

Impacts of native forest in the recovery of soils degraded by salts in Lambayeque

Impactos de forestales nativos en la recuperación de suelos degradados por sales en Lambayeque

GILBERTO CHÁVEZ-SANTA-CRUZ

Docente, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo

<https://orcid.org/0000-0002-3789-8497>, gchavez@unprg.edu.pe

Revista Iberoamericana de la Educación
Vol – Especial 1 2021
e-ISSN: 2737-632x

Abstract: With the purpose of knowing the impacts of reforestation and recovering soils degraded by salts, it was evaluated in the lands of the San José Rural Community, province, and department of Lambayeque. four native forest species: *Prosopis limensis* Benth (carob), *Acacia macracantha* Humb. & Bonpl. ex Willd (faique), *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze (tara) and *Schinus molle* L (molle), species evaluated at three levels of salinity. Formats with response evaluation matrices were developed to evaluate the soil-plant interrelationships and other biological components. The selected species showed good adaptability to saline soils, highlighting the carob and faique. that they have the property of growing on abandoned lands that contain excess salts and having as a reference that in the past these species have existed in the area, but that they were cut down to build the keels of the boats; The evaluations show that the forestry species worked have a positive impact on the recovery of saline soils, in addition to other benefits and for the livestock activity due to the abundant biomass formed that can be used, carbon capture and water more than 30% of the weight of the wood and the new life it houses.

Key words: soils, salinization, native forest resources

Resumen: Con el propósito de conocer los impactos de la reforestación y recuperar suelos degradados por sales, se evaluó en la Comunidad Campesina San José, provincia y departamento de Lambayeque. cuatro especies forestales nativas: *Prosopis limensis* Benth (algarrobo), *Acacia macracantha* Humb. & Bonpl. ex Willd (faique), *Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze (tara) y *Schinus molle* L (molle), especies evaluadas en

tres niveles de salinidad. Se elaboraron formatos con matrices de evaluación de respuesta para evaluar las interrelaciones suelo-planta y otros componentes biológicos. Las especies seleccionadas mostraron buena adaptabilidad a suelos salinos, destacando el algarrobo y el faique; los resultados permiten concluir que las especies forestales trabajadas, tienen impacto beneficioso en la recuperación de suelos salinos, además otros beneficios y para la actividad pecuaria por el incremento de la biomasa formada que se puede aprovechar, captura de carbono y agua más del 30% del peso de la madera y a la nueva vida que alberga.

Palabras clave: suelos, salinización, recursos forestales nativos.

INTRODUCTION

1.1.Efectos de la Salinidad en los suelos

La salinidad afecta a la humanidad desde el inicio de la agricultura por el deterioro de sus suelos agrícolas Annie Termia, et al. (1985), Mark Tester, Romola Davenport(2003), (DEPOLTI–INADE (2004), Hernández, A. (2011), Piedra, AL y Cepero, MCG (2013), Espejo 2013), Lamz Piedra Alexis y María C. González Cepero (2013), Lastiri Hernández, Marcos Alfonso et al (2017) Lastiri Hernández, Marcos Alfonso et al. (2017); incluso la salinidad ha sido la causa de la desaparición de comunidades en el pasado (Martínez-Villavicencio, N et al. 2020); existen registros históricos de migraciones provocadas por la salinización del suelo cultivable y el colapso de civilizaciones (Zamora, Oscar M. Fonseca 1978). Actualmente en varios países como en Guatemala existe un migración masiva de sus pobladores a otros países por la aridez de sus suelos y la crisis climática (Lozano Sivisaca, Deicy Carolina 2015). Santos, Suelí Almeida dos (2021). discute las nuevas dinámicas de urbanización donde hay una fuerte inserción de la agricultura capitalista, como en las zonas más pobladas, donde el monocultivo es la predominante.

1.2. Beneficios de los bosques

El llamado de los bosques



Meli, Paula (2003), Granda, María J., y Yáñez M., Patricio (2017), FAO (2021), indican respecto a los bosques tropicales, que son los más antiguos, variables y menos estudiados ecológicamente y en él se encuentran más del 50% de todas las formas de vida que habitan en el mundo y brindan beneficios de carácter ambiental como la captura y distribución de agua, el mantenimiento del suelo, la fijación de CO₂, además de permitir preservar la vida de innumerables especies con valor potencial. **Powers, Jennifer S.** (2019) agrega que los bosques tropicales secos proporcionan a las sociedades muchos servicios ecosistémicos de gran valía. **Medina Peña Rolando et al.** (2016), indican que los beneficios que aportan los servicios ambientales brindados por los bosques a partir del reconocimiento político-social-económico.

Sánchez Zevallos Pablo (2017) con su programa Poncho verde foresto 50,000 hectáreas. donde cambió pajonales y laderas desnudas por bosques productivos, y tierras eriazas por campos fértiles y productivos. Don Pablo, como lo conocieron sus amigos del campo, propuso asimismo la necesidad de manejar los ecosistemas de manera integrada. chacras modelo, donde aplicó el sistema silvoagropecuario, que integraba las actividades forestales de ladera y agricultura intensiva a través de la adopción de prácticas adecuadas de manejo de suelos y agua. Su propuesta incluía, además, que la familia campesina complemente sus ingresos con actividades artesanales (utilizando los recursos abundantes de su comunidad) y con los subproductos agrícolas de la chacra que pueden ser intercambiados por otros que no se producen en la zona. A su vez, planteó aprovechar el turismo vivencial (como paisaje, venta de artesanías y subproductos agrícolas). Esta estrategia permitiría asegurar el sustento de la familia campesina, sin perder sus prácticas habituales al tiempo que conservaba los conocimientos tradicionales. Esto fue la base del enfoque de desarrollo humano sostenible, equitativo y solidario que tanto difundió Pablo Sánchez. Desde su labor como docente en la Universidad Nacional de Cajamarca a inicios de la década de 1970, fue el artífice para lograr que la cooperación belga se instalara en Cajamarca y ejecutara el Programa de Desarrollo de Cajamarca (Prodesca), dirigiendo uno de sus proyectos emblemáticos,

“Forestación y Pasturas”, que luego devendría en el Servicio Silvoagropecuario (SESA), al cual nos referiremos con detalle más adelante. Asimismo, impulsó el manejo y gestión de cuencas hidrográficas, trabajadas a nivel nacional por el Pronamachs y el Proyecto Sierra Verde del Ministerio de Agricultura. A través de la Asociación para el Desarrollo Rural de Cajamarca (Aspaderuc), creada el 16 de octubre de 1978 junto a un grupo de colaboradores cercanos.

1.3.Salinidad en costa norte del Perú

En costa norte del Perú en especial el valle más grande del Perú (300,000 has) la situación no es ajena por la siembra excesiva del cultivo de arroz, por las dosis elevadas de Urea que, es una sal como fuente nitrogenada (Rodrigo Sigueñas, Leónidas Ocola y Jhon Guerrero (2019), aunque la parte negativa del arroz es el consumo de arroz pilado, proceso que elimina los minerales y vitaminas contenidas en el pericarpio, aleurona y no contribuye nutricionalmente en los consumidores debido a la escasa educación alimentaria, que no consume granos integrales, esta situación negativa se puede mitigar con reforestar. Los resultados demostraron que la salinización en el área de estudio se expandió entre 1976 y 2016, llegándose a perder 1690,47 ha de cultivo

Análisis histórico de la salinidad en el Valle Chancay-Lambayeque

El proceso de salinización lo observamos en la siguiente secuencia de momentos históricos claves:

Momento 1. Antes de la Conquista española

Tenencia de la tierra y uso del agua estaba en función del Medio Ambiente, usos naturales

Productores: Comunidades Moche

Producción: Productos nativos

Valor de la tierra 100 %

GRADO DE SALINIZACION 0%

Uso del Agua: Sistema de riego mayor y menor, Napa freática a Profundidad >10m

Bosques Naturales: En armonía con el medio ambiente.

Momento 2. Después de la conquista española

Cambio de tenencia de la tierra y uso del agua

Marginación de la Comunidades campesinas

Introducción: Arroz, Caña de Azúcar

No Usos Naturales de los recursos

HACIENDAS: Siembra de arroz y caña, alto requerimiento agua y suelo (Parte media del Valle Mejores Suelos y cabecera de agua)

Valor Tierra: 100 % (S/ 10,000) y Baja 80% S/ (8,000) (TC. US \$1.0= S/4.0 peruanos)

Empieza la salinización de suelos 10% (6,000 has)

Uso del Agua: se transforma el riego para cultivos por inundación (arroz y caña de azúcar) sin crear un sistema de riego mayor y menor Napa freática. < 8m

Bosques: Tala de miles de hectáreas, para las Haciendas y bases de los ferrocarriles (pérdida 30%)

Momento 3. Gobierno Militar y Reforma Agraria

Cambio de la tenencia de la tierra y Uso del Agua

Marginación de la Comunidades campesinas

Se acentúa la producción de Arroz y Caña de Azúcar

Junta de Usuarios solicita Plan Cultivo y ATR (aprueba)

No Usos Naturales

Cooperativas y Base de la Reforma agraria: ARROZ y CAÑA, (Parte media del Valle Mejores Suelos y Cabeceras de agua)

Valor Tierra: 120 % (15,000) en la parte alta y en la parte Baja disminuye al 20% S/ (2,000)

Incrementa la Salinización de los suelos 40% (40,000 has salinas)

Uso del Agua: Mejora Sistema de riego Mayor y Menor pero el mantenimiento es inadecuado, Napa Freática < 4 m, afloramientos de sales

Bosques: Tala miles has, (pérdida 90%), ahora quedan solo relictos)

Tecnologías de recuperación de suelos: limitada sola al empleo de Drenes que no cuentan con el mantenimiento idóneo. tasa de cambio a la fecha US 1.0\$=4 soles peruanos

Momento 4. Momento actual

Cambio de la tenencia de la tierra y Uso del Agua

Marginación de la Comunidades campesinas

Acentúa Producción de. Arroz y Caña de Azúcar

Junta de Usuarios (solicita Plan Cultivo)

No Usos Naturales

Desaparecen Cooperativas: ARROZ y CAÑA, (Parte Media del Valle Mejores Suelos y Cabeceras de agua)

Valor Tierra: 200 % (40,000) en la parte alta del valle y en la parte Baja sigue disminuyendo a 10% S/.(2,000 la hectarea)

Se incrementa la SALINIZACION DE SUELOS 30% (60,000 has salinas)

Uso del Agua: Mejora Sistema de riego Mayor y Menor pero el mantenimiento sigue inadecuado, Napa Freático. < 4 m, afloramientos de sales

Bosques: Tala (pérdida 90%), quedan solo relictos

1.4. Mecanismos de salinización

El valle de Chancay-Lambayeque, tiene un problema de salinización muy severo, donde las zonas afectadas aumentaron hasta 60,000 en 2017, y actualmente siguen en aumento. Por ello, el objetivo del estudio es el de analizar los impactos producidos por la presencia de especies forestales nativas en la dinámica del ecosistema y el beneficio que se puede obtener en el componente biológico, social y económico, lo que contribuiría a mejorar el nivel de ingresos de los pobladores de la zona.

El presente trabajo se efectuó en la comunidad Campesina de San José del distrito de San José, provincia y departamento de Lambayeque-Perú ubicado en los márgenes del océano pacífico, y que en el pasado estuvo cubierto de bosques donde se hacía un uso racional de sus recursos naturales, pero existió un presidente dirigente que ordeno talar los bosque, para usar las maderas en las quillas de sus embarcaciones, que son muy resistentes al agua del mar, dejando los suelos a expensas de la erosión eólica y a los lavados en los eventos niño, quedando en suelos áridos abandonados provocado la migración masiva de los pobladores, aumentando los cinturones con pobreza y delincuencia en las ciudades. Por lo expuesto, los objetivos fueron conocer los impactos de las variedades forestales instaladas.

MATERIALS AND METHODS

En el diseño se consideró todas las estrategias, para la toma de las muestras para que éstas sean representativas de la población y el proceso de inferencia estadística tenga validez científica, inicialmente el raciocinio deductivo y la generalización, usualmente utilizan la aleatoriedad, estas características permiten mayor confianza en las relaciones de causa y efecto, se uso el diseño de bloques completos al azar (DBCA), análisis factorial (Sousa Valmir D.2007). Se utilizo un enfoque cuantitativo, se realizó un muestreo simple aleatorio, con el usos de software estadístico, previa planificación de las mediciones y el análisis de datos, con diseños experimentales para contestar preguntas de investigación.

Alcance, se espera que al menos dos variedades se adapten a las condiciones del campo experimental y con estas dos variedades replicar en otras condiciones semejantes de costa norte

- **Hipótesis**

- Si se siembran materiales de gran variabilidad genética, entonces se recuperaran Suelos degradados por Sales, generando Impactos Positivos en el Medio Ambiente
- Las variables estan de acuerdo con los impactos (Tabla 1)

Tabla 1: Impactos, Variables e Indicadores

Impacto	Tipo variable	Variable	Indicador	Índices	Técnica
1. Social	Dependiente	- Valoración de la Tierra.	- Precio en soles por hectárea	S/.	Valoración
2. Económicos	Dependiente	- Área, Rendimiento y Producción	- Hectáreas en producción, rdto	Número. kg	Encuesta
	Dependiente	- Tipo de Producción	- Cultivos (has), Ganadería (cabezas).	Especies	Encuesta
	Dependiente	-Índice rentabilidad	IB/CT	IR	Encuesta
3. Ambiental	Dependiente	a. Medio Físico:	- Conductividad eléctrica, pH y textura. - Presencia de CO ₂ (captura de carbono)	dS/m, oH ⁺ , textura partículas CO ₂	Conductímetro Potenciómetro, Triángulo text. Coloración
		- Calidad de los suelos:			
	Dependiente	- Calidad del Paisaje:	- Sobrevivencia y crecimiento de las especies en estudio (Algarrobo, Faique, Molle y Tara).	Número y %	Encuesta Medición
	Dependiente	b. Medio biológico: - Flora: - Fauna	- Presencia de aves, mamíferos y reptiles asociados a las especies en estudio.	Número	Conteo
	independiente	Salinidad	Conductividad Eléctrica (CE)	dS/m	Potenciómetro

Ubicación del Valle Chancay

La cuenca, comprende tres zonas diferentes:

Baja, entre el nivel del mar y los 150 msnm. (a la izquierda de la pista Chiclayo-Piura)

Media, entre los 150 a 500 msnm (a la derecha de la pista Chiclayo-Piura) y,

Alta, entre los 500 a 3500 msnm.

De las tres zonas, la cuenca baja se ve afectado por la salinización. Los cultivos que aquí predominan son: arroz y caña de azúcar y en menor escala maíz, algodón, leguminosas y hortalizas. La distribución de los cultivos en la zona obedece principalmente a la disponibilidad de agua (INCAGRO 2007)

La muestra, está constituida por 50 plantas por variedad de poblaciones distribuidas en costa norte,

Instrumentos. Se utilizaron instrumento mecánicos, como balanza de precisión de 0.5 gramos y wincha con un precisión de 1 mm

Procedimiento

Identificación del problema ambiental serio

Diagnostico- cuenca Chancay Lambayeque basados en estudios de DEPOLTI

Niveles de salinidad

0-4 dS/m // S. ligeramente salinos

4-8 dS/m // S. salinos

8-16 dS/m // S. Fuertemente salinos

46 puntos de muestreo

Sección de parcelas experimentales

Muestreo de suelos a diferente profundidad

1.7 has con 3 niveles de salinidad

Selección de parcelas y diseño experimental

Acondicionamiento del vivero (100 m²)

Preparación de sustrato

Instalación de cultivos Forestales – vivero

Instalación de cultivos Forestales – Campo definitivo

Lugar De Ubicación De Los Plantones En El Campo Definitivo

N1			
A	M	F	T
M	F	T	A
F	T	A	M
T	A	M	F

A=Algarrobo, M=Molle, F=Faique, T=Taya

Siembra en campo definitivo

Mediciones Biométricas

diámetros de la copa, y altura de plántula

Procedimiento y metodología para seguir

Diseño de bloques completos al azar 4 repeticiones y 4 tratamientos

Ho: $\mu E1 = \mu E2 \dots = \mu E4$

H1: Al menos una media es diferente

Variables dependientes

Supervivencia enmarcada bajo parámetros de **tolerancia, adaptabilidad, y susceptibilidad**

Variables predictoras

Las cuatro especies

Matriz de Leopold

Es una tabla de doble entrada donde se relacionan las actividades. Su utilidad principal es como lista de chequeo que incorpora información cualitativa sobre relaciones causa y efecto, pero también es de gran utilidad para la presentación ordenada de los resultados de la evaluación.

Índice de Rentabilidad

Es un indicador económico

Población:

Son las 1000 hectáreas y sus comuneros agricultores afectados y los suelos que son de su propiedad (has) sobre los que se ha de validar la tecnología luego de la selección de las mejores especies para recuperar suelos salinos (ROJAS 2009).

Como la población es conocida (finita), es decir se conoce el total de la población, (1000 has de validación de la tecnología) el tamaño de muestra quedará de la siguiente manera: (Herrera Castellanos Mario)

Muestra

fórmula para poblaciones finitas:

$n =$

4PQN

$$(N-1)E^2(.05)+4PQ$$

Donde: n=30 familias

La confiabilidad es igual a $1-\alpha$, donde la confiabilidad es de 0.95 y $\alpha = 0.05$; para el modelo normal es $Z [\alpha/ 2]$ donde $Z (0.025)$

Base de datos indicadores ambientales: Fauna y flora

El componente biológico, orienta su énfasis en la flora y fauna. Dentro de la fauna, a su vez se evaluaron cuatro grupos biológicos distribuidos de la siguiente manera.

Flora, Herpetología y Aves y Mamíferos.

Método Científico

Método de investigación, consiste en identificar el problema de la erosión de los suelos por la tala del bosque, planteamiento de la hipótesis, determinar el error tipo I (0.05), plantear la prueba estadística (F-test), toma de datos previa planificación, encontrara valores calculados (p-valor), si este valor es menor a 0.05, se rechaza hipótesis nula, y conclusiones, se puede plantear nuevas hipótesis, y si son similares con otros trabajos, se forma una teoría.

El diseño es experimental, transeccional, descriptivo y correlacional, de enfoque cuantitativo y muestreo probabilístico, se realizó un muestreo simple aleatorio, se utilizó el software Minitab versión 16 para identificar los numero aleatorio, para garantizar la confiabilidad del instrumento.



Foto 1. Ubicación de la zona de trabajo, obtenido de Google Earth. Zona salina irrigada por el Canal Huerequeque, "San José"



Foto 2. Suelos degradados de San Joe y Personal de apoyo



Foto 3. Gilberto Chavez, Milagros del Pilar, Milagros espejo, Ricardo Aria y Jorge Zeña y en frente las plantas indicadoras de salinidad.

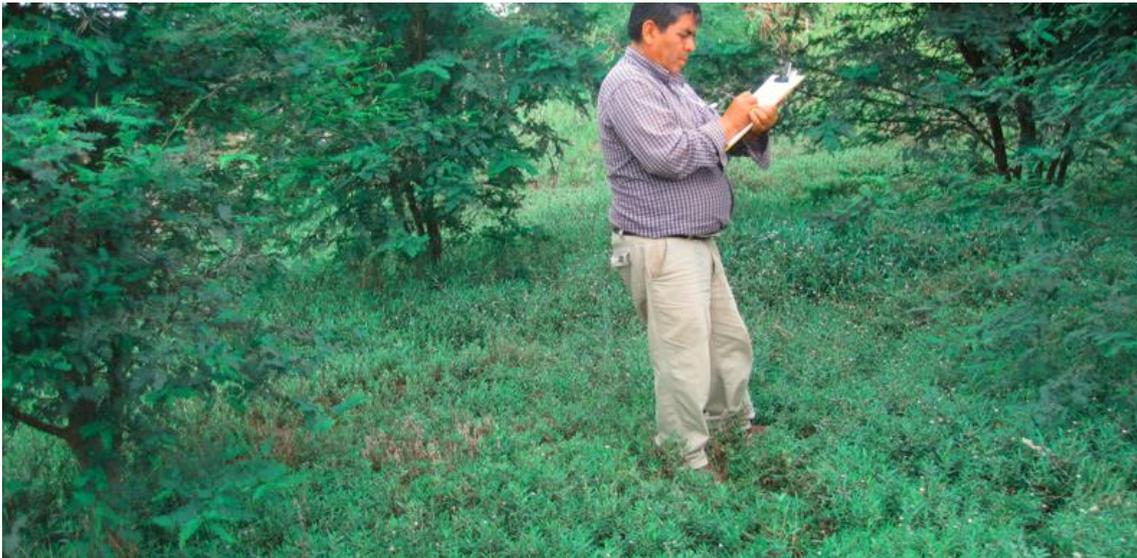


Foto 4. La Foto1 pero con bosque

Esta investigación, requirió previamente probar la adaptabilidad de cuatro especies forestales: luego se establecieron tres unidades de evaluación: “Bosque recuperado” (Bq-r), “Área de cultivo” (Ar-c) y “Monte ribereño” (Mt-r) con sus respectivas repeticiones.

Se elaboraron formatos con matrices de evaluación de respuesta a las interrelaciones suelo planta y otros componentes biológicos que se incorporaban al sistema, con énfasis en flora y fauna y dentro de las últimas, aves mamíferos, reptiles y anfibios. Para la determinación de las especies de flora y fauna se hicieron colecciones, fotografías y consultas a especialistas.

Los materiales utilizados para los registros de los componentes biológicos fueron básicamente los de observación in situ y para los elementos del suelo el laboratorio de edafología de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

RESULTS

3.1. Adaptabilidad de las especies forestales.

Las especies forestales seleccionadas, mostraron buena adaptabilidad a campo definitivo en terrenos salinos, con éxito de prendimiento para *Acacia macracantha* del 30 %, *Prosopis limensis* 20%, *Caesalpinia spinosa* 11%, y *Schinus molle* 8%.

En el ambiente de bosque recuperado se muestra mayor dinámica de las especies, donde se pudo encontrar regeneración natural de la especie de *Prosopis limensis* con mejores características, seguido de *Caesalpinia spinosa*, en tercer lugar, se ubica *Acacia macracantha*, por último, *Schinus molle* con un 8% de sobrevivencia. Tabla 1.

Tabla 1.- sobrevivencia según especies a concentraciones de 161.1 6 mmhos y un pH de 8

Especie forestal	Reg. natura	% de Sobre/esp.
------------------	-------------	-----------------

<i>Acacia macracantha</i>	Si	10
<i>Caesalpinia spinosa</i>	No	20
<i>Prosopis limensis</i>	Si	60
<i>Schinus molle</i>	No	8

Se determinaron catorce especies herbáceas que son frecuentes en el área de trabajo, las cuales también son reportadas como tolerantes a terrenos salinos, mayor riqueza y abundancia de especies lo alberga el área de bosque.

Las especies muestran gran adaptabilidad y que se comprueba el beneficio que presentan como alimento para el ganado vacuno ovino y caprino. También se reportan que estas herbáceas ayudan a mejorar el suelo trasladando parte de sales a la atmósfera. Otras especies fueron reportadas en medicina y en artesanía.

Dentro de las plantaciones realizadas se encontraron especies que ayudan a mejorar los suelos como las que describe ZANONI M., C.A. y Zeña C, J. (1997) Tabla 2.

Tabla 2.- Especies herbáceas registradas en la zona de trabajo

Bosque recuperado	Monte ribereño
<i>Chloris halophylla</i>	<i>Chloris halophylla</i>
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	<i>Cynodon dactylon</i>
<i>Spilanthes leiocarpa</i>	<i>Phragmites australis</i>
<i>Batis maritima</i>	<i>Typha angustifolia</i>
<i>Cyperus corymbosus</i>	<i>Dactyloctenium aegyptum</i>
<i>Typha angustifolia</i>	<i>Cyperus corymbosus</i>
<i>Lippia nodiflora</i>	
<i>Distichlis spicata</i>	

Otro componente, en el sistema son la presencia de aves que forman parte de la dinámica del ecosistema y estas aumentan de acuerdo con que el bosque se va recuperando. La observación de aves terrestres debe también establecer la necesidad de evaluar la vegetación para verificar la influencia de las aves en las plantas, según una conocida guía de monitoreo de aves terrestres en Estados Unidos (Ralph et al. 1991). Tabla 3.

Tabla 3.- Aves registradas según sectores (monte ribereño y bosque recuperado).

Especie	Monte ribereño	Bosque recuperado
<i>Ardea alba</i>		
<i>Egretta thula</i>	X	X
<i>Bubulcus ibis</i>	X	X

<i>Anas cyanoptera</i>	X	X
<i>Gallinula chloropus</i>	X	X
<i>Himantopus mexicanus</i>	X	X
<i>Charadrius alexandrinus</i>		X
<i>Charadrius vociferous</i>	X	X
<i>Calidris alba</i>	X	X
<i>Actites macularia</i>	X	X
<i>Columbina cruziana</i>		X
<i>Forpus coelestis</i>		X
<i>Crotophaga sulcirostris</i>		X
<i>Amazilia amazilia</i>		X
<i>Furnarius Leucopus</i>	X	X
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	X	X
<i>Notiochelidon cyanoleuca</i>	X	X
<i>Mimus longicaudatus</i>	X	X
<i>Passer domesticus</i>		X
<i>Polioptila plúmbea</i>	X	X
<i>Sicalis flaveola</i>	X	X
<i>Sporophila simplex</i>		X
<i>Sturnella bellicose</i>	X	X
<i>Molothrus bonariensis</i>		X

3.2. Matriz de Leopold

Es una tabla de doble entrada, modo cualitativo de evaluación de impacto ambiental creado en 1971, en la Tabla 3, se muestra las interacciones de las actividades y los medios (físico, natural o cultural). en cada interacción se anotan signos positivos o negativos, según si el impacto es positivo o negativo, respectivamente a la derecha de la tabla se dan las magnitudes de los impactos, respectivamente, así en el margen superior derecho hay una magnitud de 500 has, recuperadas, que es un gran impacto positivo.

3.3. Valoración de impactos generados

En la Tabla 5, se muestra la valoración de los impactos generados, se observa en las dos ultimas columnas los valores de los impactos y las medidas a tomar; se observa que en la mayoría de las actividades se obtiene un alto impacto positivo y solo en la actividad, adquisición de equipos informáticos se obtiene un impacto mediano; con respecto a las medidas a tomar se obtiene que no hay ninguna medida a tomar.

3.4. Captura de Carbono

Mediante el cálculo de volumen del peso de la madera del árbol se puede determinar el total de dióxido de carbono que pueden almacenar los bosques, ello con el objeto de implementar proyectos para pago de servicios ambientales por captura y retención de carbono, lo que generaría un incremento de los ingresos y por ende mejorar la calidad de vida de las poblaciones involucradas.

https://www.youtube.com/watch?v=1iT_5r1Dxk8

Tabla 4. Ciclo de vida del proyecto y la Matriz de Leopold

		ACTIVIDADES EN DIFERENTES ESTADOS DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO									
		FASE DE INVESTIGACION				FASE DE VALIDACION					
		Construcción de vivero	Determinación de especies forestales	Adquisición de equipos de laboratorio	Adquisición de equipo portátil análisis de suelos	Construcción de viveros para	Capacitación	Capacitación de productores afectados.	Aplicación de resultados de	Alianzas socioeconómicas	
Medio Físico- Natural - Cultural	1. Calidad de los suelos										
	Conductividad Eléctrica	+	+	0	+	+	+	+	+	+	
	2. Calidad del Paisaje										
	Has de bosque recuperado	+	+	0	+	+	+	+	+	+	
	3. Flora										
	Sobrevivencia	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Crecimiento	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Fenología	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	4. Fauna										
	Aves	+	+	0	0	+	+	+	+	0	
	Mamíferos	+	+	0	0	+	+	+	+	0	
	Reptiles	+	+	0	0	+	+	+	+	0	
	5. Calidad tecnol. y ambiental										
	Disposición al proyecto	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Calidad de la parcela	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Asistencia técnica	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Uso de la Tierra	+	+	0	+	+	+	+	+	+	
	Uso de los recursos hídricos	0	+	0	0	0	+	+	+	+	
	Uso de agroquímicos	+	+	0	0	+	+	+	+	+	
	Conocimiento sobre salinización	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Conocimiento sobre recuperación de suelos salinos	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Cuida su medio ambiente	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Ha sido capacitado	+	+	0	0	+	+	+	+	+		
Medios Socioeconómicos	Tipo de Producción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Uso de mecanización	+	+	0	0	+	+	+	+	+	
	Usa riego tecnificado.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Volumen de agua usado	+	+	0	0	+	+	+	+	+	
	Reconoce un suelo salino	+	+	0	+	+	+	+	+	+	
	Uso de TICS	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	6. Social										
	Enfermedades que se presenta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Valor de la parcela	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
	7. Económicas										
	Actividad principal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Actividad secundaria	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Entrada mensual	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
Aportantes	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

500has

2 sps

2 sps

23.6

neutro

13.9

18

42.4

-7

0.56

1.49

9.65

9.88

-7.51

10.9

29

18.7

60.6

-13.2

189

0

-19.1

-46.9

230

22.9

Tabla 5. Valoración de impactos generados:

VALORACION DE IMPACTOS							
Actividades	Carácter	Perturbación	Importancia	Ocurrencia	Extensión	Duración	Reversibilidad
Construcción de vivero para investigación	+	3	3	3	2	3	3
Determinación de especies forestales nativas	+	3	3	3	2	3	3
Adquisición de equipos de informática	+	1	3	3	2	3	3
Adquisición de equipo portátil análisis de suelos	+	3	3	3	3	3	3
Construcción de viveros para propagación de plántulas	+	3	3	3	2	3	3
Capacitación miembros del equipo técnico	+	3	3	3	3	3	3
Capacitación de productores afectados.	+	3	3	3	3	3	3
Aplicación de resultados en campos afectados	+	3	3	3	3	3	3
Alianzas socioeconómicas	+	3	3	3	3	3	3

Tabla 6. Captura de CO₂ por hectarea

Especie	Valor E	Biomasa/planta	d ² d=diámetro del tronco	H=Altura de planta	Densidad de madera	ln	arboles/ha	Biomasa/ha	CO ₂ capturado
Algarrobo	2.718271	43.3	144.0	6.0	0.8	6.5	156.0	6754.0	3039.3
Faique	2.718271	30.2	100.0	6.0	0.8	6.1	156.0	4712.9	2120.8
Taya	2.718271	14.9	49.0	6.0	0.7	5.4	156.0	2328.7	1047.9
Molle	2.718271	41.1	144.0	6.0	0.7	6.4	156.0	6415.1	2886.8
Noviembre2021								Promedio	2273.71

DISCUSSION

Se analiza el porcentaje de sobrevivencia de las plántulas de las variedades forestales nativas a los tres rangos de salinidad en las dos evaluaciones, así como también la relación de la conductividad eléctrica sobre el porcentaje de sobrevivencia. Se encontró que en la primera evaluación la especie que más sufrió el efecto de la salinidad fue Molle, con un mínimo de

40% de sobrevivencia, luego le siguen Faique y Tara con un mínimo del 70%. En la Segunda evaluación las especies que más sufrieron fueron Molle y Tara con 20 y 50%, respectivamente, siendo el nivel alto (16-32 mmhos/cm) la más afectó en ambas evaluaciones. Algarrobo fue la más adaptada. En la primera evaluación se encontró un coeficiente de regresión de: $b=1.414$, que indica que por cada mmhos/cm que se incremente en los suelos, morirá el 1.414 % de las plántulas, en la segunda evaluación el valor del coeficiente fue mayor, con un valor de $b=1.743$, indica que por cada mmhos/cm, que se incremente en los suelos, morirá el 1.743 % de plántulas. Al final del crecimiento, las variedades forestales que mejor se adaptaron fueron Faique y algarrobo, debido a que tienen un sistema radicular inicial más profundo, rompen los suelos y extraen las sales que son llevadas a la hojas, las cuales las eliminan (Zeña Callacna y Zanoni 2009, Vera 2016), mostrando una mayor sobrevivencia (60%) (Tabla 1); además las raíces del algarrobo y el faique, desarrolla su raíz principal hasta buscar el recurso hídrico y lo selecciona para poder sobrevivir, llegando a tener raíces con longitud del doble de la parte aérea. El árbol de algarrobo tiene una o dos raíces principales de hasta 60 m de profundidad, que le permiten obtener agua a distintas profundidades; Las raíces laterales se extienden hasta por 60 m por encima de la superficie a una profundidad de 15 a 25 cm. (Perú ecológico 2009)

Debido a la rusticidad de esta especie, el Algarrobo es un árbol que aporta, desde tiempos ancestrales, muchos beneficios al hombre peruano, gracias a sus múltiples cualidades como alimento, forraje, abono, madera, medicina y materia prima para el desarrollo de diversas actividades económico-productivas. También constituye una especie importante para el control de las dunas, la captación de nitrógeno del aire y su fijación en el suelo, y la incorporación de materia orgánica a partir de la descomposición de sus hojas y ramas.

Como alimento, los frutos llamados "algarrobas", contienen altos índices de azúcares, proteínas, minerales, vitaminas del complejo B y fibras: la algarrobina, un energizante natural de alto contenido de proteico de gran demanda en los mercados internacionales, especialmente para personas de la tercera edad, deportistas y niños., sus semillas sirven para

la elaboración de café. Las hojas que caen al suelo, conocidas como "puño", son consumidas por el ganado ovino y caprino, principalmente; es una especie melífera por naturaleza: las flores son un excelente recurso para la producción de miel, jalea, polen y cera.

Abono orgánico, las hojas secas caídas se descomponen y son utilizadas como abono orgánico.

El algarrobo posee una madera muy dura, usada en la construcción de viviendas rurales, puertas, mesas, vigas, umbrales y bancas.

Tiene excelentes propiedades medicinales, según estudios iniciales en 500 animales alimentados con algarroba ninguno presentó tumores cancerígenos

Las variedades reforestadas tuvieron un gran impacto en la fauna y la flora de la zona porque formaron nueva vida, como lo demuestra la matriz de Leopold. (Tabla 4)

Respecto a la valoración de los impactos se observa (Tabla 5) que se formó un ambiente sustentable, que no necesita de medidas de mitigación

CONCLUSIONS

- El intercambio catiónico tiene estrecha relación con el grado de salinización conforme los resultados del estudio.
- Se demuestra que los tipos de cultivos como el arroz necesitan enormes cantidades de agua para un adecuado crecimiento; por lo cual con la implementación de este proyecto influirá en un mejor crecimiento de los cultivos y brindará forraje para el ganado mientras el suelo culmine el proceso de recuperación.
- Se encontró variedades de gran valor económico que se adaptan a diferentes rangos de salinidad como *Prosopis limensis* y *Acacia macracantha*. De lo que se explica que las actividades del proyecto en su totalidad tienen un impacto positivo y un valor alto alcanzando un 90% de impacto positivo.

- El uso de recursos forestales nativos es una alternativa sustentable y sostenible en el tiempo que solucionara el exceso de sales en los suelos permitiendo recuperar los nutrientes perdidos, así como incrementar los ingresos de los habitantes. Por lo tanto, como conclusión el proyecto resulto: sostenible y sustentable.
- Los resultados más sorprendentes son que el bosque atrapa agua por condensación aproximadamente el 30% del peso de su madera y captura en promedio **2273.71**. kg de CO₂/hectarea.
- Una de las debilidades de reforestar en el desierto, son los fuertes vientos por las tardes, que arrastran arenas y estas se convierten en proyectiles y por el fuerte impacto destruyen las hojas de las plántulas

REFERENCES

1. Utilizar variedades forestales nativas como algarrobo, faique, molle en otras zonas replicando la experiencia en otras áreas de costa norte.
2. Realizar campañas de concientización al pueblo y autoridades en materia ambiental con el objetivo de incentivar el uso variedades forestales nativas y dar un valor agregado.
3. Realizar estudios que comparen los resultados con otras variedades de desierto en otras localidades de la región y del país.
4. Asociación de productores para producir carbón certificado y que este provenga de las podas o arboles antiguos y se comprometa a plantar cinco arboles por cada árbol cortado.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Annie Termaat, et al. (1985). "*Shoot Turgor Does Not Limit Shoot Growth of NaCl-Affected Wheat and Barley.*" *Plant Physiology*, vol. 77, no. 4, American Society of Plant Biologists (ASPB), 1985, pp. 869-72, <http://www.jstor.org/stable/4269239>.

Abrahamo, R. (2011). *Impactos ambientales del riego: La transformación de la Cuenca del Lerma (Zaragoza, España)*. Universidad de Zaragoza, Zaragoza, España, 163 pp.

BID AMERICA (2009). *Revista del Banco Interamericano de desarrollo. Impactos ambientales.*

<http://www.iadb.org/idbamerica/index.cfm?thisid=4354>.

Campoverde, L. (2012). *Evaluación de áreas agrícolas con problemas de salinización para uso potencial en acuicultura en el valle bajo del río Santa, Ancash, Perú 2008*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú, 89 pp.

Dezseo, Nelda, y Flores, Saúl, y Zambrano-Martínez, Sergio, y Rodgers, Lousie, y Ochoa, Elisa (2008). *Estructura y composición florística de bosques secos y sabanas en los llanos orientales del Orinoco, Venezuela*. *Interciencia*, 33(10),733-740. ISSN: 0378-1844. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33931005>

DW Documental (S/F) *Sequías e inundaciones - El éxodo climático* <https://www.youtube.com/watch?v=6eII7-ypAt8&t=1319s>

FAO, (2014). *Plan de acción mundial para la conservación, utilización sostenible y desarrollo de los recursos genéticos forestales*. Comisión de



Recursos Genéticos para la Alimentación y la Agricultura. Santiago de Chile, Chile, 38 pp.

García, B. (2014). *Prioridades Estratégicas de conservación y manejo los recursos genéticos forestales RGF en Perú*. Reunión de expertos genéticos forestales, Santa Cruz Bolivia, octubre 2017, 22 pp.

Gutiérrez, B; Ipinza, R y Barros, S (Eds.), (2015). *Conservación de Recursos Genéticos Forestales, Principios y Prácticas*. Instituto Forestal, Chile. 320 p.

Granda, María J., y Yáñez M., Patricio (2017). La Granja. Revista de Ciencias de la Vida, 26(2),28-37. ISSN: 1390-3799. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=476052525003>

Instituto Para El Manejo De Agua Y Riego En Costa Norte (2007). *Problemática de la gestión del agua en la región Lambayeque*. Chiclayo, Perú, 110 pp.

Ipinza, R (2010). *Los recursos forestales en el contexto de la utilización ecoeficiente*. Instituto Forestal, Sede Valdivia, Chile. 16 pp.

Lamz Piedra Alexis y María C. González Cepero (2013). *La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata*

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000400005

Lastiri Hernández, Marcos Alfonso, y Álvarez Bernal, Diocelina, y Soria Martínez, Luis Humberto, y Ochoa Estrada, Salvador, y Cruz-Cárdenas, Gustavo (2017). *Efecto de la salinidad en la germinación y emergencia de siete especies forrajeras*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 8(6),1245-

1257 ISSN: 2007-0934. Disponible en:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153306002>

Leidi, E. O. y Pardo, J. M. (2002) *Tolerancia de los cultivos al estrés salino: Qué hay de nuevo*. Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias, No. 2, p. 1-12. URI: <http://hdl.handle.net/2133/648>

<https://rehip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/648/Tolerancia%20de%20los%20cultivos%20al%20estr%C3%A9s%20salino.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Lozano Sivisaca, Deicy Carolina, y Chacón-Cascante, Adriana, y Gutiérrez Montes, Isabel, y Robalino H., Juan (2015). *Eventos climáticos extremos y migración interna en Guatemala, un análisis basado en percepciones de expertos*. CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva, 22(1),35-44]. ISSN: 1405-0269. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10434128005>

Marchese, A (2015). *Estudio físico y químico de suelos agrícolas para la estimación del nivel de salinización en el sector bajo de San Pedro de Lloc*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú, 124 pp.

Martínez-Villavicencio, N., López-Alonzo, C. V., Pérez-Leal, R., y Basurto-Sotelo, M. (2020). *Efectos por salinidad en el desarrollo vegetativo: Effects of salinity on vegetative growth*. *TECNOCIENCIA Chihuahua*, 5(3), 156-161. Recuperado a partir de <https://vocero.uach.mx/index.php/tecnociencia/article/view/694>

Mark Tester, Romola Davenport, (2003) *Na⁺ Tolerance and Na⁺ Transport in Higher Plants*, *Annals of Botany*, Volume 91, Issue 5, April 2003, Pages 503–527, <https://doi.org/10.1093/aob/mcg058>

Medina Peña Rolando, Libertad Machado López y Germania Vivanco Vargas (2016). *Naturaleza, Medioambiente y Los Ecosistemas Boscosos Secos Desde El Derecho Público*

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202016000300014

Meli, Paula (2003). *Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica*. Interciencia, 28(10),581-589. ISSN: 0378-1844. Disponible en: [https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3390850433908504\(2\).pdf](https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3390850433908504(2).pdf)

Mijangos, O, López, J. (2013), *Metodologías para la identificación y valoración de impactos ambientales*. Revista Temas de ciencia y tecnología, Universidad de la Sierra Juárez, México, 6 pp.

MINAM (2011). *La desertificación en el Perú, cuarta comunicación nacional del Perú a la Convención de la lucha contra la desertificación y la sequía*. Fondo editorial del MINAM, Lima, Perú, 76 pp.

Morales C. (2012), *Los costos de la inacción ante la desertificación y degradación de las tierras en escenarios alternativos del cambio climático*. Naciones Unidas / CEPAL, Santiago de Chile, Chile, 96 pp.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Silvicultura 5 beneficios de los bosques*



<https://www.fao.org/resources/infographics/infographics-details/es/c/1185969/>

Perú ecológico (2009) ALGARROBO (*Prosopis pallida*) Generador de Vida en el Desierto

https://www.peruecologico.com.pe/flo_algarrobo_1.htm

Piedra, AL y Cepero, MCG (2013). *La salinidad como problema en la agricultura: la mejora vegetal una solución inmediata*. *Cultivos tropicales*, 34 (4), 31-42. **ISSN 0258-5936.**

[https://www.google.com/search?q=Piedra%2CAL+y+Cepero%2CMCG+\(2013\).+La+salinidad+como+problema+en+la+agricultura%3A+la+mejora+vegetal+una+soluci%C3%B3n+inmediata.+Cultivos+tropicales+%2C+34+\(4\)%2C+31-42.&oq=Piedra%2CAL+y+Cepero%2CMCG+\(2013\).+La+salinidad+como+problema+en+la+agricultura%3A+la+mejora+vegetal+una+soluci%C3%B3n+inmediata.+Cultivos+tropicales+%2C+34+\(4\)%2C+31-42.&aqs=chrome.69i59j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8](https://www.google.com/search?q=Piedra%2CAL+y+Cepero%2CMCG+(2013).+La+salinidad+como+problema+en+la+agricultura%3A+la+mejora+vegetal+una+soluci%C3%B3n+inmediata.+Cultivos+tropicales+%2C+34+(4)%2C+31-42.&oq=Piedra%2CAL+y+Cepero%2CMCG+(2013).+La+salinidad+como+problema+en+la+agricultura%3A+la+mejora+vegetal+una+soluci%C3%B3n+inmediata.+Cultivos+tropicales+%2C+34+(4)%2C+31-42.&aqs=chrome.69i59j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8)

Powers, Jennifer S. (2019). *¿Serán vulnerables los bosques tropicales secos a los cambios climáticos, y cuáles serán sus efectos sociales?* UNED Research Journal / Cuadernos de Investigación UNED, 11(1), S18-S23. [ISSN: 1659-4266. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=515661223002>

Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el



monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR159. Albany,CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture,46 p.

Sousa Valmi D; Martha Driessnack2 Isabel Amélia Costa Mendes (2007) *revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería*. parte 1: diseños de investigación cuantitativa Valmi D. Sousa1 Martha Driessnack2 Isabel Amélia Costa Mendes

<https://www.scielo.br/j/rlae/a/7zMf8XypC67vGPrXVrVFGdx/?format=pdf&lang=es#:~:text=Los%20dos%20tipos%20de%20dise%C3%B1os,una%20familia%20o%20un%20grupo.>

Ramírez P. (2016). *Condiciones de salinidad y recuperación de los suelos de la cancha pública de Golf San Bartolo*, Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ing. Agrícola, Lima, Perú, 103 pp

Rodrigo Sigueñas, Leonidas Ocola y Jhon Guerrero (2019). *Vigilancia de la salinidad del suelo en cultivos de arroz en Lambayeque, periodo 2001-2014 utilizando imágenes de satélite y conductividad eléctrica*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos Revista de Investigación de Física 22(2), (2019)

[https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/fisica/article/view/20290descarga\(1\).pdf](https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/fisica/article/view/20290descarga(1).pdf)

Rojas E. (2009). *Determinación de cuatro Especies Forestales: Prosopis pallida (Algarrobo), Acacia macracantha (faique), Caesalpinia spinosa*



(Tara), *schinus molle* (molle); en la recuperación de suelos salinos en la comunidad de San José, Dpto. de Lambayeque Tesis UNPRG en Ingeniería Ambiental, 150p.

Sánchez Zevallos Pablo (2017), *el Poncho verde en Cajamarca*

<https://www.losandes.org.pe/nuevaweb/wp-content/uploads/2017/06/Libro-El-PonchoVerde.pdf>

<https://proactivo.com.pe/exclusivo-el-poncho-verde-la-hazana-de-pablo-sanchez-que-puso-la-semilla-para-los-bosques-de-porcon/>

Santos, Suelí Almeida dos (2021). *O AVANÇO DA URBANIZAÇÃO NO OESTE BAIANO: novos núcleos de pavimento*. Revista Cerrados (Unimontes), 19(1), ISSN: 1678-8346. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=576966613010>

Sosa Castillo Jorge Orlando (2016). *Valoración Económica del Secuestro de CO₂ en Tres Tipos de Bosque en el Distrito Del Alto Nanay, Loreto-Perú*. Tesis Ingeniero forestal Iquitos – Perú Facultad de Ciencias Forestales.

http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4283/Jorge_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Thomas, E (2014). *Consideraciones genéticas para mejorar el éxito en las restauraciones arbóreas*. Biodiversidad Internacional, Macaresse, Italia, 20 pp.

Vera, J. T., Nicosia, M. G., Fernández, M. M., Olea, L. E., Coletti, A. G., & Agüero, S. N. (2016). *Sobrevivencia de plantines de algarrobo blanco*



(Prosopis alba Griseb.) en suelos salinos y salino-sódicos del Departamento Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina: Survival of saplings of algarrobo blanco (Prosopis alba Griseb.) in saline and saline-sodic soils of the Rio Hondo Department, Santiago del Estero, Argentina. Revista agronómica del noroeste argentino, 36(1), 57-63.

Zamora, Oscar M. Fonseca (1978). “EL COLAPSO MAYA” *Anuario de Estudios Centroamericanos*, no. 4, Universidad de Costa Rica, 1978, pp. 489–507, <http://www.jstor.org/stable/25661662>.

[Dialnet-ElColapsoMaya-5075773 \(2\).pdf](#)

ZANONI M., C.A. y Zeña C., J (1997). *Comportamiento del Algarrobo en plantación e influencia sobre el suelo salino en Lambayeque. In. Memorias del Seminario Internacional Bosques Secos y Desertificación*, pp. 367-379. Lambayeque, Proyecto Algarrobo - INRENA

