

Eficacia de dos sistemas de riego por goteo para el cerco vivo de *Parkinsonia aculeata* Linnaeus, en el refugio de vida silvestre Pantanos de Villa, Lima, Perú

Efficacy of two drip irrigation systems for the live fence of *Parkinsonia aculeata* Linnaeus, in the Pantanos de Villa wildlife refuge, Lima, Peru

Recibido: junio 12 de 2023 | Revisado: junio 18 de 2023 | Aceptado: junio 22 de 2023

DIEGO DELGADO¹
VALERIA PALMA¹
JOSÉ IANNAcone^{2,3,4}

RESUMEN

El mantenimiento del cerco vivo de *Parkinsonia aculeata* Linnaeus en el Sector Marvilla del Refugio de Vida Silvestre “Pantanos de Villa”, Lima, Perú, es de gran importancia para evitar el paso a agentes externos que puedan perjudicar el mantenimiento del área y la tranquilidad de las especies de fauna silvestre. Por ello, se aplicó dos tratamientos de sistemas de riego casero con botellas plásticas, el de evaporación-condensación y el subterráneo, para asegurar la permanencia de la especie vegetal en el área, y además de una muestra testigo. El muestreo que se usó fue el del diseño completamente al azar con 10 repeticiones (10 de evaporación-condensación, 10 de subterráneo y 10 de testigo). Se evaluaron dos variables cuantitativas: altura (cm), diámetro (mm); y una cualitativa: la calidad del plantón en una escala del 1 al 3. En el caso del diámetro se encontró que el método de evaporación-condensación fue el más efectivo, para el caso del crecimiento en altura no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, al igual que en la calidad del plantón. Se concluye que el método de sistema de riego casero en *P. aculeata* con botellas plásticas, fue el de evaporación-condensación.

Palabras clave: cerco vivo, humedal, *Parkinsonia aculeata*, sistemas de riego por goteo

ABSTRACT

The maintenance of the live fence of *Parkinsonia aculeata* Linnaeus in the Marvilla Sector of the “Pantanos de Villa” Wildlife Refuge, Lima, Peru, is of great importance to prevent the passage of external agents that may harm the maintenance of the area and the tranquility of wildlife species. Therefore, two treatments of home irrigation systems with plastic bottles were applied, the evaporation-condensation and the underground, to ensure the permanence of the plant species in the area, and in addition to a control sample. The sampling used was the completely randomized design with 10 repetitions (10 evaporation-condensation, 10 underground and 10 control). Two quantitative variables were evaluated: height (cm), diameter (mm); and a qualitative one: the quality of the seedling on a scale from 1 to 3. In the case of diameter, the evaporation-condensation method was found to be the most effective, in the case of growth in height, no significant differences were found between the treatments, as well as in the quality of the seedling. It is concluded that the method of home irrigation system in *P. aculeata* with plastic bottles, was the evaporation-condensation method.

Keywords: hedgerows, drip irrigation systems, *Parkinsonia aculeata*, wetland

- 1 Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM). Lima, Perú
- 2 Laboratorio de Ingeniería Ambiental, Escuela de Ingeniería Ambiental, COEPERU - Coastal Ecosystems of Peru Research Group. Universidad Científica del Sur. Villa El Salvador, Lima, Perú
- 3 Escuela Universitaria de Posgrado (EUPG). Grupo de Investigación en Sostenibilidad Ambiental (GISA). Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima-Perú
- 4 Escuela de Posgrado (EPG). Grupo de Investigación “One Health”. Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú

Autor para correspondencia
joseiannacone@gmail.com

© Los autores. Este artículo es publicado por la Revista Campus de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de San Martín de Porres. Este artículo se distribuye en los términos de la Licencia Creative Commons Atribución No-comercial – Compartir-Igual 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), que permite el uso no comercial, distribución y reproducción en cualquier medio siempre que la obra original sea debidamente citada. Para uso comercial contactar a: revistacampus@usmp.pe.

<https://doi.org/10.24265/campus.2023.v28n35.11>

Introducción

Los cercos vivos son elementos caracterizados por ser estructuras lineales, conformados generalmente por árboles en pie, arbustos y especies herbáceas que buscan resolver problemas relacionados con la protección y la delimitación de un área determinada (Flores & Sesa, 2020; Pirondo *et al.*, 2022). Además, algunos autores concuerdan en que los cercos vivos, además de su principal fin de protección y delimitación, y pueden ser aprovechables en caso de que sean plantas frutales, forrajeras o maderables, y finalmente proveen otros servicios ecosistémicos importantes (Gómez-Briones, 2005; Villagaray & Bautista-Inga, 2011; Rovere *et al.*, 2013; Dipas-Elises *et al.*, 2022). Los cercos vivos evitan el ingreso de personas, animales domésticos y otros factores externos que puedan afectar y perturbar el área (Ferreira *et al.*, 2022; Mamani & Rivera, 2022).

En el humedal costero Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (RVSPV), Lima, Perú se utiliza como medio de protección cercos vivos de diferentes especies vegetales, conformado principalmente por *Myoporum acuminatum* R.Br. (mioporo), *Schinus terebinthifolius* Raddi (molle costeño) y *Washingtonia robusta* H.Wendl. (palmera abanico) y algunos individuos puntuales de *Parkinsonia aculeata* Linnaeus (azote de Cristo), *Vachellia* sp. (acacia) y *Schinus molle* Linnaeus (molle serrano) (Mamani & Rivera, 2022; Dipas-Elises *et al.*, 2022).

En la actualidad, la permanencia de dichas especies vegetales en el RVSPV se ve afectada por las condiciones del suelo y de la escasa disponibilidad de agua

dentro del área (Pulido & Bermúdez, 2018). Como consecuencia, es necesario que a dichas especies se le realicen diferentes tratamientos silvícolas para su establecimiento y mantenimiento, entre ellas un riego adecuado, ya sea a través de sistemas tecnificados o de sistemas caseros, estos últimos incluyen técnicas y procedimientos sencillos y económicos. Además, las especies seleccionadas deben poseer tolerancia a la salinidad, tal como *P. aculeata*, que está adaptada a zonas desérticas (Sánchez, 2012; Reynel *et al.* 2016).

Por tal razón, es necesario que los cercos vivos permanezcan en el humedal para que puedan cumplir su función protectora del mismo. Sin embargo, no se cuenta con información respecto a sistemas de riego caseros por goteo en cercos vivos, solamente se ha registrado en huertos o algún otro sistema de cultivo agronómico (Arhuire-Ossio *et al.*, 2022). En este sentido, esta investigación tiene como objetivo evaluar la eficacia de dos sistemas de riego por goteo para el cerco vivo de la especie *P. aculeata* en el Sector Marvilla de RVSPV, Lima, Perú.

Metodos

Área de estudio

El área de estudio fue el RVSPV, ubicado en el distrito de Chorrillos, al sur de la región de Lima, Perú, y cuenta con una extensión de 263,27 ha según el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SERNANP). La investigación se enfocó en la plantación de cerco vivo de 0,35 km de *P. aculeata* ubicada en el cerco perimétrico al lado de la Laguna Marvilla que colinda con la calle Alameda Las Garzas Reales (Figura 1).

Figura 1

Ubicación del área de estudio en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (RVSPV).



Geográficamente el área de estudio se encuentra entre las coordenadas 12°10'-12°13' S; 77° 01'-77°02' W. La altitud se encuentra desde el nivel del mar hasta los 5 msnm, siendo la profundidad máxima de 1,5 m en los espejos de agua. La precipitación total mensual promedio oscila entre 0,0 mm y 5,5 mm. La temperatura media mensual presenta una variación moderada a lo largo del año con valores máximos en marzo de 25,8 °C y 15,6 °C en septiembre. La humedad relativa media es de 86%, fluctuando entre un mínimo de 76% en febrero y 92% en agosto (Pulido & Bermúdez, 2018).

Conteo de población de *P. aculeata*

Se cuenta con la presencia de 232 individuos de *P. aculeata*, ubicados en el cerco perimétrico del Sector Marvilla del RVSPV, Chorrillos, Lima, Perú.

Sistemas de riego caseros por goteo

Sistema 1

El primero fue el sistema de riego

por goteo subterráneo (S) con botellas plásticas (figura 2). Es denominado sistema de riego subsuperficial con botella de plástico (SIPB), que es un sistema en el que se insertan bajo tierra botellas de plástico perforadas de 10 cm de diámetro y 30 cm de profundidad (Kadhbane & Manekar, 2016, 2021). En este método, el agua llega directamente a la zona radicular de la planta y se reduce la tasa de evaporación. Botellas de dos litros fueron elegidas intencionalmente como una forma de reciclaje o de eliminación del material plástico. A estas botellas se le perforaron pequeños agujeros en la tapa con el objetivo de que descargue el agua a aproximadamente dos L por h. Luego, se les retiró la parte inferior de cada botella para llenarla de agua con facilidad y recolectar el agua de lluvia. Se cavó un agujero junto a cada planta y fue enterrada la botella a aproximadamente un tercio de profundidad con el fondo hacia arriba (Dlamini & Khumalo, 2019).

Figura 2

Sistema de Riego por goteo subterráneo (S) o subsuperficial con botella de plástico (SIPB) en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (RVSPV), Lima, Perú.

Sistema 2

El segundo sistema empleado fue el Sistema de riego por goteo por evaporación-condensación (C) (Martínez de Azagra-Paredes *et al.*, 2022). Este sistema también es denominado de destilación solar, y es una adaptación más sencilla, más práctica y adecuada para la reforestación (Figura 3). Esta modificación fue diseñada por Leimbacher, denominado sistema Konkom. El cual consiste en dos botellas de plástico usadas de diferentes tamaños (por ejemplo, una de 5 L y otra de 1,5 L de capacidad) ensambladas. La base de la botella más grande se recorta, mientras que la botella más pequeña se corta por la mitad. El recipiente resultante de la botella más pequeña se llena de agua y se coloca junto a la planta a regar. Sobre él, la botella grande debe colocarse como si fuera una campana, centrada, y clavada unos cm en la tierra. Es esencial que la colocación de las dos botellas permita abrir el tapón de la botella más grande para llenar de agua la más pequeña.

Figura 3

Sistema de Riego por goteo por evaporación-condensación (C) con botella de plástico en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (RVSPV), Lima, Perú.

**Variables de análisis en *P. aculeata***

Altura (cm): Se realizó con una cinta métrica, y se midió desde la base de la planta de *P. aculeata* hasta la parte apical (Zitácuaro & Rentería, 2004).

Diámetro (mm): Se midió con la ayuda de un vernier digital al cuello de la raíz de *P. aculeata* y al ras del suelo (Zitácuaro & Rentería, 2004). Se realizaron dos mediciones, para obtener un promedio del diámetro.

Como una variable adicional cualitativa se evaluó la calidad o vigor del plantón de *P. aculeata* en una escala del 1 al 3 (Lombardi, 2013). 1: Alto (cuando el individuo presenta características de buena calidad en comparación con los árboles de *P. aculeata* que se encuentran a su alrededor). 2: Medio (cuando sus características son iguales). 3: Bajo (cuando sus características están por debajo en nivel de calidad).

Procedimiento

La instalación inició el día 16 de septiembre del 2022, con la colocación del SIPB debido a que las botellas utilizadas en el sistema 1 fueron más fáciles de conseguir. Se continuaron las instalaciones el día 7 de octubre del 2022, donde se terminaron de disponer ambos sistemas de riego casero por goteo. Las botellas de ambos sistemas de riego se pusieron a 7 cm cerca del plantón. En el caso del método S, se colocaron a unos 20 cm aproximadamente y para las del método de C, las botellas que sirven como receptora se enterraron unos 2 cm para evitar que sean removidas por acción del viento. Luego, se procedió al llenado de las botellas con 1 L de agua. A partir de allí, las mediciones se hicieron diario a inter-diario con la ayuda de una wincha, vernier digital y una libreta de campo. Las fechas registradas fueron 27 de septiembre; 07, 08, 10, 11, 14, 17, 19 y 31 de octubre y 14, 17, 20 y 22 de diciembre del 2022, en conjunto

teniendo un total de 13 mediciones. Cabe resaltar que, hasta el último día de evaluación, para el sistema de C, aún contenía agua por lo que no se realizó ningún llenado posterior y para el sistema de goteo S, debido a las condiciones del suelo, el agua infiltró a los pocos días del riego.

Muestra

La selección de la muestra se realizó a través de número aleatorios mediante el programa estadístico R Studio escogiendo una muestra de 30 individuos de *P. aculeata* y asignando por cada tratamiento de sistema de riego (S - Goteo subterráneo, C - Goteo por evaporación-condensación y finalmente T – Testigo, al cual se realizó un riego simple con un balde) con 10 repeticiones. Se siguió a Martínez & Reza (2014), quienes realizaron una distribución similar aleatoria de sus repeticiones para los tratamientos que se aplicaron.

Análisis estadístico

Se aplicó un diseño completamente al azar (DCA) con 10 repeticiones, donde se evaluó el efecto de tres tipos de sistema de riego: S, C y finalmente T. Para el análisis de las variables cuantitativas (diámetro y altura de *P. aculeata* de cada tratamiento), se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de los resultados y una comparación de medias para las variables, además de la prueba de Tukey. Para el análisis de la variable cualitativa que evaluó la calidad o vigor del plantón se realizó la Prueba de Kruskal-wallis para las fechas evaluadas del 8 de octubre al 22 de diciembre (n= 11) para 10 repeticiones (plantones de *P. aculeata*). Para todos los análisis se utilizó el paquete estadístico R Studio. Del total de mediciones realizadas (n= 11), se halló las diferencias entre el

diámetro (mm) y la altura (cm) de cada medición, obteniéndose un total de 10 diferencias de las variables en estudio. De estas diferencias, se consideró que el crecimiento tanto en diámetro como en altura, debe ser mayor a 0, por lo que en tratamiento de los datos se aplicó tal corrección a los datos. Además, se realizó una transformación de unidades de mm/día a mm/año para el diámetro y cm/día a cm/año para la altura de *P. aculeata*, para analizar las diferencias entre los tres tratamientos. Para los datos obtenidos de la calidad del plantón, se halló el número de días en el que la calidad tuvo mejoras, donde no tuvo mejoras y donde no hubo ningún cambio.

Aspectos éticos

Los autores señalan que se cumplieron todos los requerimientos éticos nacionales e internacionales.

Resultados y Discusión

VARIABLES CUANTITATIVAS: CRECIMIENTO EN DIÁMETRO Y ALTURA DE *P. aculeata*

La tabla 1 presenta un resumen del promedio de diferencias de las mediciones del diámetro (mm) con base al crecimiento en diámetro (mm/año) y de la altura (cm) con base al crecimiento en altura (cm/año) para *P. aculeata* por cada una de las 10 repeticiones; así como el promedio por tratamiento de tres tipos de sistema de riego: S, C y finalmente T. Se puede observar que, para el crecimiento en diámetro se tiene que el tratamiento C, presenta el mayor valor con un 70,63 mm/año, seguido del tratamiento S

con 57,01 mm/año y finalmente el tratamiento T con 48,62 mm/año. Estos datos difieren de lo encontrado por Gómez-Briones (2005), donde nos muestra que *P. aculeata* presenta un incremento de 19,76 mm en dos años en diámetro, aquella investigación se realizó en San Luis de Potosí en México. Para el crecimiento en altura, se tiene que el tratamiento de C, presenta el mayor valor con un 102,72 cm/año, seguido del tratamiento T con 99,59 cm/año y finalmente el tratamiento S con 88,12 cm/año (tabla 1). Otros autores como Chang (1984) y Gómez-Briones (2005) encontraron 59,9 cm/año y 40,94 cm/año, respectivamente, para la misma especie.

Por un lado, según el ANOVA (tabla 1), para la variable de crecimiento en diámetro (mm/año) para *P. aculeata*, los promedios de los tres tratamientos (S, C y T) aplicados no son iguales. A partir del análisis de comparaciones múltiples a través de la prueba de Tukey, se obtuvo que el crecimiento en diámetro promedio (mm/año) para el tratamiento C, presentan diferencias significativas cuando se le compara con el tratamiento T. Sin embargo, al comparar el método de S con el T y con el método de C, no se encontraron diferencias significativas. Cabe destacar que el método de C, presenta el mayor promedio entre los tres tratamientos evaluados. Por otro lado, con base al ANOVA, para el crecimiento en altura (cm/año) para *P. aculeata*, se observó que los tres tratamientos aplicados son iguales, a un nivel de significancia del 0,05 (tabla 1).

Tabla 1

Promedio del crecimiento en diámetro (mm/año) y en altura (cm/año) de los individuos evaluados de *Parkinsonia aculeata* en el Sector Marvilla en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (RVSPV), Lima, Perú. T – Testigo; C - Goteo por evaporación-condensación; S - Goteo subterráneo. DE = Desviación estándar. F = Estadístico de Fisher del ANOVA. * Valor significativo a un valor de 0,05. n.s. = no significativo. Letras iguales en una misma línea para crecimiento en diámetro (minúsculas) y para crecimiento en altura (mayúsculas) señalan que los promedios de los tres tratamientos son estadísticamente iguales a un valor de $p < 0,05$.

Variables:	crecimiento en diámetro (mm/año)			crecimiento en altura (cm/año)		
	T	C	S	T	C	S
Repeticiones						
1	44,53	75,19	33,95	41,71	88,64	88,64
2	23,00	51,10	50,92	83,43	99,07	83,43
3	45,81	84,68	47,82	52,14	109,50	46,93
4	46,54	111,33	51,65	130,36	88,64	52,14
5	72,27	37,05	58,95	78,21	78,21	67,79
6	57,49	98,18	62,78	156,43	78,21	52,14
7	56,57	73,18	23,73	41,71	213,79	57,36
8	50,01	49,46	83,77	177,29	119,93	177,29
9	46,90	56,94	70,99	140,79	73,00	125,14
10	43,07	69,17	85,59	93,86	78,21	130,36
Promedio	48,62b	70,63a	57,01a	99,59A	102,72A	88,12A
DE	12,57	23,06	19,88	49,00	41,86	43,17
F		3,41			0,29	
Significancia		0,04 (*)			0,74 (n.s)	

Variable cualitativa: calidad o vigor del plantón

No se encontraron diferencias significativas con base al número de días

donde hubo mejoras, no hubo mejoras o no hubo cambios en relación a la calidad o vigor del plantón de *P. aculeata* (Tabla 2).

Tabla 2

Número de días en donde la calidad mejoró, empeoró o no tuvo cambios en los individuos evaluados de *Parkinsonia aculeata* en el Sector Marvilla en el Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa (RVSPV), Lima, Perú. T – Testigo; C - Goteo por evaporación-condensación; S - Goteo subterráneo. DE = Desviación estándar. X^2 = Estadístico de Kruskal-wallis. n.s. = no significativo.









Variables	Número de días donde la calidad mejoró			Número de días donde no hubo un cambio en la calidad			Número de días donde la calidad empeoró		
	T	C	S	T	C	S	T	C	S
Tratamientos	T	C	S	T	C	S	T	C	S
1	3	1	2	4	8	5	2	0	2
2	2	3	0	5	5	9	2	1	0
3	1	0	3	7	9	5	1	0	1
4	0	0	3	9	9	4	0	0	2
5	1	1	1	8	8	8	0	0	0
6	0	0	1	9	9	8	0	0	0
7	1	0	2	7	9	6	1	0	1
8	2	0	0	5	9	9	2	0	0
9	1	3	1	8	4	8	0	2	0
10	1	1	1	8	8	8	0	0	0
Mediana	1,00a	0,50a	1,00a	7,50a	8,50a	8,00a	0,50a	0,00a	0,00a
DE	0,91	1,19	1,07	1,76	1,81	1,82	0,91	0,67	0,84
X^2		1,73			2,20			1,98	
Significancia		0,42 (n.s)			0,33 (n.s)			0,37 (n.s)	

En la tabla 3 se puede observar mediante el registro fotográfico, algunos de los individuos de *P. aculeata* evaluados a los que se les aplicó los tratamientos de

C, S y T, mostraron mejoras en cuanto a su calidad. Se observa que el número de hojas y brotes aumenta a medida que pasa el tiempo.

Tabla 3

Registro fotográfico de algunos individuos de *Parkinsonia aculeata* evaluados en el Sector Marvilla

Fechas/ Tratamientos	16 de Septiembre 2022	31 de Octubre 2022	14 de Noviembre 2022
Evaporación- Condensación (C)			
Goteo Subterráneo (S)			
Testigo (T)		No hubo registro fotográfico	

Una de las características más importantes de los contenedores de agua para riego casero por goteo, es la altura del contenedor (profundidad). Debido a que afecta a la longitud, la biomasa de

las raíces y a la capacidad de retención de agua, así como a la aireación de la planta (Bainbridge *et al.*, 1995). Además, para zonas desérticas, se suelen preferir contenedores altos y estrechos. Por lo

que, se recomienda que, para el sistema por goteo S de *P. aculeata*, se utilicen botellas con la mayor altura posible. Diversos autores sugieren la importancia del uso de los sistemas de riego casero caseros o artesanales para el crecimiento vegetal en diversos tipos de ambientes (Díaz Trelles Palmer-Cantillo & Corpus, 2018; Aldana-Pulido, 2022; Chinchay-Huamán *et al.*, 2022; Flores Galdámez *et al.*, 2022).

Es recomendable utilizar los métodos caseros de riego en la primera etapa de la plántula en crecimiento de *P. aculeata*; sin embargo, cuando el plantón alcanza una altura y diámetro considerable podría ser preferible optar por otros métodos. Se debe considerar dentro del análisis el número de brotes y hojas de las plántulas de *P. aculeata*, para evidenciar mejor la calidad de los individuos. No debe realizarse ningún otro tratamiento silvicultural, como la poda, al momento

de las evaluaciones, debido a que pueden afectar las mediciones de *P. aculeata*.

Conclusiones

Para la variable crecimiento en diámetro (mm) de *P. aculeata* se encontró que hay diferencias significativas para los tres tratamientos o sistemas de riego, siendo el método por evaporación-condensación (C) el que presentó los resultados más favorables en comparación con los sistemas de goteo subterráneo (S) y testigo (T). Para la variable de crecimiento en altura (cm) de *P. aculeata* no se encontraron diferencias significativas entre los tres tratamientos. Sin embargo, el método por evaporación-condensación presenta los valores más altos en crecimiento. El análisis de la variable cualitativa, la calidad del plantón, nos muestra que no se presentaron diferencias significativas entre los tres tratamientos. Sin embargo, el número de días donde la calidad mejoró fue mayor.

Referencias

- Aldana-Pulido, D. A. (2022). Diseño de un sistema de riego automatizado para huertas caseras con IoT. *Revista Sennova: Revista Del Sistema De Ciencia, Tecnología E Innovación*, 6, 11-24.
- Arhuire-Ossio, M., Vélez-Azañero, A., Quiros-Rossi, L., Thomas, E., & Ladd, B. (2022). Optimizing water use efficiency in urban green space of a hyper-arid megacity through tree species selection: a case study, *Urban Water Journal*, <https://doi.org/10.1080/1573062X.2022.2062009>
- Chinchay-Huamán, L. F., Guzmán-Farfán, L. C., Robles-Cueva, H., Llanos-Cabanillas, L. A., & Arbulú-Zuazo, A. A. (2022). Estudio de adaptación del cultivo de piña (*Ananas comusus* L.) variedad MD 2 cv. Golden bajo tres dosis de fertilización y tres densidades de siembra con riego por goteo en suelos arenosos de Piura. *Revista de Innovación y Transferencia Productiva*, 3(1), e002.
- Díaz-Trelles, F., Naveda, C., Veliz-Mantuano, F., Ormaza-Pincay, M., Bermúdez-Valdez, M., Tapia-

- Cedeño, D., Yangüés-Pappa, T., & Arrieta, M. (2012). Producción de hortalizas en huertos caseros con uso de sistemas de riego artesanal. *Revista Espamciencia*, 3(E), 81-85.
- Flores, B.E., & Sesa, C.O.A. (2020). *Cerco vivo de Parkinsonia aculeata para mitigar la presencia de residuos livianos en el perímetro del botadero a cielo abierto del distrito de Motupe*. (Repositorio Institucional Universidad de Lambayeque). <https://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/373>
- Flores-Galdámez, J.M., Quijada-Tobar, J.A., Pérez-Gómez, J.M., & Marengo, J.F. (2022). Evaluación de sistemas de aplicación de biofoliares en cultivos orgánicos de pepino (*Cucumis sativus* L.). *Izote Journal*, 1, 33-38.
- Bainbridge, D.A., Fidelibus, M., & MacAller, R. (1995). Techniques for plant establishment in arid ecosystems. *Restoration & Management Notes*, 13, 190-197.
- Chang, B. (1984). *Comportamiento inicial de 23 especies forestales en suelos vertisoles y verticos de una zona semi-árida en Nicaragua*. (Tesis (M. Sc)) <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/869>
- Dipas-Elises, C., Cuno-Barreto, M., Pacsi-Muñoz R., Canchuricra-Huamán, R., Iannacone, J. (2022). Evaluación fitosanitaria del cerco vivo del Refugio de Vida Silvestre Los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *La Técnica*, 12(2), 25-34.
- Dlamini, M. V., & Khumalo, T. (2019). Comparing the performance of a home-made bottle drip to a commercial drip system in the production of lettuce (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Environmental & Agriculture Research*, 5, 1-4.
- Ferreira, F. R., Fonseca, R., Martins, N. O. de A., de Aguiar, D. P. P., Almeida, M. Q., Soledade, A. S., & de Souza e Silva, S. V. R. (2022). Cercas-vivas para dissuasão de onças, o resgate de uma tecnologia esquecida: Living fences to discourage jaguars, the retrieval of a forgotten technology. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(4), 3999-4013.
- Gómez-Briones, N. G. (2005). *Evaluación de especies ornamentales en un diseño de aridopaisaje en el Parque Tangamanga I, San Luis Potosí, S. L. P. México*. (Maestría thesis, Universidad Autónoma de Nuevo León). <http://eprints.uanl.mx/21127/>
- Kadhbhane S.J., & Manekar V.L. (2016). An experimental study of the surface and subsurface irrigation methods with respect to soil moisture on grape yard. *Journal of Water and Land Development*, 31, 73-85.
- Kadhbhane, S. J., & Manekar, V. L. (2021). Grape production assessment using surface and subsurface drip irrigation methods. *Journal of Water and Land Development*, 49, 169-178.

- Lombardi, I. (2013). *Manual para la evaluación de árboles semilleros y la regeneración de Caoba (Swietenia Macrophylla King.) y Cedro (Cedrela spp.)*. https://cites.org/sites/default/files/ndf_material/Management%20of%20mahogany-Swietenia%20macrophylla%20King%2C%20cedar-Cedrela%20spp%20seed%20Manual.pdf
- Mamani, J., & Rivera, F. (2022). Plagas y enfermedades del cerco vivo en especies representativas del humedal Los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *South Sustainability*, 3, e048-e048.
- Martínez de Azagra-Paredes, A., Del Río-San José, J., Reque-Kilchenmann, J., Diez-Hernández, J. M., & Sanz-Ronda, F. J. (2022). Methods for Watering Seedlings in Arid Zones. *Forests*, 13, 351.
- Martínez, J., & Reza, J. (2014). Water use efficiency of surface drip irrigation versus an alternative subsurface drip irrigation method. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 140, 1-9.
- Mc Caughey-Espinoza, D. M., Gloria, I., Guadalupe Burboa-Zazueta, M., Retes-López, R., & Ochoa-Meza, A. (2018). Uso de plantas nativas para la rehabilitación de canteras en Sonora. *Idesia (Arica)*, 36, 17-24.
- Palmer-Cantillo, S., & Corpus, W. (2018). Diseño e implementación de un filtro para tratamiento de aguas grises en la aplicación de un sistema de riego para una huerta casera en San Andrés Islas, Colombia. *LOGINN Investigación Científica Y Tecnológica*, 2, 15-24.
- Pirondo, A., Rojas, L., & Keller, H. A. (2022). Diversidad vegetal, estructura, y usos complementarios en “cercos” realizados por comunidades tradicionales en los Esteros del Iberá (Corrientes, Argentina). *Bonplandia*, 31, 55-68.
- Pulido, V. M., & Bermúdez, L. (2018). Estado actual de la conservación de los hábitats de los Pantanos de Villa, Lima, Perú. *Arnaldoa*, 25, 679-702.
- Reynel, C., Pennington, T., & Pennington, R. (2016). Árboles del Perú.
- Rovere, A. E., Molares, S., & Ladio, A. H. (2013). Plantas utilizadas en cercos vivos de ciudades patagónicas: aportes de la etnobotánica para la conservación. *Ecología austral*, 23, 165-173.
- Sánchez, J. (2012). *Parkinsonia aculeata L.: Ficha técnica*. http://www.ayto-murcia.es/medio-ambiente/parquesyjardines/material/Arbol_mes_2012/Parkinsonia%20aculeata_septiembre.pdf
- Villagaray, S. M., & Bautista-Inga, E. (2011). Sistemas agroforestales con tecnología limpia en los suelos del VRAEM, Perú. *Acta Nova*, 5, 289-311.
- Zitácuaro, C.F.H., & Rentería, A. (2004). Variación de altura y diámetro de plántulas de *Pinus oaxacana* Mirov de tres poblaciones de México. *Foresta Veracruzana*, 6, 21-26.