies y número de especies endémicas respecto a las regiones bajas, menores de 500 m de altitud, que resultaron comparativamente más pobres; de un total de 54 familias con 180 géneros y 313 especies, 67 especies (21% del total) resultaron endémicas.

según AIDER 2015, en los bosques secos se pueden encontrar una diversidad de especies vegetales arbóreas, identificadas por ellos como: algarrobo (*Prosopis pallida*), angolo (*Phitecellobium multiflorum*), azote de cristo (*Parkinsonia aculeata*), barbasco (*Piscidia carthagenensis*), ceibo (*Ceiba trichistandra*), cerezo (*Muntingia calabura*), charán (*Caesalpinia paipai*), guayacán (*Tabebuia crysantha*), hualtaco (*Loxopterigium huasango*), oreja de león (*Alseis peruviana*), palo santo (*Bursera graveolens*), palo verde (*Cercidium praecox*), pasallo

(*Eriotheca ruizii*) y sapote (*Capparis scabrida*). Entre las especies arbustivas destacan: aromo (*Acacia huarango*), borrachera (*Ipomoea carnea*), cuncún (*Vallesia glabra*), charamusco (*Encelia canescens*), overo (*Cordia lutea*), satuyo (*Capparis cordata*) y vichayo (*Capparis ovalifolia*). además de herbáceas y gramíneas de carácter temporal que aparecen abundantemente en el periodo de lluvias, constituyendo la pradera asociada al bosque, y que sirve de alimento al ganado. Entre estas destacan las siguientes especies: bejuco de ganado (*Ipomoea crassifolia*), hierba blanca (*Alternanthera pubiflora*), frejolillo (*Erythrina sp.*), manito de ratón (*Coldenia dichotoma*), alfalfilla (*Tephrosia cinerea*), jaboncillo (*Luffa operculata*), yuca de monte (*Apodanthera biflora*), yuca de caballo (*Proboscidea altheaefolia*), pega pega (*Boerhavia erecta*), coquito (*Cyperus esculentus*), pajilla (*Aristida adscencionis*), calaverita (*Antephora hermaphrodita*), corrihuela (*Ipomoea aegyptia*), miñate (*Desmodium sp.*) y verdolaga (*Portulaca oleracea*).

La sucesión vegetal desde el punto de vista de la ecología vegetal, son los cambios en cuanto a los patrones de distribución de las plantas y la composición específica de las comunidades en el tiempo, fueron señalados históricamente como un fenómeno natural y común por diferentes autores desde tiempos remotos (Miles, 1987).

Clements (1904; 1916) es quien ofreció una primera teoría clara acerca del fenómeno de sucesión en plantas, la cual dominó el pensamiento científico durante la primera mitad de este siglo. Este autor, definió la sucesión vegetal como una secuencia de reemplazo de comunidades de plantas, en un proceso unidireccional y determinístico que involucra la convergencia de las comunidades hacia un estado de equilibrio “clímax”, cuyas características son controladas exclusivamente por el clima regional.

Margalef (1958, 1963 y 1968) y también Odum (1969 y 1971), definen el proceso de sucesión vegetal en términos de atributos funcionales, en la

búsqueda de leyes generales para los ecosistemas. En este sentido Margalef (op. cit.), desde la teoría de la información, considera la sucesión como un proceso de auto organización que ocurre en todos los sistemas, siendo equivalente a un proceso de acumulación de información. Odum (op. cit.) por su parte, enumera una serie de tendencias sucesionales en los parámetros de las comunidades y ecosistemas (biomasa, diversidad) que describen la tendencia de cambio de los mismos hacia situaciones de máxima homeostasis.

3.2.2. TEORIA DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA:

La restauración ecológica se define como “el proceso de alteración intencional para establecer un ecosistema histórico nativo. El objetivo de este proceso es emular la estructura, función, diversidad y dinámica del ecosistema en cuestión” (Primack et al., 2001; Aronson et al., 1993). Además la ecología de la restauración se refiere al estudio e investigación científica sobre los métodos utilizados para realizar dichas restauraciones (Cairns y Heckman, 1996 en Primack et al., 2001). La restauración ecológica es uno de los muchos ámbitos comprendidos por la ecología aplicada, la práctica de la restauración ecológica hacen de ella un experimento ideal para las teorías científicas, es por esta razón que la restauración es considerada el “test ácido” de la ecología, ya que su práctica representa una prueba fehaciente de las teorías propuestas (Bradshaw, 1983; Young et al., 2005).

La restauración ecológica se hace una práctica cada vez más importante, y con más énfasis en aquellas partes del mundo con más degradación ambiental. En la actualidad, la restauración ecológica también encuentra su origen en los intentos políticos y económicos por restaurar zonas para hacerlas más productivas (recuperar su valor económico).

Son variadas las formas de restauración que existen: restauración de especies, restauración del paisaje, restauración cultural, restauración de ecosistemas, entre mucho otros. Se han distinguido cuatro formas o

aproximaciones de recuperación de hábitat o ecosistemas, las cuales están dadas por la ecología de la restauración, la que provee los estudios y formas técnicas para recuperar los sitios degradados (Bradshaw, 1983). Las cuatro aproximaciones son las siguientes:

a. Ausencia de acción: Esta se puede dar por diversas causas, por lo costoso de realizar la restauración, porque estudios y experiencias anteriores han sido fallidas o por que se ha demostrado que el sistema es capaz de recuperarse sólo.

b. Reemplazo: Esta se da cuando se cambia un ecosistema degradado o en mal estado por un sistema productivo. Esta puede darse al cambiar un bosque muy degradado por praderas productivas, o por una plantación con especies de mayor valor maderero, etc. Es también llamada “creación de hábitat” ya que establece una comunidad biológica y restaura ciertas funciones ecosistémicas.

c. Rehabilitación: Busca la reparación de un sistema dañado y la recuperación de algunas de las especies originales y funciones del ecosistema. Un ejemplo de esta es la plantación de árboles nativos en un bosque degradado. Esta generalmente se centra en la rehabilitación de las especies dominantes del sistema natural o nativo.

d. Restauración o reconstrucción: Esta considera la estructura comunitaria, la composición de especies y el restablecimiento de procesos ecológicos por medio de un programa activo de modificación del sitio y reintroducción de especies, logrando de esta forma la mayor similitud con el ecosistema original.

Higgs (1997) plantea que para lograr una buena restauración ecológica es necesario establecerse una meta, y la fijación de esta es un asunto ético como técnico. Una buena restauración debe ser en sus procesos y orientaciones; efectiva, eficiente y de conceptos amplios (o expandidos). El primer punto se refiere a la fidelidad ecológica de la restauración, dicha fidelidad tiene tres principios: replicación estructural/composicional, éxito funcional y durabilidad. El segundo punto trata de una restauración eficaz pero lograda con la menor

cantidad de tiempo, trabajo, recursos y materiales posibles, es la parte de la restauración que valora la naturaleza desde un punto de vista antropocéntrico. El último punto contempla una visión integrada y holística al momento de restaurar, que incluya aspectos históricos, sociales, culturales, políticos, estéticos y morales, haciendo que la restauración se acople a dichos aspectos.

La restauración ecológica es una gran herramienta para mejorar y potenciar una gran variedad de aristas. Existe un beneficio directo sobre las sociedades, ya que mejora la calidad de vida, aumentan las áreas verdes, disminuye la polución ambiental, disminuyen los desastres naturales como aluviones y derrames de cauces de aguas, etc. A nivel ecológico la restauración proporciona fuentes de alimento, nichos, y hábitat apropiado para la vida de la flora y fauna nativa, como sitios de nidificación para aves por ejemplo, además de recuperar las funciones y procesos del ecosistema, recuperando la armonía que existió alguna vez. Asimismo, la restauración ecológica es una eficaz herramienta para la conservación de especies amenazadas, ya que la mayoría de estas se encuentran en este estado por destrucción de hábitat y fragmentación del territorio (Hobbs y Lleras, 1995 en Primack et al., 2001). Por todo lo anterior es que al recuperar un sistema se debe pensar en la amplitud de la restauración, ya que por más que esta se realice en un lugar privado, no deja de existir siempre una gran componente pública, ambiental y social. Ya que los sistemas ecológicos no están aislados y forman parte del paisaje, en donde sus límites sociales y ambientales son mucho más extensos que los físicos.

3.2.3. Selección de semillas para restauración de bosques.

Para tener buenas características y aumentar el valor económico, ambiental de los futuros de árboles, es necesario usar sólo los mejores, tanto para producir semilla como para formar la población de mejoramiento; por lo tanto, se debe tener gran cuidado en la selección de estos; por lo que en primera instancia, son seleccionados por su

superioridad fenotípica, ésta puede deberse a factores genéticos o ambientales.

Los parámetros de selección comúnmente evaluados son la altura, diámetro a la altura del pecho (DAP), forma del fuste (rectitud y circularidad), ramificaciones, libre de plagas y enfermedades y edad de fructificación (Chang 1987). Los árboles semilleros deben contar con la edad suficientemente joven para poder desarrollar copas frondosas y una buena producción de semillas; asimismo, la calidad genética de la fuente de semilla de especies arbóreas es el factor decisivo de los buenos resultados para cualquier programa de reforestación o restauración.

La selección de una fuente de semilla parte del supuesto que, las características de los árboles de los cuales se cosechan las semillas sean transmitidas a su descendencia (Sotelo y Weber 1997). Los materiales forestales de reproducción como frutos, semillas, plantas y partes de plantas utilizadas en el proceso de germinación natural o artificial, constituye:

a) Características del árbol: Diámetro a la altura de pecho (DAP), forma y longitud del fuste, forma de la copa; Altura, ángulo, densidad y resistencia a la ruptura de las ramas; densidad del follaje y profundidad de la copa, densidad básica (dureza), presencia de resinas, látex; producción; resistencia/susceptibilidad a enfermedades, plagas de insectos.

b) Características del lugar, accesibilidad.

c) Características fenológicas: Edad de la primera floración (o referencia de haber fructificado), duración de la producción de flores y semillas; periodicidad de la floración y fructificación.

La elección del árbol óptimo fue realizando la comparación subjetiva ocular, para estimar la superioridad respecto a las características planteadas.

3.2.4. LA TÉCNICA FUKUOKA:

Fukuoka practica un sistema de cultivo que él llama "agricultura natural". Aunque algunas de sus prácticas son específicas a Japón, la idea que rige su método se ha aplicado con éxito alrededor del mundo. Su sistema se encuadra dentro del ámbito de la Permacultura. La esencia del método de Fukuoka es reproducir las condiciones naturales tan fielmente como sea posible de modo que el suelo se enriquece progresivamente y la calidad de los alimentos cultivados aumenta sin ningún esfuerzo añadido.

A. Principios de trabajo:

- No arar: de esta forma se mantiene la estructura y composición del suelo con sus características óptimas de humedad y micronutrientes.
- No usar abonos ni fertilizantes: mediante la interacción de los diferentes elementos botánicos, animales y minerales del suelo, la fertilidad del terreno de cultivo se regenera como en cualquier ecosistema no domesticado.
- No eliminar malas hierbas ni usar herbicidas: éstos destruyen los nutrientes y microorganismos del suelo, y sólo se justifican en monocultivos. Pero Fukuoka propone una interacción de plantas que enriquece y controla la biodiversidad de un suelo.
- No usar pesticidas: también matan la riqueza natural del suelo. La presencia de insectos puede equilibrarse en un cultivo.
- No podar: dejar a las plantas seguir su curso natural.

Estos radicales principios de trabajo se basan en una filosofía de no hacer (Wu Wei) , o más exactamente no intervenir. Fukuoka alcanzó un grado de comprensión de los microecosistemas del suelo, ideando un sistema de trabajo que libera de laboreo y esfuerzos innecesarios de la agricultura conocida. Su método, a veces llamado Agricultura Natural

Mahayana, se basa en empezar dando y luego recibir de forma natural, en lugar de exigir a la Tierra hasta agotarla.

B. Bolas de arcilla (Nendo dango):

Para mejorar la producción de la Naturaleza con la menor intervención posible ideó un sistema que permite sustituir el arado así como los espantapájaros y otros métodos:

- Mezclando semillas dentro de bolitas de barro de unos 2 o 3 cm que luego esparcirá por el campo.
- Las bolas de barro se desharán con la primera lluvia intensa, y las semillas comenzarán a brotar, hasta entonces protegidas de los animales y el tiempo.
- En la mezcla de semillas vienen incluidas las semillas del cultivo que se desea hacer, junto a otras plantas que germinarán más pronto y crearán una capa fina que protegerá el suelo de la luz.
- En lugar de arar o deshierbar el campo, se recubre con restos de las plantas cultivadas en la cosecha anterior, de forma que se crea un compostaje natural, que conserva la humedad y los nutrientes que impide la proliferación de hierbas no deseadas.

C. Otros detalles:

- En las bolas de arcilla puede incluirse una parte de abono natural (estiércol u otros).
- En las bolas de barro pueden incluirse diversas combinaciones, según sea el cultivo de cereales, hortalizas, frutales, zona boscosa, etc. de modo que pueden tener muchos más usos que el de producción de alimentos agrícolas: reforestación, reverdecimiento, regeneración de suelos.

D. Sistema de trabajo:

Su sistema se basa en respetar, e incluso potenciar, los ciclos naturales, de manera que éstos aseguran una mejor calidad del crecimiento de las plantas. Mediante sencillas intervenciones en el momento adecuado, permite reducir considerablemente el tiempo de

trabajo. La aparición del método Fukuoka es paralelo al nuevo movimiento de cultivo orgánico en Occidente en los años 1940 en Europa y Estados Unidos, conducido por los pioneros como Eve Balfour, Albert Howard, y J.I. Rodale.

Otros puntos de interés ecológico de su sistema:

- Las bolas de arcilla se presentan como un medio de reforestación de alta eficiencia.
- Sus estudios ofrecen fórmulas de reverdecimiento, reforestación y cultivo de zonas áridas o desecadas.
- Mediante el uso combinado de diversas plantas, sus cultivos y reforestaciones permiten extraer a la superficie el agua del subsuelo por la absorción que hacen las raíces, humidificando así el aire, enriqueciendo el suelo de cultivo y el humus, y favoreciendo las lluvias y la disminución del efecto invernadero.
- También puede verse en ello un sistema que rejuvenece el concepto de agricultura, liberando de gran cantidad de trabajo pesado y penoso, y de la dependencia de maquinaria pesada, abonos y pesticidas.
- Su sistema se enmarca también en métodos que ayudarían a paliar la proliferación de hambrunas y empobrecimiento de pueblos.

E. Filosofía del método Fukuoka:

"Es una filosofía para trabajar juntos con la naturaleza y no en contra, de observar prolongadamente y atentamente en lugar de trabajar mucho y descuidadamente, de considerar las plantas y los animales en todas sus funciones en lugar de tratar a los elementos como sistemas de un solo producto".

Su trabajo entronca con la Permacultura: busca cuidar la Tierra y las personas al mismo tiempo, y encontrar modos en que los elementos se aprovechen en diferentes direcciones dentro de un mismo sistema. Fukuoka desarrolló su método a partir de la intuición de que gran parte de los trabajos que los seres humanos llevan a cabo son por un lado

innecesarios y penosos, y por otro destructivos, y así decidió poner todo su empeño en descubrir una fórmula que subsanase ambas deficiencias. Su principal interés se centró en encontrar una fórmula por la cual no hubiera que agotar los recursos de la Tierra para producir alimentos de calidad en abundancia.

Los principios de trabajo de su método desarrollan la filosofía del no-hacer (Wu-Wei), o intervenir sólo hasta donde sea necesario, y lo mínimo posible, en los procesos naturales, para conseguir que la fuerza propia de la Naturaleza potencie los resultados en condiciones óptimas de salud y vitalidad. Por eso busca diseñar primero condiciones óptimas para el trabajo sin ayudantes suplementarios (máquinas, químicos), y con la mínima intervención sobre el desarrollo natural de los cultivos (respeto por las estaciones, no podar). Sigue un principio de respeto profundo por las formas de la Naturaleza y la confianza de que ésta puede proveer de lo necesario si sabemos encontrar el modo de comprender sus ritmos. Para solventar problemas como fitopatologías o plagas es necesario alcanzar un profundo conocimiento del equilibrio de las interacciones naturales del ecosistema donde queremos cultivar, de modo que sus particularidades no se nos presenten como un inconveniente, si no a la larga como factores del proceso incluso beneficiosos. Por ese motivo, su sistema supone una visión más amplia de la relación entre procesos agrícolas y los fenómenos naturales, con una visión mucho más global de los ciclos y factores a tener en cuenta, y de las ramificaciones de resultados que cada elemento produce. Para Masanobu Fukuoka la agricultura es un medio para el desarrollo del ser humano y su armonía con la Naturaleza. La agricultura tiene todo lo necesario para hacer feliz al ser humano, y oportunidades para desarrollar su potencial interior.

La mejor época de siembra en nuestro clima es desde finales de diciembre a febrero. Las primeras lluvias que suelen ser en la zona entre febrero a marzo se aprovecharían asegurando el mayor éxito de germinación, permitiendo deshacen el barro, hacen brotar y crecer las

semillas, la siembra en espacios con presión ganadera se recomienda sea muy densa en espacio reducido, con la finalidad de crear pequeños bosques, que soporten la presión del ganado durante el ramoneo.

3.3. DEFINICION DE TERMINOS:

- **Bosque estacionalmente seco:** El bosque seco ecuatorial o bosque estacionalmente seco (BES) es un ecosistema muy frágil que se extiende desde la península de Santa Elena, en el sur del Ecuador, hasta el noroeste del Perú, comprendiendo la costa de las regiones Tumbes, Piura, Lambayeque y el norte de La Libertad así como el piso inferior del valle del Marañón; estas dos áreas se comunican a través del Paso de Porculla, una depresión de 2 100 m de elevación, considerada la más baja de los Andes peruanos (Brack & Mendiola, 2004).
- **Ecosistemas degradados:** UICN, PNUMA y WWF (1991), indican que los sistemas degradados son los ecosistemas cuya diversidad, productividad y habitabilidad se ha reducido considerablemente. Indican además que los ecosistemas terrestres degradados se caracterizan por la pérdida de vegetación y suelo y los ecosistemas acuáticos se caracterizan a menudo por sus aguas contaminadas que pocas especies son capaces de tolerar.
- **Fragmentación de Hábitat:** Proceso mediante el cual un área extensa y continua de hábitat es reducida y dividida en dos o más fragmentos (Primack *et al.*, 2001).
- **Germinación:** La germinación de las semillas se define como la emergencia y desarrollo del embrión, que es un indicador de la capacidad para producir plántulas y, la finalidad de realizar pruebas

de germinación, es establecer el número promedio de semillas que pueden germinar bajo determinadas condiciones de luz, temperatura y humedad.

Algunas semillas son capaces de germinar a pocos días después de su fecundación, otras son dormantes y requieren un periodo adicional antes de germinar, por lo que es necesario romper el letargo, mediante un tratamiento germinativo apropiado, favoreciendo una germinación rápida y homogénea.

- **Restauración ecológica:** La Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica (SERI por sus siglas en inglés) define la restauración ecológica como *“el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado, o destruido”*. En otras palabras la restauración ecológica es el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales tendientes a restablecer algunas trayectorias posibles de los ecosistemas históricos o nativos de una región. Se entiende que las dinámicas naturales deben estar dirigidas a la recuperación, no de la totalidad sino de los componentes básicos de la estructura, función y composición de especies, de acuerdo a las condiciones actuales en que se encuentra el ecosistema que se va a restaurar.

- **Técnica Fukuoka:** consiste en hacer pequeñas bolas de arcilla con las semillas de diferentes especies de árboles y arbustos, para después esparcirlas sobre un terreno baldío, deforestado, quemado, dañado o degradado. La capa de arcilla, una vez seca, evita que las semillas se conviertan en alimento de pájaros, roedores y otros animales, y luego es la lluvia la que se encarga de liberar a los futuros árboles ayudándoles a germinar.

2.4. MARCO NORMATIVO:

- Constitución Política del Perú, 1993.
- Ley 26821, ley orgánica de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.
- Ley 26839, ley sobre la conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad biológica.
- Ley 28611, ley general del ambiente.
- Ley N° 29763.-Ley forestal y de fauna silvestre.

IV. RESULTADOS:

4.1. SELECCIÓN DE ÁREAS Y SEMILLAS

4.1.1. SELECCIÓN DEL AREA.

Para la selección de las áreas se tuvo en cuenta la cercanía a fuentes de agua, y de fácil acceso para la evaluación, seleccionándose un área en el caserío La Peña y un área en el caserío Alita; ambas áreas se dividieron en dos sub áreas de siembra:

a. Áreas.

- **Área Caserío Alita:** dos sub parcelas de siembra (Figura 4).

Sub parcela 1 de 0.1ha., ubicada entre las coordenadas 646608.00 m E- 9300637.00 m S y 646635.19 m E- 9300618.03 m S

Sub parcela 2 de 0.625 ha., ubicada entre las coordenadas 646320.00 m E - 9300820.00 m S y 646351.00 m E - 9300774.00 m S.

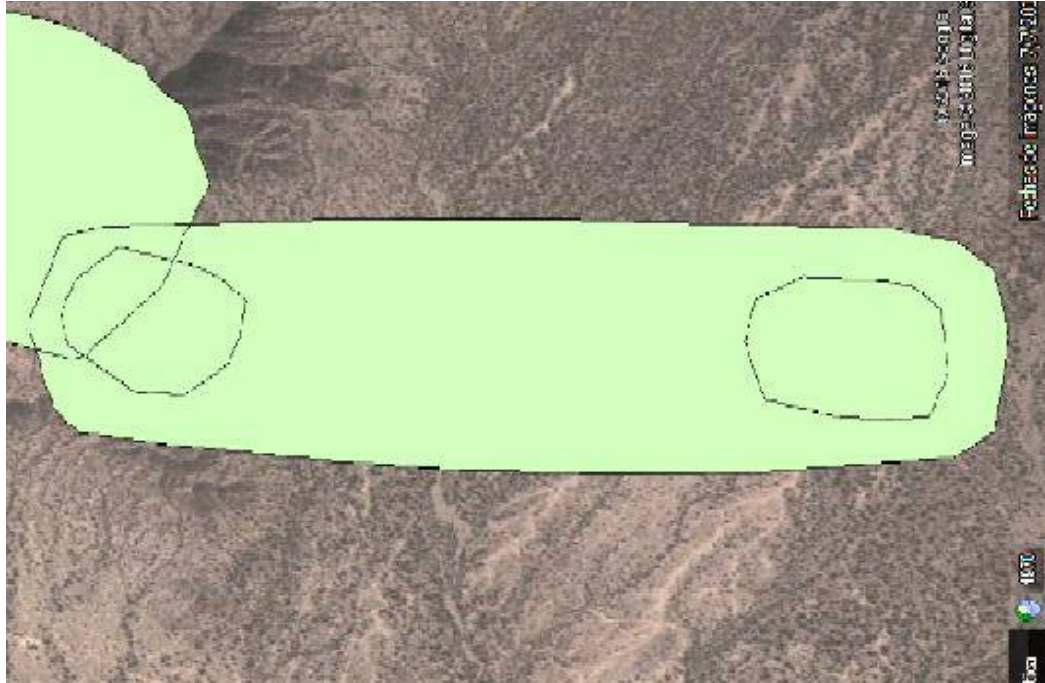


Figura 4. Áreas seleccionadas en el caserío Alita- Salas, para la restauración con la técnica Fukuoka. 2017.

- **Área Caserío La Peña:** Se sembró en dos parcelas (Figura 5).

Sub parcela 1 de 0.1ha., ubicada entre las coordenadas 650720.00 m E- 9299997.00 m S y 650723.84 m E- 9299972.44 m S.

Sub parcela 2 de 0.625 ha., ubicada entre las coordenadas 650994.00 m E- 9300102.00 m S y 651045.00 m E - 9300116.00 m S.



2

1

Figura 5. Áreas seleccionadas en el caserío La Peña-Salas, para la restauración con la técnica Fukuoka. 2017.

4.1.2. DESCRIPCION DE LAS ESPECIES:

Para el presente estudio se utilizaron semillas de especies arbóreas y arbustivas de bosque seco de llanura, que a continuación se describen:

a. ***Colicodendrum scabridum* (sapote).**

Familia: CAPPARACEAE

Nombre científico: *Colicodendron scabridum* (Kunth) Seem.

Nombre Común: sapote (Figura 6).

Descripción: Árbol erguido o con las ramas retorcidas, de hasta 6 m de altura. Copa frondosa. Tallo de color marrón bastante rugoso. Hojas gruesas, lanceoladas, de color verde claro y verde- amarillento, con abundante pubescencia. Flores crema-verdosas. Frutos capsulares con abundantes semillas contenidas en un arilo harinoso.

Semillas: Generalmente uniformes y angulosas, numerosas (50 a 100) cubiertas por una pulpa blanda, algo mucilaginoso, grasosa, de color amarillo rojizo. Despojado de su cubierta blanda, es de forma arriñonada cilíndrica de tamaño variable, de 10 a 12 mm de largo, por 9 a 10 mm de ancho. 100 gr de semillas de *Colicodendron scabridum* contiene aproximadamente 200 unidades.

Hábitat: Pampas, matorrales y zonas aluviales. Asociada a *Prosopis pallida*, *Cordia lutea*, *Beautempsia avicennifolia*.

Usos: Utilizada como forraje (hojas y arilo de las semillas); Tronco utilizado como tornos de norias. Asimismo como leña. Hábitat para biodiversidad y producción de miel de abeja.



Figura 6. Ejemplar de *Colicodendron scabridum*, “sapote”. Caserío Alita – Salas. 2017.

b. ***Prosopis pallida*** (algarrobo):

Nombre científico: *Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth.

Nombre Común: “Algarrobo” (Figura 7).

Descripción: Árbol de hasta 18 m de altura. Corteza marrón-verdosa a oscura, fisurada. Tallo con ramificaciones erguidas. Hoja compuesta con hojitas pequeñas, peludas, agrupadas en conglomerados, de forma elipsoidal. Flores de color amarillo pálido que se agrupan en espigas caídas. Fruto de color amarillo claro hasta oscuro, tipo vaina lisa, larga y en algunos casos semicurva.

Semilla: Color pardo, ovoide, de 6 a 7 mm longitud, 3 a 4 mm de ancho. 100 gr de semillas de *Prosopis pallida* contiene aproximadamente 2200 unidades.

Hábitat: Forma bosques secos semidensos y sabanas, resistentes a sequía, dependiente de inundaciones como las de “El Niño” para su regeneración natural. Asociada a *Capparis*, *Vallesia*, *Cordia lutea*.

Usos: Alimenticio; forraje; nutre el suelo; detiene el avance del desierto; hábitat para biodiversidad; medicina natural; tinte; abono.



Figura 7. Ejemplar de *Prosopis pallida*. “algarrobo”. Caserío Alita – Salas. 2017.

c. ***Beautempsia avicennifolia*** (vichayo):

Familia: CAPPARACEAE

Nombre científico: ***Beautempsia avicennifolia*** Kunth

Nombre Común: “vichayo” (Figura 8).

Descripción: Arbusto erguido retorcido, de hasta 3.5 m de altura, en las zonas de sabana (junto a *Prosopis*) y muy ramificado-matorral, con gran copa en la parte basal en otras zonas de vegetación y laderas. Tallo de color marrón verdoso opaco a blanquecino. Hojas gruesas, medianas, oblongas de color verde- amarillento; lisas. Flores carnosos, dulce, con pocas semillas medianas cubiertas por una goma.

Semillas: Numerosas generalmente más o menos cocleado-reniformes, ariladas o sin arilo de 6 a 7 mm longitud, 5 a 6 mm de ancho. 100 gr de semillas de *Beautempsia avicennifolia* contiene aproximadamente 1280 unidades.

Hábitat: Pampas, matorrales y zonas aluviales. Asociada a *Prosopis*, *Cordia lutea*, *Capparis scabrida*, *Capparis crotonoides*, *Cercidium*, *Neoraimondia*.

Usos: Aumenta la fertilidad del suelo; hábitat para biodiversidad; producción de miel de abeja.



Figura 8. Ejemplar de ***Beautempesia avicennifolia***. Caserío Alita – Salas.

d. *Vallesia glabra* (cun cun):

Familia: APOCYNACEAE

Nombre científico: *Vallesia glabra* (Cav.) Link

Nombre Común: Cun –cun (Figura 9).

Descripción: Árbusto de hasta 4 m de altura. Tallo completamente verde, con nudos negruzcos. Hojas lisas en forma de lanzas. Flor pequeña, tubular, blanca, con borde en forma de estrella. Frutos medianos, de color blanquecino, perlados, con semilla ovoide de color marrón claro.

Semilla: Subclaviforme, blanquecina, longitudinalmente surcada de 6-8 mm de largo por 2,5 mm de diámetro. 100 gr de semillas de *Vallesia glabra* contiene aproximadamente 4000 unidades.

Hábitat: Campos de cultivo y zonas abiertas asociado especialmente a *Prosopis*. Presencia de insectos, aves, reptiles

Usos: Fertilidad del suelo; hábitat para animales; alimento para aves (fruto maduro), detiene el avance del desierto; medicina: bactericida, contra

inflamaciones oculares, trastornos graves gastrointestinales, úlceras, fungicida.



Figura 9. Flor y fruto de Vallesia glabra. “cuncuno”. Caserío Alita – Salas.

e. *Cordia lutea* (overo):

Familia: BORAGINACEAE

Nombre científico: *Cordia lutea* Lam.

Nombre Común: Overo (Figura 10).

Descripción: Arbusto –árbol de hasta 4m de altura, con muchas ramas desde la base por encima del suelo. Tallo áspero. Hojas medianas a grandes de color verde claro, rugoso. Flores grandes amarillas, en forma de campanas de 10 a 40 flores por grupo (Figura 10). Fruto mediano de 1-2 cm, cuando está maduro, la pulpa es blanca y pegajosa. Semilla única de color marrón claro.

Semillas: Blanquecinas, de 8-12 mm de largo por 8 mm de diámetro. 100 gr de semillas de *Cordia lutea* contiene aproximadamente 600 unidades

Hábitat: Bosque seco; bordes de campos de cultivo en zonas costeras, cercos vivos.

Usos: Cercos vivos flores y hojas usadas contra ictericia, gripe, cicatrizante, dolores de estómago; madera para palos de escoba, mangos, casas, artesanías. La resina del fruto interrumpe lactancia en animales y la pulpa se usa como pegamento.



Figura 10. Flor de *Cordia lutea*. “overo”. Caserío La Peña – Salas.

4.1.3. SELECCIÓN DE SEMILLAS:

Las semillas empleadas en el presente estudio se obtuvieron de semilla fresca para el caso de la especie sapote y para las demás especies la semilla fue proporcionada por el banco de semillas del Vivero Comunal del Caserío La Peña, colectadas bajo estrictas medidas de selección. Durante la selección de los árboles (Figura 11); estos fueron marcados, se registraron los puntos de ubicación con ayuda del GPS (Tabla 1), para localizarlos fácilmente cuando se recolecte material genético posteriormente. La semilla empleada fue colectada entre el año 2015 y 2017 y guardada en condiciones óptimas a una temperatura de 3 C° y con una humedad relativa de 20% en el vivero Comunal (Figura 13).

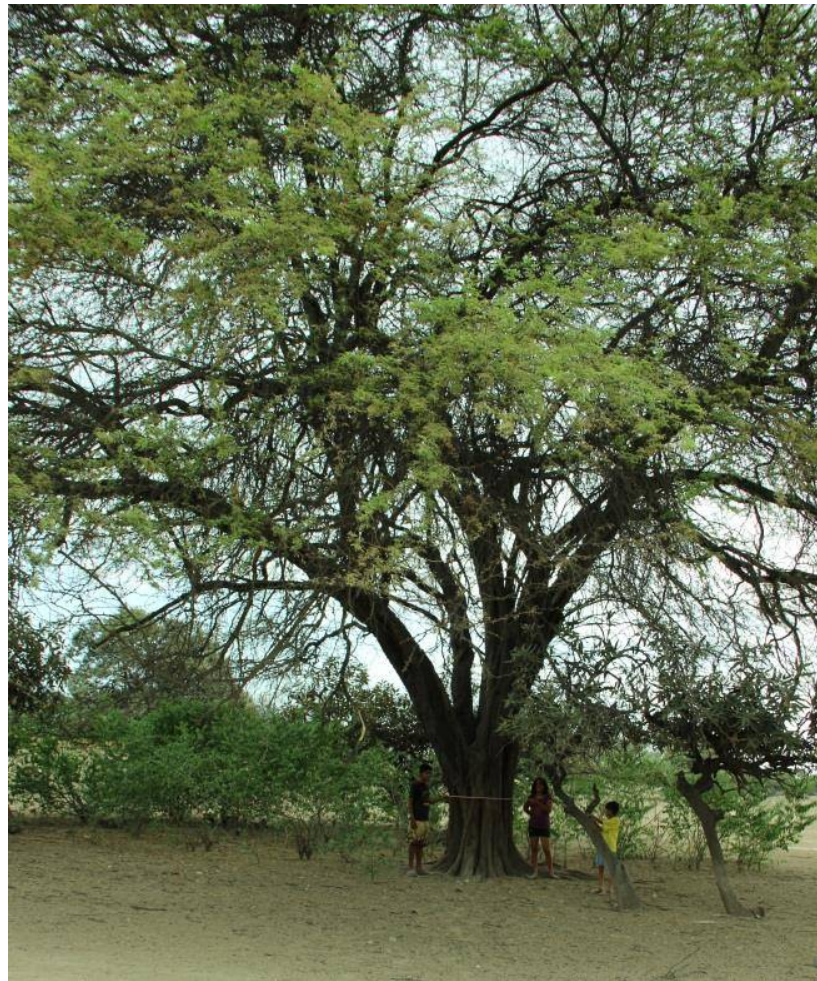


Figura 11. Árbol semillero de la especie *Prosopis pallida*, “algarrobo”, caserío Alita – Salas.

Tabla 1. Coordenadas de ubicación UTM, de colecta de semilla de las cinco especies utilizadas en la restauración.

Especie		Ubicación
<i>Prosopis pallida</i>	645869.84 m E	9300787.26 m S
<i>Colicodendrum scabridum</i>	646485.78 m E	9300692.03 m S
<i>Beautempsia avicennifolia</i>	648745.35 m E	9300050.09 m S
<i>Vallesia glabra</i>	646671.34 m E	9300809.64 m S
<i>Cordia lutea</i>	649905.04 m E	9300042.20 m S



Figura 12. Semilla fresca de *Colicodendron scabridum* “sapote.”, utilizadas en la restauración de bosque seco con la aplicación de la técnica Fukuoka en los caseríos Alita y La Peña – Salas (27-09-2017).



Figura 13. Semilla de *Prosopis pallida* “algarrobo”, proveniente del Banco de Semillas del Vivero Comunal La Peña-Salas (23-03-2015), utilizadas en la restauración de bosque seco con la aplicación de la técnica Fukuoka en los caseríos Alita y La Peña – Salas.

4 2. PRUEBAS DE GERMINACION:

Para este trabajo se emplearon semillas de 5 especies nativas, con las que se estableció tratamiento previo a la germinación; para las semillas de *Prosopis pallida* (algarrobo), *Cordia lutea* (overo) y *Beautempsia avicennifolia* (vichayo), se ha utilizado tratamiento físico de “remojo en agua por 24 horas para el caso del algarrobo y 48 horas para overo y vichayo; a temperatura ambiente de 23°C aproximadamente; así como 2 de ellas *Vallesia glabra* (cuncuno) y *Colicodendrum scabridum* (sapote), fueron sembradas directamente ya que estas no tienen problema para germinar cuando la semilla es fresca; además al momento de la investigación, estaban disponibles en el medio (Tabla 2).

Las 5 especies presentan germinación significativamente alta, entre el 90% y 100% según se detalla en la Tabla 3. Asimismo la germinación se inicia desde los tres días hasta los once días en promedio entre las 5 especies.

Tabla 2. Tratamiento físico de las especies consideradas en el estudio.

Especie	Cantidad de semillas	Tratamiento físico
Algarrobo	10	1 día de Remojo
Vichayo	10	2 días de Remojo
Overo	10	2 días de Remojo
Cuncuno	10	Ninguno
Sapote	10	Ninguno

Tabla 3. Resultados de la prueba de germinación de las especies consideradas en el estudio.

Especie	Cantidad de semillas	Fecha de siembra	Inicio de la Germinación	Días que duro el proceso de germinación	Número de plantas germinadas	% Germinación
Algarrobo	10	01/10/2017	04/10/2017	3 a 7 días	10	100.00%
Cuncuno	10	01/10/2017	09/10/2017	8 a 11 días	10	100.00%
Sapote	10	01/10/2017	08/10/2017	7 a 9 días	10	100.00%
Overo	10	01/10/2017	06/10/2017	5 a 11 días	9	90.00%
Vichayo	10	01/10/2017	05/10/2017	4 a 10 días	10	100.00%

En cuanto al sustrato de germinación, se empleó el más adecuado, de acuerdo a la experiencia del vivero: para algarrobo y cuncuno siembra en cama de arena, mientras que para sapote, overo y vichayo, se empleó sustrato de limo, arena y materia orgánica en proporción 1:2:1; considerando las condiciones de suelo donde se desarrollan naturalmente las 5 especies (Tabla 4).

Tabla 4. Tipo de sustrato empleado para la germinación de las especies consideradas en el estudio.

Especie	Tipo de sustrato empleado
Algarrobo	Siembra en cama de arena.
Cuncuno	Siembra en cama de arena.
Sapote	Siembra en bolsa, sustrato 1 limo, 2 arena y 1 materia orgánica.

Overo	Siembra en bolsa, sustrato 1 limo, 2 arena y 1 materia orgánica.
Vichayo	Siembra en bolsa, sustrato 1 limo, 2 arena y 1 materia orgánica.

4.3. APLICACIÓN DE LA TECNICA FUKUOKA.

El encapsulamiento de las semillas seleccionadas con arcilla y materia orgánica, se dio de la siguiente manera:

- **ELABORACIÓN DE BOLAS DE BARRO.**

Las proporciones de arcilla, materia orgánica es una relación de 2 : 1, se procede a mezclar con agua hasta tener una masa homogénea, luego se amasa añadiendo agua si fuera necesario procurando no dejar terrones por no mezclarse bien, para evitar que no se nos rajen las bolas de barro, es por lo que es fundamental amasar concienzudamente; una vez que esta lista la masa se coloca dentro de ella las semillas, 2 de algarrobo, 2 de vichayo, 2 de cuncuno, 1 de sapote y 2 de overo; a continuación se formaron las bolas rulando con las manos, hasta que estén debidamente cubiertas. Las bola de barro son de aproximadamente 3.5 cm de diámetro (Figuras 14 y 15).



Figura 14. A. Elaboración de la bola de barro; B. Tamaño de bola de barro; C. Bolas de barro terminadas.



Figura 15. Proceso de secado de las bolas de barro utilizadas en la restauración de bosque seco con la aplicación de la técnica Fukuoka en los caseríos Alita y La Peña-Salas 2017.

- **SECADO**

El clima constituyó un factor determinante para el secado uniforme y rápido de las bolas de barro. El área donde se elaboraron las mismas, (Vivero Comunal Caserío La Peña-Salas) tiene una temperatura promedio de 23°C y una humedad relativa de 56 %, lo que facilita el secado; para ello se aseguró el secado utilizando porciones de calamina, removiendo cada 3 horas para asegurar un secado uniforme (Figura 15).

4.4. ADECUACIÓN DEL SISTEMA DE GERMINACIÓN.

Teniendo las bolas de barro secas, se procedió a dar las condiciones al terreno para su dispersión, teniendo las siguientes etapas.

Traslado de las bolas de barro al área a ser dispersadas, teniendo cuidado de no humedecer previamente, dejándose al sol en costales hasta su dispersión (Figura 16).



Figura 16. Bolas de barro listas para su dispersión.

Como segundo paso se humedeció la tierra previa a la dispersión, para asegurar la germinación (Figura 17).



Figura 17. Suelo húmedo donde fueron dispersadas las bolas de barro.

3.5. DISPERSIÓN DEL SISTEMA DE GERMINACIÓN:

Para la dispersión de las bolas de barro, se empleó a los algarrobos muertos como plantas nodrizas para colocar las bolas de barro en la zona dónde tienen las mejores condiciones de suelo y humedad.

Siendo una restauración a pequeña escala, se dispersaron las bolas de barro de manera homogénea en el área seleccionada.

La dispersión de la semilla se realizó en dos fechas según se detalla:

Caserío Alita:

Fecha de siembra: 17 de octubre del 2017

Se sembraron 250 bolas de barro en dos densidades, a ambos márgenes del Rio Zurita.

Parcela 1. **Condiciones ecológicas:** Terreno con nula vegetación.

Se sembraron 250 bolas de barro a una densidad de 2 X 2 metros de forma continua en el espacio de 0.1 ha.

Parcela 2. **Condiciones ecológicas:** Terreno con presencia rala de vegetación.

Se sembraron 250 bolas de barro a una densidad de 5 X 5 metros de forma continua en el espacio de 0.625 ha (Figura 18).



Figura 18. Siembra de bolas de barro, caserío Alita-Salas.

Caserío La Peña:

Fecha de siembra: 18 de octubre del 2017.

Se sembraron 250 bolas de barro en dos densidades y entre 2 estribaciones.

Parcela 1. Condiciones ecológicas: Terreno con presencia de rala vegetación en suelo pedregoso.

Se sembraron 250 bolas de barro a una densidad de 2 X 2 metros de forma continua en el espacio de 0.1 ha.

Parcela 2. Condiciones ecológicas: Terreno con presencia rala de vegetación pedregoso

Se sembraron 250 bolas de barro a una densidad de 5 X 5 metros de forma continua en el espacio de 0.625 ha.

Los requerimientos por hectárea en ambas densidades de siembra se expresan en la Tabla 5.

Tabla 5. Requerimiento de bolas de barro y número de semillas por hectárea en las dos densidades de siembra.

Especie	Densidad	Requerimiento	N° de bolas de barro	N° de semillas
Algarrobo	2 x 2 m	1 ha	2500	5000
	5 x 5 m		400	800
Vichayo	2 x 2 m	1 ha	2500	5000
	5 x 5 m		400	800
Overo	2 x 2 m	1 ha	2500	5000
	5 x 5 m		400	800
Cuncuno	2 x 2 m	1 ha	2500	5000
	5 x 5 m		400	800
Sapote	2 x 2 m	1 ha	2500	2500
	5 x 5 m		400	400

3.6. EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LA TÉCNICA.

3.6.1. GERMINACION:

La germinación de las bolas de barro se inició a los 3 días, después de la dispersión, teniendo los siguientes resultados de germinación:

Caserío Alita:

La germinación se inició a los 3 días y se detuvo el día 11 posterior al día de siembra, siendo la especie algarrobo la que germinó primero y en mayor cantidad.

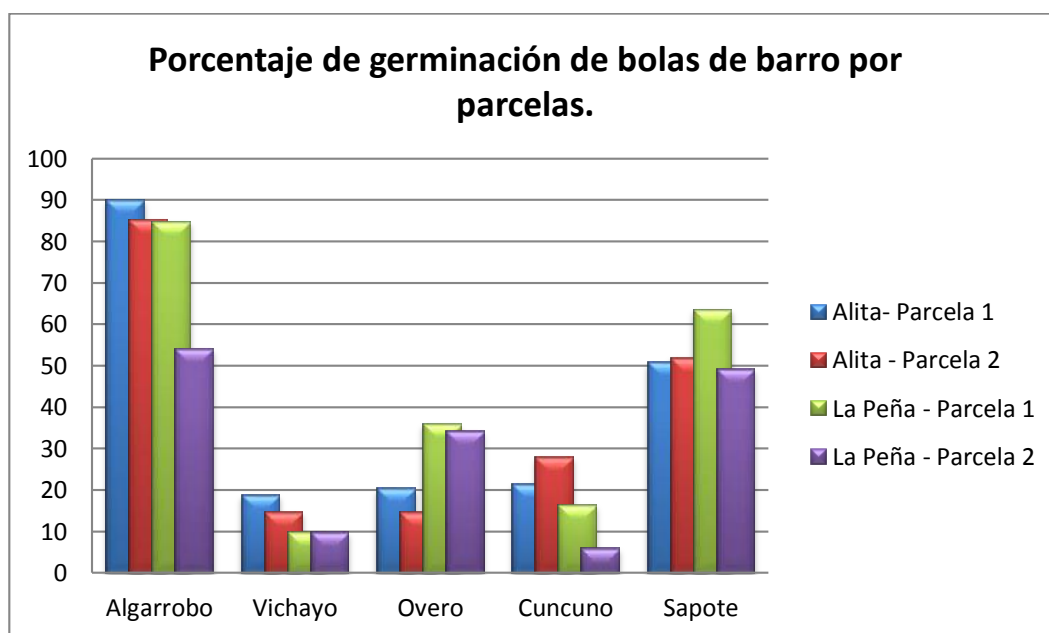


Figura 19. Porcentaje de germinación de bolas de barro por parcelas. Caseríos Alita y La Peña – Salas (Fuente: Elaboración propia).

En la parcela N° 1, de las 250 bolas de barro sembradas a una densidad de 2 X 2 metros de forma continua en el espacio de 0.1 ha., se tuvo la mayor germinación en la especie algarrobo; siendo ésta del 90% del total de bolas de barro (Figura 19 y Anexo IA), así como un 56 % de plantas germinadas, con respecto al número total de semillas contenidas en las respectivas bolas de barro (Figura 20 y Anexo IA). Continúa el sapote, con 50,8 % de bolas de barro que han germinado, así como el 20 % del total de semillas contenidas en las mismas lograron germinar. Las especies cuncuno (21,6 %), overo (20,4 %) y vichayo (18,8 %),

continúan en el rango de germinación de bolas de barro; sin embargo, no sobrepasan el 10 % de germinación del total de semillas contenidas en éstas.

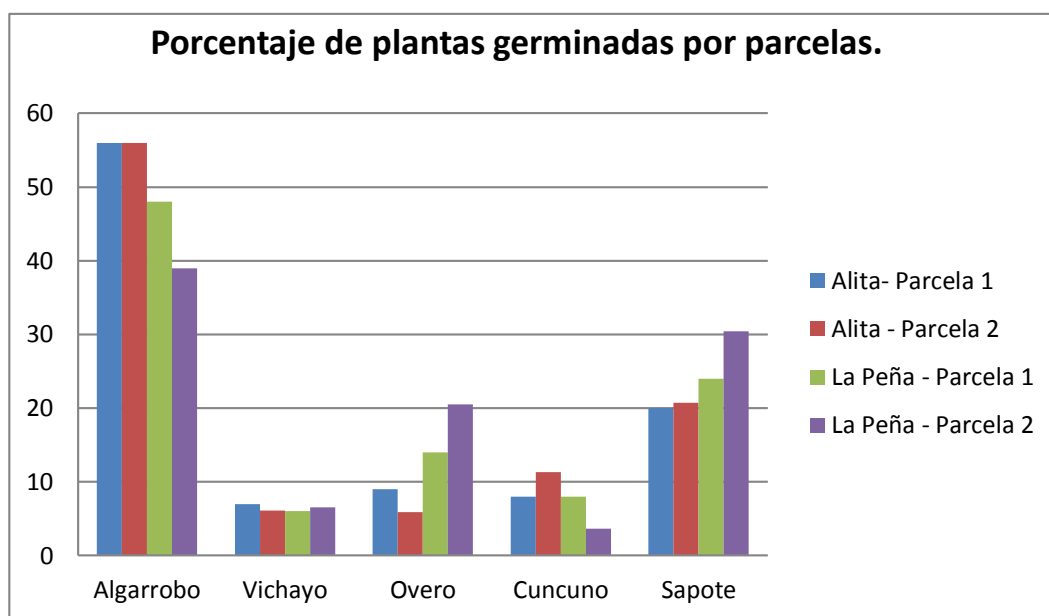


Figura 20. Porcentaje de Plantas germinadas por parcela. Caseríos Alita y La Peña – Salas (Fuente: Elaboración propia).

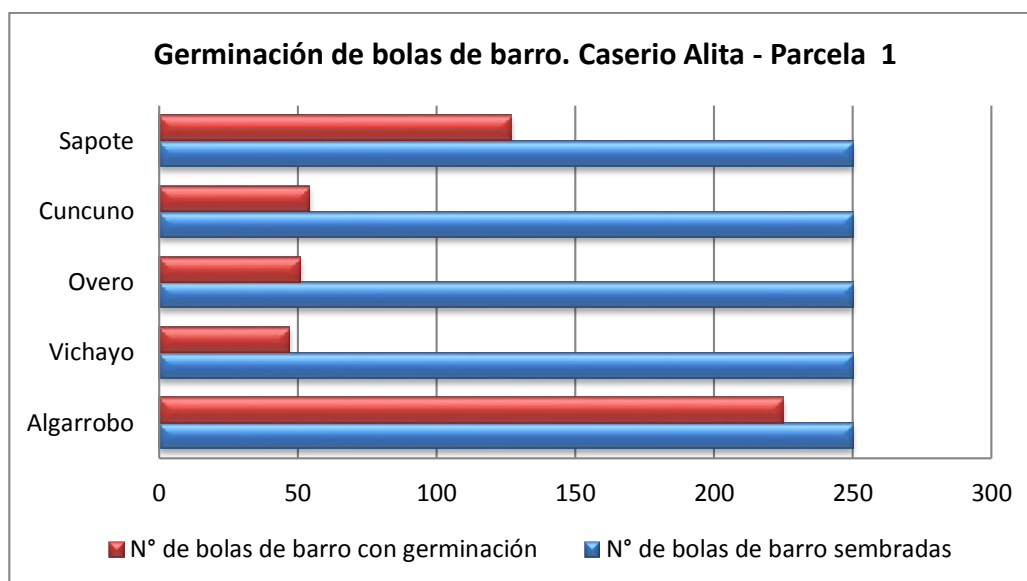


Figura 21. Germinación de bolas de barro en la parcela 1. Caserío Alita-Salas (Fuente: Elaboración propia).

Datos adicionales de número de bolas de barro con germinación y número de semillas germinadas en la parcela 1 del caserío Alita-Salas, se presenta en las figuras 21 y 22, respectivamente, así como en el Anexo IA.

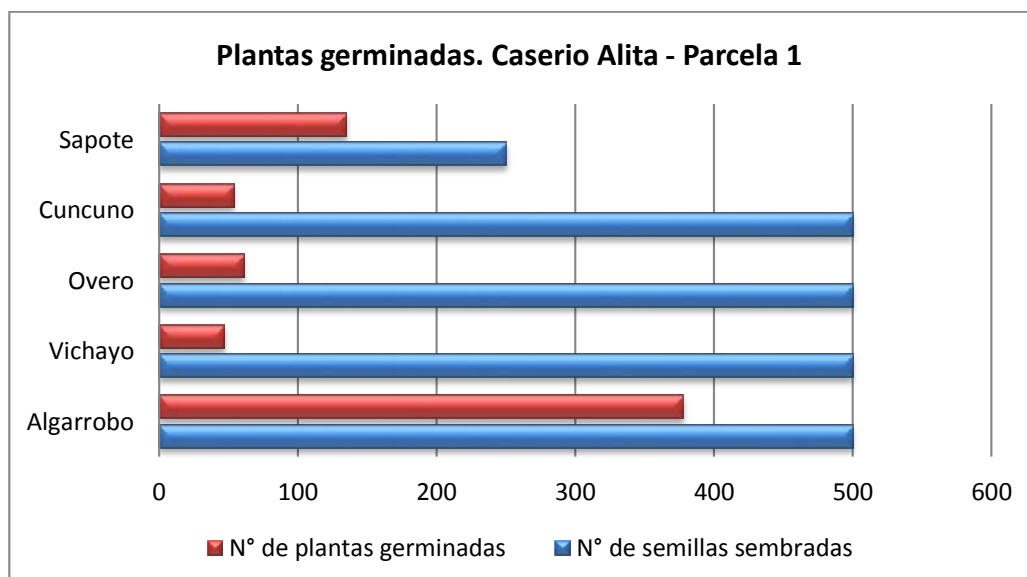


Figura 22. Plantas germinadas en la parcela 1. Caserío Alita-Salas (Fuente: Elaboración propia).

En la parcela N° 2, de las 250 bolas de barro sembradas a una densidad de 5 X 5 metros de forma continua en el espacio de 0.625 ha., se tuvo la mayor germinación en la especie algarrobo; siendo ésta del 85,2% del total de bolas de barro (Figura 19 y Anexo IB), así como un 56 % de plantas germinadas, con respecto al número total de semillas contenidas en las respectivas bolas de barro (Figura 20 y Anexo IB). Continúa el sapote, con 52 % de bolas de barro que han germinado, así como el 20,7 % del total de semillas contenidas en las mismas lograron germinar. El cuncuno logra en esta parcela el mayor rango de germinación de bolas de barro (28 %); mientras que el overo (14,8 %) y vichayo (14,8%), continúan en el rango de germinación de bolas de barro. Además el primero alcanza el 11,3 % de germinación del total de semillas contenidas en éstas; mientras que vichayo y overo, tienen un porcentaje bastante bajo de germinación de semillas (6,1 % y 5,9 %, respectivamente).

Datos adicionales de número de bolas de barro con germinación y número de semillas germinadas en la parcela 2 del caserío Alita-Salas, se presenta en las figuras 23 y 24, respectivamente, así como en el Anexo IB.

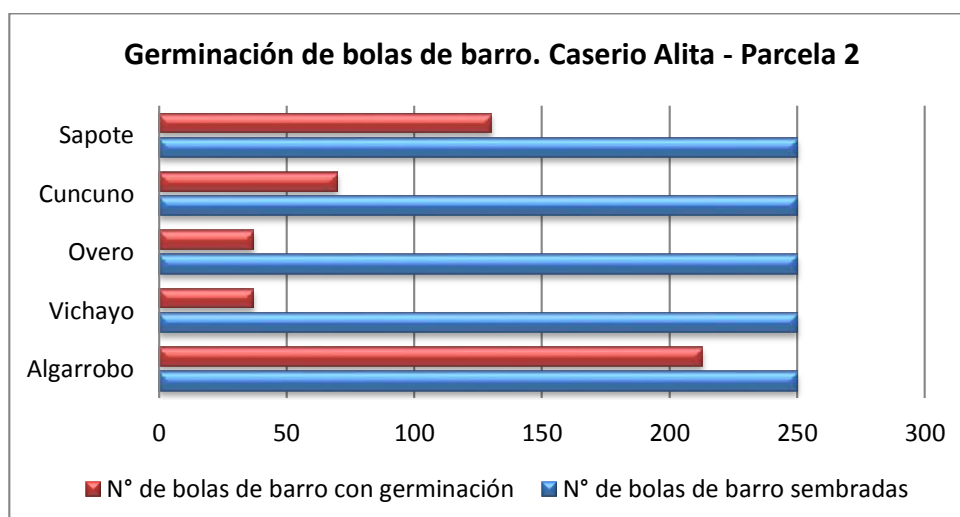


Figura 23. Germinación de bolas de barro en la parcela 2. Caserío Alita-Salas (Fuente: Elaboración propia).

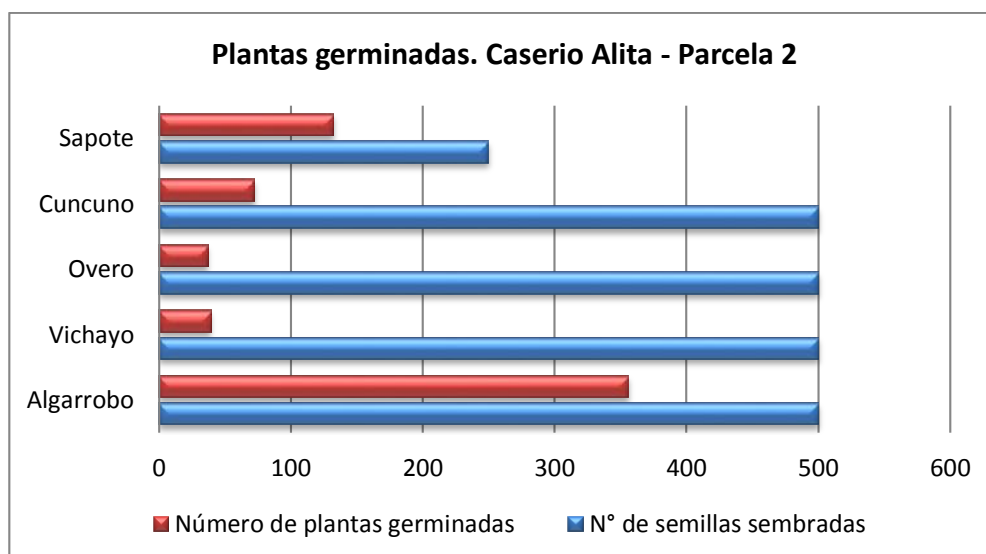


Figura 24. Plantas germinadas en la parcela 2. Caserío Alita – Salas. (Fuente: Elaboración propia).

Caserío La Peña:

La germinación se inició a los 4 días y se detuvo el día 13 posterior al día de siembra, siendo la especie algarrobo la que germinó primero y en mayor cantidad.

En la parcela N° 1, de las 250 bolas de barro sembradas a una densidad de 2 X 2 metros de forma continua en el espacio de 0.1 ha., se tuvo la mayor germinación en la especie algarrobo; siendo ésta del 84,8 % del total de bolas de barro (Figura 19 y Anexo IC.), así como un 48 % de plantas germinadas, con respecto al número total de semillas contenidas en las respectivas bolas de barro (Figura 20 y Anexo IC). Continúa el sapote, con 63,6 % de bolas de barro que han germinado; destacando que es en esta parcela donde se logra la mayor germinación de bolas de barro que contienen semillas de sapote; asimismo se logró la germinación del 24 % del total de semillas contenidas en las bolas de barro.

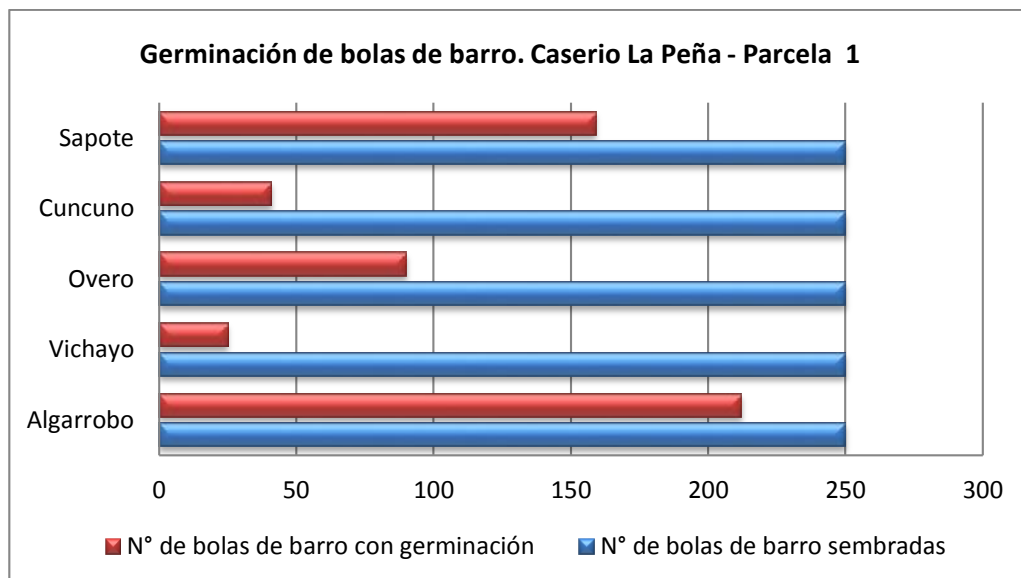


Figura 25. Germinación de bolas de barro en la parcela 1. Caserío La Peña-Salas (Fuente: Elaboración propia).

El overo también alcanza la mayor germinación de bolas de barro, en comparación a las otras parcelas (36%), seguido finalmente por cuncuno (16,4 %) y vichayo (10 %); asimismo el primero alcanza el 14 % de germinación del total de semillas contenidas en las bolas de barro; mientras que cuncuno y vichayo, tienen un porcentaje bastante bajo de germinación de semillas (8 % y 6 %, respectivamente).

Datos adicionales de número de bolas de barro con germinación y número de semillas germinadas en la parcela 1 del caserío La Peña-Salas, se presenta en las figuras 25 y 26, respectivamente, así como en el Anexo IC.

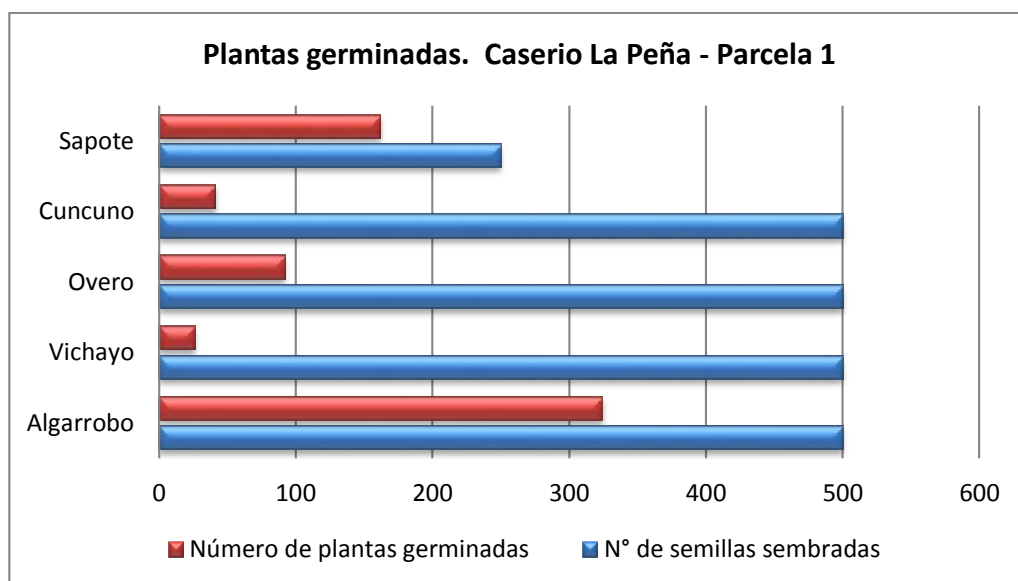


Figura 26. Plantas germinadas en la parcela 1. Caserío La Peña – Salas (Fuente: Elaboración propia).

En la parcela N° 2, de las 250 bolas de barro sembradas a una densidad de 5 X 5 metros de forma continua en el espacio de 0.625 ha., se tuvo la mayor germinación en la especie algarrobo; siendo ésta del 54 % del total de bolas de barro (Figura 19 y Anexo ID), así como un 39 % de plantas germinadas, con respecto al número total de semillas contenidas en las respectivas bolas de barro (Figura 20 y Anexo ID); cabe destacar que comparativamente con las 4 parcelas, estos valores son los más bajos para la especie algarrobo, debido a las condiciones del terreno, ya que se presenta pedregoso y no prospera mayormente la especie. Continúa el sapote, con 49,2 % de bolas de barro que han germinado, así como el 30,4 % del total de semillas contenidas en las mismas lograron germinar, siendo éste valor el más alto para la especie en las distintas parcelas. El overo logra en esta parcela el 34,4 % de bolas de barro germinadas y el rango más alto de plantas germinadas de esta especie (20,5 %). Finalmente, el vichayo y cuncuno tienen un nivel de germinación de bolas de barro bastante baja (10 % y 6 %, respectivamente), logrando un porcentaje de germinación de semillas también bajo: 6,5 % (vichayo) y 3,6 % (cuncuno).

Datos adicionales de número de bolas de barro con germinación y número de semillas germinadas en la parcela 2 del caserío La Peña-Salas, se presenta en las figuras 27 y 28, respectivamente, así como en el Anexo ID.

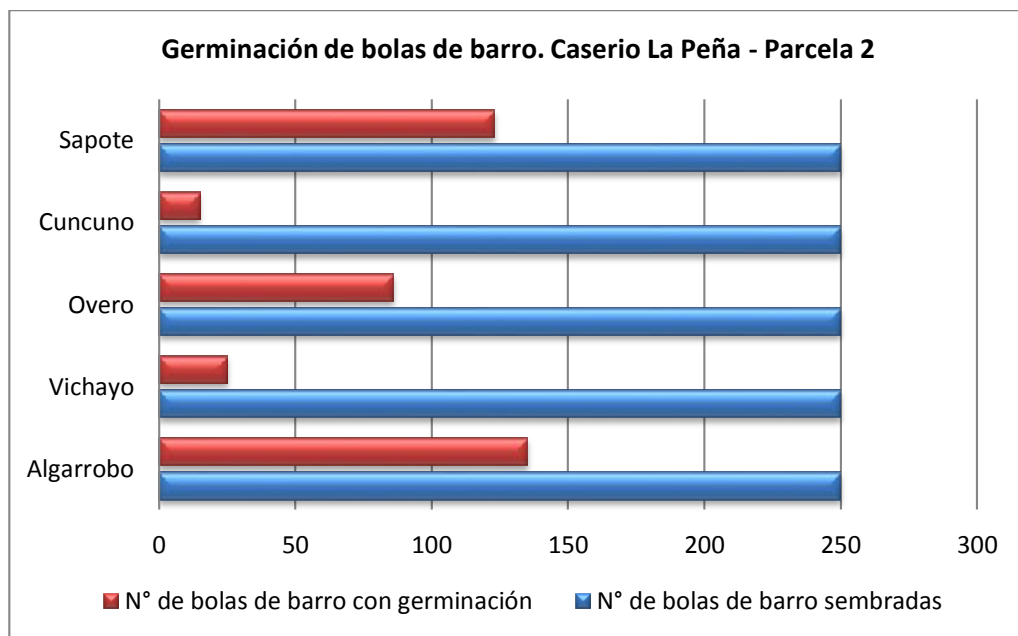


Figura 27. Germinación de bolas de barro en la parcela 2. Caserío La Peña-Salas (Fuente: Elaboración propia).

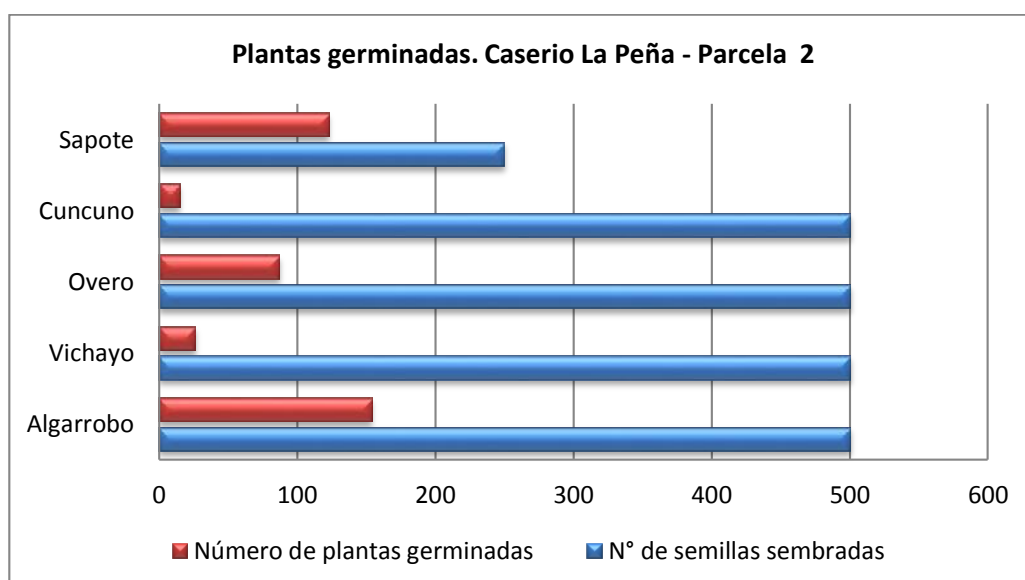


Figura 28. Plantas germinadas en la parcela 2 del caserío La Peña – Salas (Fuente: Elaboración propia).

3.6.2 Evaluación a un mes de la germinación:

En el caserío Alita, en la parcela N° 1, se tiene al mes del inicio de la germinación un total de 210 plantas, siendo de la especie algarrobo y sapote las principales sobrevivientes que fluctúan entre los 10 a 15 cm de alto (Figura 29), que corresponden en conjunto al 31,1 % de supervivencia (Figura 30). En la parcela N° 2 se evaluaron 294 plantas, siendo algarrobo y sapote los principales sobrevivientes (46,2 %), con tamaños entre 10 y 17 cm de alto. Esta parcela es la que presenta la mayor supervivencia debido a factores naturales, principalmente nodricismo que otorgan las plantas adultas existentes que han favorecido a las plántulas en cuanto a la humedad como en la protección frente a la presión del ganado circundante.

En el caserío La Peña, en la parcela N° 1, se tiene al mes de la germinación, un total de 25 plantas: 19 de la especie sapote de 10 a 12 cm aproximadamente y 6 de la especie algarrobo, de 15 cm aproximadamente; en este caso la presión granadera es mayor y ha limitado el crecimiento de las plantas, logrando sobrevivir sólo el 17,4 %. En la parcela N° 2, del mismo caserío, se tiene al mes de la evaluación un total de 161 plantas, siendo la mayor cantidad de la especie sapote, seguida de overos y algarrobos, haciendo un porcentaje total de supervivencia de 39,8 %.

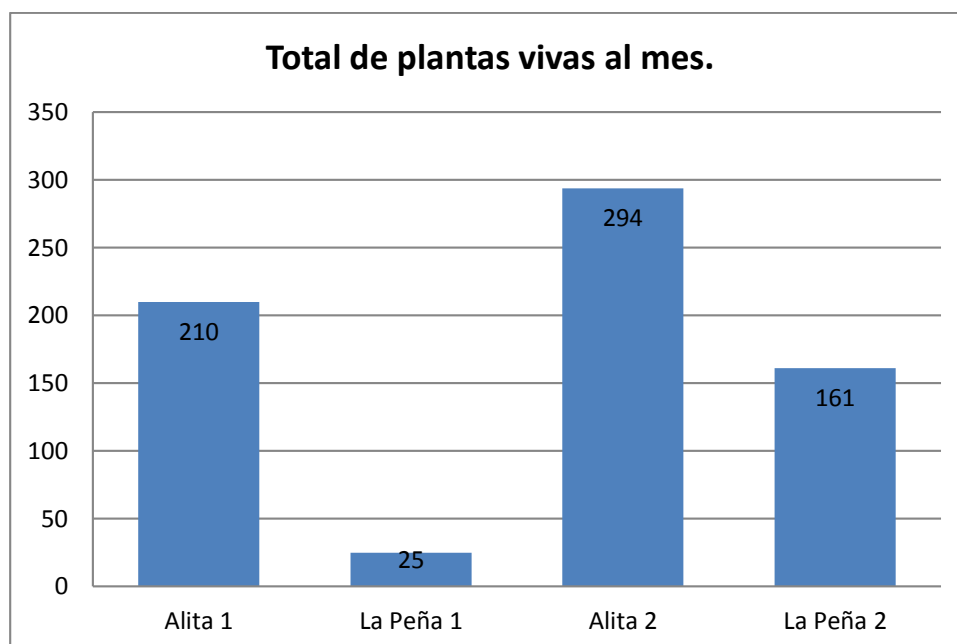


Figura 29. Total de plantas vivas a un mes de evaluación. Caseríos Alita y La Peña-Salas (Fuente: Elaboración propia).

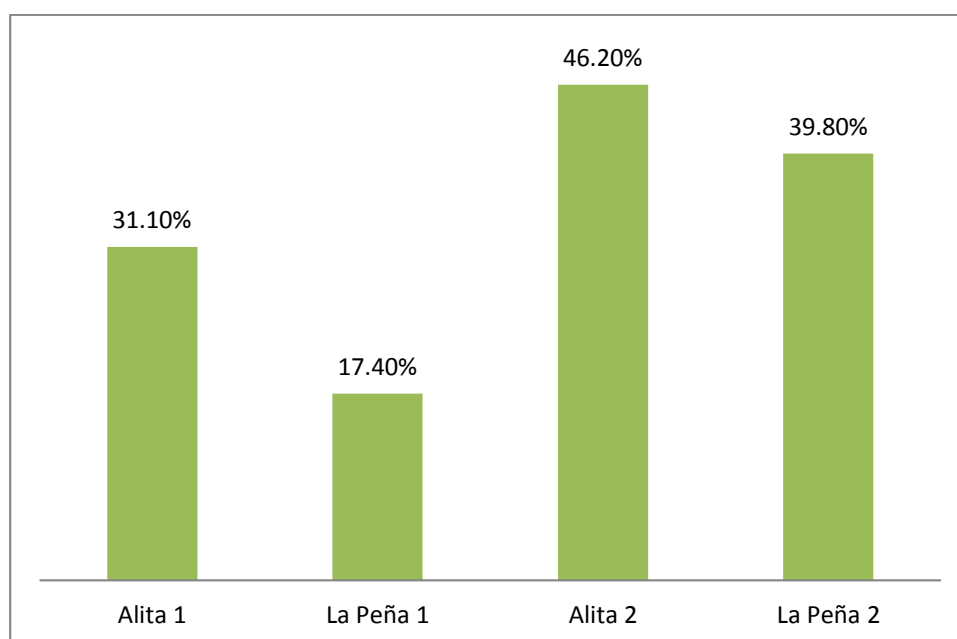


Figura 30. Porcentaje de supervivencia de plantas a un mes de la siembra (Fuente: Elaboración propia).

3.6.3. Eficiencia sobre la densidad de plantas:

Teniendo en cuenta las condiciones de cobertura iniciales, el cambio de cobertura vegetal y la densidad de vegetación después de la

restauración son considerables. (Figuras 31 y 32). Todas las áreas soportan presión ganadera de caprinos y vacunos, que afectó principalmente a las especies herbáceas, además éstas protegieron de la desecación a las nuevas plantas, generándole condiciones apropiadas para su establecimiento.

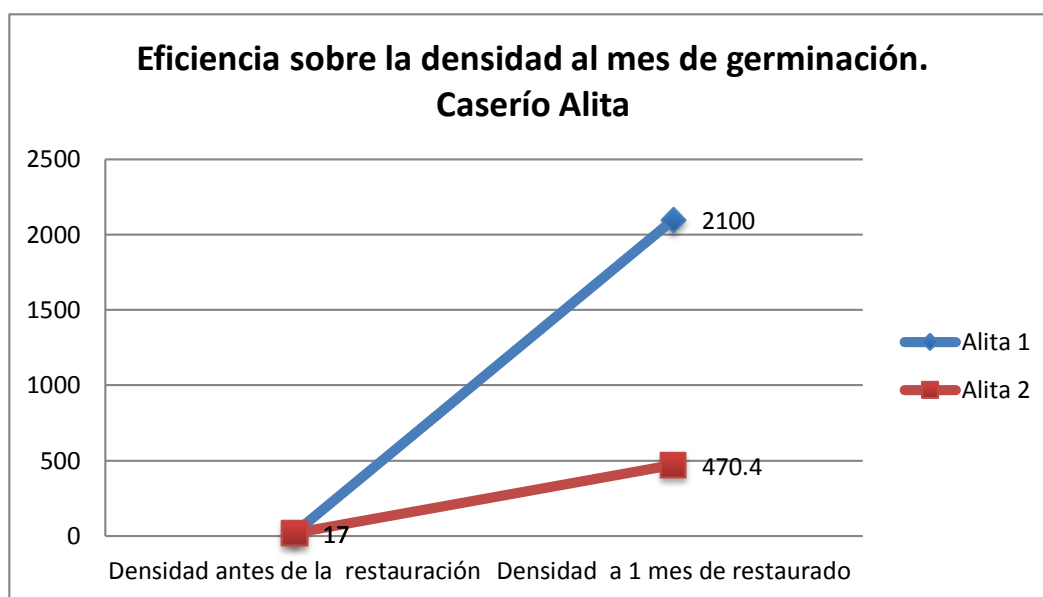


Figura 31. Densidad de plantas en el caserío Alita a un mes de la germinación (Fuente: Elaboración propia).

La densidad de plantas a un mes del inicio de la germinación, con las plantas inicialmente establecidas muestra la eficiencia de la restauración: inicialmente se tienen condiciones de suelo desnudo, con escasa o casi nula cubierta vegetal, con una densidad de 17 individuos/hectárea, la que asciende después de la restauración a 2100 individuos/ha (parcela 1) y 470 individuos/ha (parcela 2) en el caserío Alita y de 15 individuos/ha, asciende a 250 individuos/ha (parcela 1) y 257,6 individuos/ha (parcela 2) en el caserío La Peña.

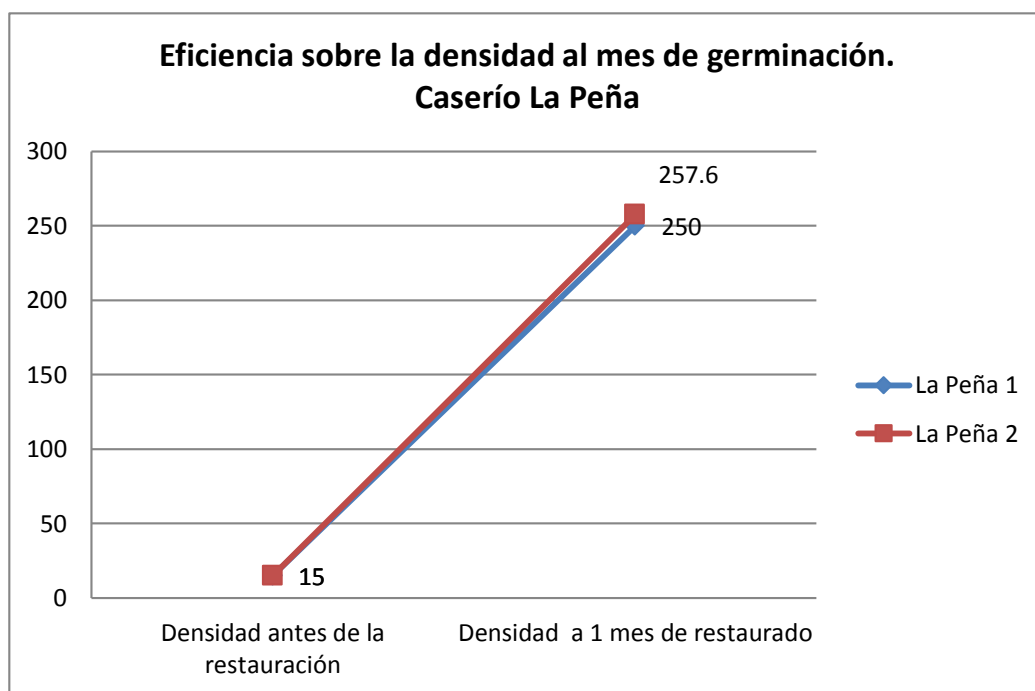


Figura 32. Densidad de plantas en el caserío La Peña a un mes de la germinación (Fuente: Elaboración propia).

CAP IV. DISCUSIÓN.

El desarrollo del presente trabajo se ubica sobre la macro región Bosques Estacionalmente Secos (BETS), los cuales comprenden bosques caducifolios y semicaducifolios que crecen en áreas tropicales sujetas a una severa estacionalidad climática (Linares-Palomino, 2004). Estos bosques reciben alrededor de 80% de la precipitación aproximadamente durante cuatro meses y en ocasiones la estacionalidad no solo es durante el transcurso del año sino a través de periodos extensos de sequía seguidos de eventos climáticos con precipitaciones considerables, lo que hace a estos ecosistemas muy frágiles y con amenazas potenciales de desertificación, principalmente (Fernández, et. al., 2010). La desertificación es la degradación de las tierras que ocurre en zonas áridas, semi-áridas y sub-húmedas.

Como lo mencionan Calmon, et. al. 2011, una de las formas de lograr la conservación de bosques es a través de la restauración y recuperación de tierras degradadas o ecosistemas intervenidos, por lo que surge la necesidad de plantear alternativas de trabajo que se contrapongan a la problemática y es donde surge la idea inicial de la presente investigación, con la aplicación de la técnica Fukuoka utilizando 5 especies de bosque seco de llanura (*Prosopis pallida*, *Cordia lutea*, *Colicodendron scabridum*, *Beautempsia avicennifolia* y *Vallesia glabra*), conocidos localmente como “algarrobo”, “overo”, “sapote”, “vichayo” y “cuncuno”, respectivamente. Cabe mencionar que de éstas se tienen experiencias de reforestación con técnicas tradicionales, principalmente de algarrobo, con éxito regular; sin embargo el manejo no ha sido sostenido en el tiempo. Esto último es mencionado por la mayoría de publicaciones donde se ha trabajado principalmente para la protección de cuencas con

especies nativas de una manera tradicional, es decir con siembras en línea y poco manejo (Murcia y Guariguata, 2014, Altamirano, 2008). Sin embargo, son reconocidas las experiencias de técnicas de restauración ecológica con éxito en diversos ecosistemas y en especial en el ecosistemas de bosque seco, teniendo en cuenta la conservación de los elementos del medio y sus interacciones ecológicas (Ceccón, 2011; Torrijos, Prieto y Suárez, 2011), tal como se establece con la técnica Fukuoka, la cual tiene como valor intrínseco la conservación del medio “sin quitar nada del ecosistema” (Suárez, 2011), estableciendo inicialmente los “micrositios” de trabajo con utilización de especies nativas (Universidad Nacional de Colombia, 2007), la cual conserva la vegetación circundante para enfrentar amenazas en el área (López, 2011).

En la zona de estudio, la vegetación característica corresponde a la asociación *Prosopis-capparis* (bosque seco de llanura), con presencia de vegetación estacional típica de ésta entre la que destacan: *Cordia lutea*, *Beautempsia avicennifolia* y *Vallesia glabra*, las cuales han sido seleccionadas para la aplicación del método, teniendo en consideración que como son especies nativas se espera un porcentaje de germinación alto, (100 % para las especies asociadas, donde solo el “overo”, *Cordia lutea* tiene un porcentaje de germinación del 90 %). En el caso de *Prosopis*, el porcentaje de germinación es 100 %, corroborando lo establecido por Suárez, 2011, donde la germinación de *Prosopis chilensis* (en ecosistema esclerófilo de Chile), también es del 100 % y de las especies asociadas en promedio es de 98,25 %.

El inicio de la germinación una vez establecidas las bolas de barro en los micrositios de siembra, son bastante rápidos, encontrándose entre 3 días (*Prosopis pallida*) y 11 días como máximo (*Vallesia glabra*). El porcentaje de sobrevivencia inicial, se considera por algunos autores como “la prueba más ácida de la restauración” (Ceccón, 2011), principalmente por el estrés hídrico que sufre la planta en condiciones de suelo de zonas áridas; sin embargo las adaptaciones fisiológicas de la semilla contenida

en la bola de barro pueden responder favorablemente. Al respecto, en el trabajo, el porcentaje de germinación inicial, en promedio, está directamente relacionado con la densidad de siembra; inicialmente, los espacios con densidad de siembra de 2 X 2 metros respondieron con un porcentaje de germinación de 90 % en terrenos con nula vegetación y de 85,2 % en terrenos con escasa vegetación (arenosa-arcillosa) a un espacio de 5 X 5 metros. Comparativamente en el terreno arenoso-pedregoso del caserío La Peña, el porcentaje de germinación y supervivencia inicial a una densidad de siembra de 2 X 2 metros fue de 84,8 % y a una densidad de siembra de 5 X 5 metros fue mucho menor (54 %). En todos los casos la especie “algarrobo”, *Prosopis pallida*, respondió mejor a la germinación inicial comparándola con las demás especies (56 % tanto en densidad 2 X 2 metros como en 5 X 5 metros en terreno franco arenoso), 48 % y 39 % en densidad de siembra 2 X 2 metros y 5 X 5 metros, respectivamente, en terreno arenoso-pedregoso, seguida de “sapote” *Colicodendron scabridum*, la cual tuvo en terreno arenoso, un 20 % de germinación, en densidad de siembra 2 x 2 metros y 20,7 % en densidad de siembra 5 x 5 metros; mientras que en terreno pedregoso la germinación es mayor, de 24 % y 30,4 %, respectivamente.

El porcentaje de sobrevivencia a 30 días de la germinación (con presión ganadera), muestra que en general existe una sobrevivencia del 31,1 % en el espacio con densidad de siembra 2 X 2 metros en el Caserío Alita, con características de suelo franco-arenoso desnudo y 46,2 % en densidad de siembra 5 X 5 metros y suelo parcialmente cubierto con vegetación natural, siendo *Prosopis pallida* (56 %) y *Colicodendron scabridum* (20,7%), las especies de las que más individuos sobreviven, lo que está relacionado con la proporción radicular mayor de estas especies con respecto a la parte aérea. En los terrenos pedregosos, siguen siendo las mismas especies las que prosperan con mayor facilidad, pero en menor proporción (17,4 % en densidad 2 x 2 metros y 39,8 % en espacio de 5 x 5 metros).

Las demás especies muestran resultados muy diferentes tanto por condiciones de terreno como por densidad de siembra, destacando el “cuncuno”, *Vallesia glabra*, que obtiene su máxima sobrevivencia a una densidad de siembra de 5 X 5 metros en suelo con vegetación natural (11,3 %); el “vichayo”, *Beautempsia avicennifolia*, sobrevive mejor en condiciones de densidad 2 X 2 metros y suelo desnudo (7 %); *Cordia lutea*, “overo”, alcanza su máximo grado de sobrevivencia en densidad de siembra 5 X 5 metros y suelo pedregoso (20,5 %).

CAPITULO V. CONCLUSIONES

- Las áreas seleccionadas tanto en el caserío Alita como en La Peña, muestran un potencial de restauración bastante alto con la técnica Fukuoka, aún en condiciones de presión ganadera y escasez de agua; principalmente en zonas donde existe cubierta de vegetación que asegura la supervivencia mayor de las nuevas plantas, principalmente de las especies arbóreas.
- Se demuestra que el uso de la técnica Fukuoka en lugares como las áreas seleccionadas, es funcional y económica y no requiere de mayores adiestramientos a los campesinos que son la pieza clave en cualquier proceso de restauración.
- Se obtuvo un alto porcentaje de germinación de las semillas, de 9 % al 56 % en especies arbóreas y 6,1 % a 11,3 % en especies arbustivas; lo que permite restaurar las condiciones del espacio que se encuentra degradado; siendo la densidad de siembra de 5 x 5 m más efectiva (entre 39,8 % y 46,2 %). Debido a ello, al mes de la germinación la densidad vegetal es muy alta permitiendo una expectativa de restauración bastante promisorio para el área.
- La eficiencia de la restauración utilizando la técnica Fukuoka en términos de cobertura es notoria; ascendiendo considerablemente de 17 ind/ha a 2100 ind/ha, en el caserío Alita, mientras que en el caserío La Peña, de 15 ind/ha a 257,6 ind/ha.

CAPITULO VI. RECOMENDACIONES

- Difundir la técnica ya que es manejable y de bajos costos pudiéndose desarrollar en cualquier espacio, aún éste sea el más degradado.
- Empoderamiento a instituciones tales como Universidades en los problemas de base, que permitan el desarrollo sostenible del departamento, especialmente de las áreas rurales degradadas o en proceso de desertificación.
- Que las instituciones científicas generen bancos de semillas que aseguren la vida del bosque seco en el futuro.

CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agraz, C. 2011. Estrategias de Restauración de ecosistemas de Manglar en México. En Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica: La Restauración Ecológica en la Práctica. 105-118. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Aguirre-Mendoza, Z.; Linares-Palomino & P. Kvist. 2006. Especies leñosas y formaciones vegetales en los bosques estacionalmente secos de Ecuador y Perú. *Arnaldoa* 13: 324-350.
- Altamirano, T. 2008. Restauración de los sistemas naturales mediterráneos de Chile central, estudio de casos de restauración del bosque esclerófilo. Tesis Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal.
- AIDER – Fondo de Desarrollo – Proyecto Algarrobo. 2015. Convenio N° 047-1997. Informe de Inventario Forestal de Pampa Larga. Piura, Perú. 65 pág.
- Aronson, J., Floret, C., Lefloc'h, E., Ovalle, C., Pontanier, R., 1993. Restoration and Rehabilitation of Degraded Ecosystems in Arid and Semi – Arid Lands. I. A View from the South. *Restoration Ecology*.
- Arroyave, M.; Uribe, D. y M. Posada. 2010. Estrategias de restauración y manejo de las zonas de ribera del río La Miel (Departamento de Caldas). *Revista Cátedra del Agua*, (4) 9-15.
- Avila L. y L. Franco. 2011. Síntesis simposio sobre restauración ecológica y agroecosistemas. En Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica: La Restauración Ecológica en la Práctica. 558-563. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Brack, A. y C. Mendiola. 2004. Ecología del Perú. PNUD. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo. Editorial Bruño. Lima-Perú.

- Bradshaw, A., 1983. The Reconstruction of Ecosystems. The journal of Applied Ecology, Vol 20: 1 – 17.
- Calle, Z; Murgeitia, E; y J. Chará. 2011. Rehabilitación ecológica de Agropaisajes Ganaderos en Colombia. En Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica: La Restauración Ecológica en la Práctica. 142-151. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Calmon, M., P. H. S. Brancalion, A. Paese, J. Aronson, P. Castro, S. C. da Silva, y R. R. Rodrigues. 2011. Emerging threats and opportunities for large-scale ecological restoration in the Atlantic forest of Brazil. Restoration Ecology 19:154-158.
- Ceccón, E. 2011. Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos: ¿una prueba ácida para la restauración?. En Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica: La Restauración Ecológica en la Práctica. 119-130. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Chang, B. 1987. Selección de especies y manejo de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical y Enseñanza.
- Chará, J. Pedraza, G; Giraldo, L. y D. Hincapié. 2007. Efecto de los corredores ribereños sobre el estado de quebradas en la zona ganadera del río La Vieja, Colombia. Agroforestería en las Américas. Avances en Investigación. N° 45.
- Chará, J; Giraldo, L; Zúñiga, M; Chará-Serna, A; y G. Pedraza. 2011. Cambios en el ambiente acuático asociados a la restauración del corredor ribereño en una quebrada afectada por ganadería en la cuenca del río La Vieja, Colombia. En Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica: La Restauración Ecológica en la Práctica. 564-572. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Clements, F., 1904. The development and structure of vegetation. Botanical Survey of Nebraska, 7. The Botanical Seminar, Lincoln, Nebraska.
- Clements, F., 1916. Plant succession. Carnegie Institute Washington Publication 242. Washington. D. C.

- Convención Mundial de Lucha contra la Desertificación. 1994. Comité Intergubernamental De Negociación Encargado De Elaborar Una Convención Internacional De Lucha Contra La Desertificación En Los Países Afectados Por Sequia Grave O Desertificación, En Particular En Africa. Asamblea General de las Naciones Unidas
- Cuba, A. 1998. En: Memoria del Seminario Internacional Bosques secos y desertificación Ministerio de Agricultura, Proyecto Algarrobo-INRENA.
- Elosegui, A. y J. Diez. 2011. La perspectiva funcional en la restauración y rehabilitación de ríos: ejemplos desde la Península Ibérica. En Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica: La Restauración Ecológica en la Práctica. 573-582. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Fernandez, I; Morales, N; Olivares, L; Salvatierra, J; Gómez, M y G. Montenegro. 2010. Restauración Ecológica Para Ecosistemas Nativos Afectados Por Incendios Forestales. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Ferreira, R. 1983. Los tipos de vegetación de la costa peruana. Anales del jardín Botánico de Madrid 40: 241 – 256.
- Gentry, A. H. 1995. Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical montane forest. Pages 103-126. En: Churchill, S. P., H. Balslev, E. Forero & J. L. Luteyn (eds.), Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forest. The New York Botanical Garden, Nueva York.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. 2010. Metodología de la Investigación Científica. Mc Graw Hill. 5° Edición. México.
- Higgs, E., 1997. What is a Good Ecological Restoration?. Conservation biology, Vol 11: 338 – 348.
- Hocquenghem, A. 1999. Una historia del bosque seco: Bosques secos y desertificación , En memorias del seminario Internacional . Proyecto Algarrobo INRENA. p. 231-253

- INRENA/CIFOR/FONDEBOSQUE. 2001. Inventarios Forestales para Elaboración de Planes de Manejo. Lima. Perú. 40 p.
- INRENA/IFFS/DACFFS/DPPFFS. 2003. Potencial Forestal Nacional. (Resúmenes de Inventarios Forestales realizados por la Ex Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Forestales-ONERN). Lima, Perú. 38 p.
- Instituto Geográfico Nacional. 1986. Carta Nacional del Perú de la Región Lambayeque. Hojas 13D y 13 E. Instituto Geográfico Nacional. Lima.
- Linares-Palomino, R. 2004. Los bosques Tropicales Estacionalmente Secos: Fitogeografía y composición florística. *Arnaldoa* 11: 103-138.
- Linares-Palomino, R., Kvist, L.P., Aguirre-Mendoza, Z., Gonzales-Inca, C. 2010. Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation* 19:169-185.
- León, O. 2011. Síntesis simposio sobre Restauración de Ecosistemas Andinos. En *Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica: La Restauración Ecológica en la Práctica*. 526-533. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Ley 26821. Aprueba Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los Recursos Naturales. *Diario Oficial El Peruano*. 25/06/1997. Lima-Perú.
- Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica. Ley N° 26839.
- Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Ley N° 27308. 15 de Julio del 2000.
- Ley General del Ambiente. Ley N° 28611. *Diario Oficial El Peruano*. 13 de Octubre de 2005. Lima-Perú.
- López, P. 2011. Plan de restauración del bosque seco tropical de la Reserva Natural de la Sociedad Civil Sanguaré (Sucre, Colombia). Universidad de Antioquía. Facultad de ciencias Exactas y Naturales. Medellín.

- Magdaleno, F. 2011. La restauración del bosque de ribera. En Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica: La Restauración Ecológica en la Práctica. 131-141. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Manual práctico del método Nendo-dango. 2011. Maderas nobles de sierra de Segura S.A. España.
- Margalef, R., 1958. Information theory in ecology. *General Systems*. 3 : 36-71.
- Margalef, R., 1963. On certain unifying principles in ecology. *American Naturalist*. 97 : 357-374.
- Margalef, R., 1968. *Perspectives in ecological theory*. University of Chicago Press, Chicago.
- Mittermeier R.A., Robles Gil P., Hoffman M., Pilgrim J., Brooks T., Goettsch-Mittermeier C., Lamoreux J. & Da Fonseca G.A.B. 2005. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most threatened terrestrial ecoregions. Conservation International. Washington.
- Miles, J., 1987. Vegetation succession: past and present perceptions. En: *Colonization succession and stability*. A. J. Gray, M. J. Crawley y P. J. Edwards (eds). Blackwell Scientific Pub., Oxford. pp. 1-29.
- MINAM, 2016. *Experiencias de Educación Ambiental en las Reservas de la Biósfera del Perú*. Ministerio del Ambiente. Lima-Perú.
- Montenegro, A. y O. Vargas. 2011. Atributos vitales de especies de borde en fragmentos de bosque altoandino (Reserva Forestal Municipal de Cogua, Colombia). En *Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica: La Restauración Ecológica en la Práctica*. 211-219. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Murcia, C. y Guariguata, M. 2014. *La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades*. Documentos Ocasionales 107. Bogor, Indonesia: CIFOR.
- Nueva Constitución Política del Perú. 1993. Editorial Chirre. Lima-Perú.

- Odum, E., 1969. The strategy of ecosystem development. *Science*, 164: 262-270.
- Odum, E., 1971. *Fundamentals of Ecology*. 3ª edición, W. B. Saunders Co., Philadelphia. 544 p.
- ONERN. 1995. Mapa ecológico del Perú. Tallares gráficos de la Oficina Nacional de Recursos Naturales. Lima – Perú. 129 pp.
- Orihuela C. y Albán L. 2012. Servicio de consultoría del “Estudio de identificación , priorización , evaluación e integración de la valorización económica de los servicios ecosistémicos en los procesos de planificación y de inversión pública de la Región Piura”, pp. 1-100.
- Primack, R., Rozzi, R., Feinsinger, P., Dirzo, R., Massardo, F., 2001. *Fundamentos de la conservación biológica, perspectivas latino americanas*. Fondo de la cultura. México. 797 pp.
- Proyecto Algarrobo. 1993. Mapa e inventario forestal de los bosques secos de Lambayeque. Memoria explicativa. CEIMAD-Proyecto Algarrobo, Chiclayo, Perú.
- Richter, M. A. and Ise, M. 2005.: Monitoring plant development after El Nino 1997/98 in Northwestern Peru, *Erdkunde*, 59, 136–155,
- Sánchez, O., Z. Aguirre & L.P. Kvist. 2006. Usos maderables y no maderables de los bosques secos de la Provincia de Loja. *Lyonia* 10(2):73-82.
- SENAMHI, 2012. Datos climáticos de la Estación Meteorológica Jayanca-La Viña tipo convencional. Disponible en <http://www.senamhi.gob.pe/include mapas/ dat esta tipo.php?estaciones=000333>
- Sotelo, M.; Weber, J. 1997. Priorización de árboles agroforestales en la cuenca amazónica del Perú. *Agroforestería en las Américas*.
- Suárez, K. 2011. Evaluación de la técnica Nendo Dango como estrategia complementaria en tratamientos de dispersión de semillas para la restauración ecológica en cinco áreas alteradas del Distrito Capital.

Tesis de Biología. Universidad Distrital Francisco José Caldas. Bogotá-Colombia.

Torrijos, P; Prieto, D. y E. Suárez. 2011. Evaluación del potencial natural de restauración en sabanas y bosque de piedemonte en Casanare – Colombia. En Memorias I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica: La Restauración Ecológica en la Práctica 346-358. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

UICN; PNUMA; WWF. 1991. Cuidar la tierra: Estrategia para el futuro de la vida. Gland, Suiza. 258 p.

Universidad Nacional de Colombia, 2007. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología.

Young, T., Petersen, D., Clary, J., 2005. The ecology of restoration: historical links, emerging issues and unexplored realms. Ecology letters Vol(8): 662 – 673.

ANEXOS

Anexo I.

Resumen de datos de campo caseríos Alita y La Peña. Restauración de bosque seco con la técnica Fukuoka.

A. Caserío Alita 1:

Parcela 1. Especie	N° de bolas de barro sembradas	N° de bolas de barro con germinación	Porcentaje de bolas de barro germinadas	N° de semillas sembradas	N° de plantas germinadas	Porcentaje de plantas germinadas
Algarrobo	250	225	90	500	378	56
Vichayo	250	47	18.8	500	47	7
Overo	250	51	20.4	500	61	9
Cuncuno	250	54	21.6	500	54	8
Sapote	250	127	50.8	250	135	20

B. Caserío Alita 2:

Parcela 2. Especie	N° de bolas de barro sembradas	N° de bolas de barro con germinación	Porcentaje de bolas de barro germinadas	N° de semillas sembradas	Número de plantas germinadas	Porcentaje de plantas germinadas
Algarrobo	250	213	85.2	500	356	56
Vichayo	250	37	14.8	500	39	6.1
Overo	250	37	14.8	500	37	5.9
Cuncuno	250	70	28	500	72	11.3
Sapote	250	130	52	250	132	20.7

Parcela 1: densidad de siembra 2 x 2 metros

Parcela 2: densidad de siembra 5 x 5 metros.

C. Caserío La Peña 1

Parcela 1. Especie	N° de bolas de barro sembradas	N° de bolas de barro con germinación	Porcentaje de bolas de barro germinadas	N° de semillas sembradas	Número de plantas germinadas	Porcentaje de plantas germinadas
Algarrobo	250	212	84.8	500	324	48
Vichayo	250	25	10	500	26	6
Overo	250	90	36	500	92	14
Cuncuno	250	41	16.4	500	41	8
Sapote	250	159	63.6	250	162	24

D. Caserío La Peña 2.

Parcela 2. Especie	N° de bolas de barro sembradas	N° de bolas de barro con germinación	Porcentaje de bolas de barro germinadas	N° de semillas sembradas	Número de plantas germinadas	Porcentaje de plantas germinadas
Algarrobo	250	135	54	500	154	39
Vichayo	250	25	10	500	26	6.5
Overo	250	86	34.4	500	87	20.5
Cuncuno	250	15	6	500	15	3.6
Sapote	250	123	49.2	250	123	30.4

Parcela 1: densidad de siembra 2 x 2 metros

Parcela 2: densidad de siembra 5 x 5 metros.

Anexo 2. PANEL FOTOGRAFICO.



Figura 33. Recuento y traslado de bolas de barro a las áreas de siembra. Caseríos Alita y La Peña – Salas. 2017 (Fuente: Registro fotográfico propio).



Figura 34. Inicio de siembra de bolas de barro. Pobladores del caserío Alita recibiendo instrucciones y siembra (Fuente: Registro fotográfico propio).



Figura 35. Posicionamiento de la Bola de barro en el suelo y germinación inicial de las semillas. (Fuente: Registro fotográfico propio)



Figura. 36. Germinación inicial de las semillas en grupos emergiendo desde las bolas de barro (Fuente: Registro fotográfico propio).



Figura 37.



Establecimiento de las primeras plantas de algarrobo y sapote Caserío La Peña-Salas. 2017 (Fuente: Registro fotográfico propio).