

## Evaluación de la capacidad forrajera de *Opuntia ficus*

### Evaluation of the fortress capacity of *Opuntia Ficus*

Héctor Sánchez Suárez<sup>1\*</sup>; Gloria Ochoa Mogollón<sup>1</sup>;  
Rubén Alfaro Aguilera<sup>2</sup>; Piter Peña García<sup>1</sup>

#### Resumen

En busca de alternativas forrajeras del desierto se evaluó la producción de *Opuntia ficus* fuente de alimento y de agua, se realizó el cultivo y evaluación de la producción de materia verde y fresca de la *Opuntia ficus* sembradas en diferente densidades, para determinar su viabilidad y producción; se sembraron densidades de 10- 12,5- 16 y 25 cladodios de *Opuntia ficus* en líneas de 5m para su cultivo donde se realizaron labores culturales (adecuación de terreno, riego, deshierbo, fertilización y cosecha) cultivable por 75 días. La *Opuntia ficus* cultivada presentó una mejor producción con la densidad de 40 000 plantas por ha (16 plantas/5 m) con 2141 kg de MV/ha, encontrando semejanza en el % de germinación de todos los tratamientos, el mejor crecimiento fue logrado por los cladodios primarios y existe relación inversa entre cantidad y tamaño de cladodios. Considerándose como una buena alternativa forrajera y fuente de agua.

**Palabras clave:** forraje del desierto; ácido láctico; fermento de arroz; bacterias celulolíticas.

#### Abstract

In search of desert forage alternatives the production of *Opuntia ficus* was evaluated as a source of food and water, the cultivation and evaluation of the production of green and fresh matter of *Opuntia ficus* planted in different densities was carried out to determine its viability and production ; densities of 10-12.5-16 and 25 cladodes of *Opuntia ficus* were planted in lines of 5m for their cultivation where cultural work was carried out (land adequacy, irrigation, weeding, fertilization and harvest) arable for 75 days. The *Opuntia ficus* cultivated presented a better production with the density of 40 000 plants per ha (16 plants / 5 m) with 2141 kg of MV / ha, finding similarity in the% of germination of all the treatments, the best growth was achieved by the primary cladodes and there is an inverse relationship between quantity and size of cladodes. Considering itself as a good forage alternative and source of water.

**Keywords:** desert fodder; lactic acid; rice ferment; cellulolytic bacteria.

---

1 Universidad Nacional de Tumbes

2 BIODES LABORATORIOS SOLUCIONES INTEGRALES SRL

\* Autor correspondiente: [hsanchezs@untumbes.edu.pe](mailto:hsanchezs@untumbes.edu.pe) (H. Sánchez).

## Introducción

Los efectos del calentamiento global y cambio climático han ocasionado la escasez de lluvias en muchas zonas de nuestro país, impactando directamente en la producción agrícola y pecuaria, donde el sobrepastoreo pierde la vegetación natural y por ende ocasiona la degradación del suelo, esta escasez de pasto aumenta cada año más y es perjudicial para la alimentación animal de nuestra zona, lo que implica la búsqueda inmediata de soluciones a corto plazo a este problema creciente (Cruz, 2011; Fernández, 2010; Cordeiro y Gonzaga 2003).

Los cultivos de opuntia han demostrado ser de importancia para la producción ganadera en países como Sudáfrica, Etiopía, Brasil, México y Chile; especialmente en épocas de sequías prolongadas, ya que juegan un papel vital

como fuente única de agua y forraje (Anaya, 2003; Llorente, 2014; Vieira *et al.*, 2018) sin embargo, opuntia es deficiente en el contenido de proteína, por lo que es pertinente mejorar su valor nutricional en forma de silaje y su ingesta como forraje (Anaya, 2003; Novoa, 2006; Machin, 2001; Chedly y Lee, 2001; Sánchez y Junior, 2017).

Este trabajo de investigación busca alternativas forrajeras en zonas áridas, que proporcionen fuente de agua y alimento, apoyando el sistema de crianza al pastoreo y proyectando al uso de alimentos que pueden ser destinados para sistemas de crianza semi-estabulado, por lo que es necesario conocer las características productivas de la opuntia y su capacidad para ser utilizada como fuente forrajera (Gusha, 2014; Mokoboki *et al.*, 2017).

## Material y métodos

### Actividades desarrolladas en el cultivo de *Opuntia ficus*

**Obtención y selección de semillas,** Las semillas fueron de plantas utilizados como cerco vivo de la ciudad, buscando cladodios con la menor cantidad de espina o sin espinas

**Desinfección de semillas vegetativas o cladodios,** los cladodios se revisaron que no estén lastimados, los que estaban en mejor estado posteriormente se lavaron con agua potable para ser sembrados en campo definitivo.

### Labores culturales

**Para la preparación de terreno,** se hizo uso de un tractor con grada pesada (aradura cruzada profunda) por un lapso

de 40 minutos, nivelación, y limpieza de rastros.

**Preparación de las pozas,** se cuadra el terreno y se realizó la división de las pozas para los diferentes tratamientos cada poza tuvo una dimensión de (6 m x 6 m) 36 m<sup>2</sup> en un total de 20 pozas, 4 tratamientos y repitieron 5 por cada tratamiento, en total tendremos de 720 m<sup>2</sup>.

**Siembra de cladodios,** en el campo preparado, los cladodios se sembraron por pozas, en línea con 4 distanciamientos diferentes entre plantas de 50 cm, 40 cm, 30 cm y 20 cm y todo con distanciamiento entre líneas a 50 cm, para esta labor se utilizó wincha de 50 metros, palanas estacas.

**Tabla 1.** Esquema de siembra de los tratamientos según la distancia de los cladodios de *Opuntia ficus*

Factor	Características	Símbolo	Combinaciones Distancia de siembra entre cladodios (m)
Tratamientos	10 plantas por línea	T1	0,50 m por 0,5 0 m
	12,5 plantas por línea	T2	0,40 m por 0,5 0 m
	16 plantas por línea	T3	0,30 m por 0,5 0 m
	25 plantas por línea	T4	0,20 m por 0,5 0 m

### **Esquema de los tratamientos en estudio y sus claves**

Se aplicó un solo riego por gravedad para saturar el suelo de agua, una vez el suelo estuvo en capacidad de campo se sembró, el deshierbo se realizó en forma manual con la ayuda de herramientas como palana y machete, se realizó la fertilización con 600 g/poza de fosfato diamónico y 600 g/poza de urea dosis: 100 - 90 unidades de N y P/ha, se realizó cada mes, aplicación se hizo por piquete después del riego, cuando el terreno estaba en capacidad de campo. La toma de muestra se realizaron cada 15 días donde se mide, porcentaje de germinación, tamaño y número de cladodios existentes y nuevos, tomando como referencias 10 plantas por cada 10 líneas internas de cada tratamiento y sus repeticiones, para la cosecha se tomó el peso de los cladodios recogidos en proporción a un metro cuadrado por cada poza, dejando uno cladodio en planta, se realizó de forma manual cortadas con una hoz, efectuando los cortes y evaluación a los 75 días (Flores - Hernández et al., 2015).

**Caracterización Físicoquímica de suelo,** La muestra de suelo para los análisis respectivos fueron tomadas del campo experimental en un área de 720 m<sup>2</sup> a una profundidad de 0,2 m en zigzag, donde se tomaron tres sub muestras, las cuales se homogenizaran y por el método del cuarteo se obtuvo una muestra representativa de aproximadamente un kilogramo y fue analizada en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Piura, donde se realizaron las siguientes determinaciones: pH, Potenciometro; Textura, Bouyoucos; Materia orgánica %, Walkley y Black modificado por Zaffanella; Nitrogeno Total (%), Kjeldhal; Fósforo (p.p.m), Olsén; Calcareo (%), Gasómetro y Conductividad eléctrica (dS/m.), Conductómetro

### **Diseño experimental y Análisis estadístico**

Se utilizó el diseño de completamente al azar (DCA), en disposición de 20 parcelas divididas para 4 tratamientos, cada poza conformadas por 12 líneas a 0,50 m entre sí y el distanciamiento entre plantas en función al tratamiento. Para el análisis estadístico, se empleó un análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan al nivel de 0,05 para los efectos principales e interacciones entre tratamientos.

### **Tratamientos en estudio**

**Porcentaje de germinación,** En forma general se evaluó a los 15 días después de la siembra, se realizó mediante el conteo de brotes de cladodio a partir de cladodios inicial sembrado y el resultado se expresó en porcentaje en función a la densidad de plantas instaladas por tratamiento.

**Evaluación de los cladodios,** se evaluó número y tamaño de cladodios, donde se tomaron al azar, 10 plantas por cada uno de las líneas, en cada tratamiento, las observaciones se realizaron cada 15 días.

**Producción de materia verde y materia seca,** A los 75 días, se recogieron los cladodios cosechables para ser pesados en fresco (materia verde MV), el peso fue obtenida del área total, donde se tomó como referencia un metro cuadrado para cada poza de 24 m<sup>2</sup>, repetida 5 veces para cada tratamiento, de cada unidad planta se recogieron cladodios primarios, secundarios y terciarios, para la obtención de la materia seca (MS), se utilizaron 50 gramos de cada muestra de fresca, secado con estufa a 75 °C por un tiempo de 48 horas hasta obtener peso constante, reportándose de esta manera el rendimiento tanto el peso de materia fresca y seca expresados para ha (Mondragón et al., 2003; Venado-Campos, 2017).



**Figura 1.** Colección de cladodios de *Opuntia ficus*, instalación de cultivo, siembras, deshierbo, fertilización y riego en el cultivo, germinación y producción.

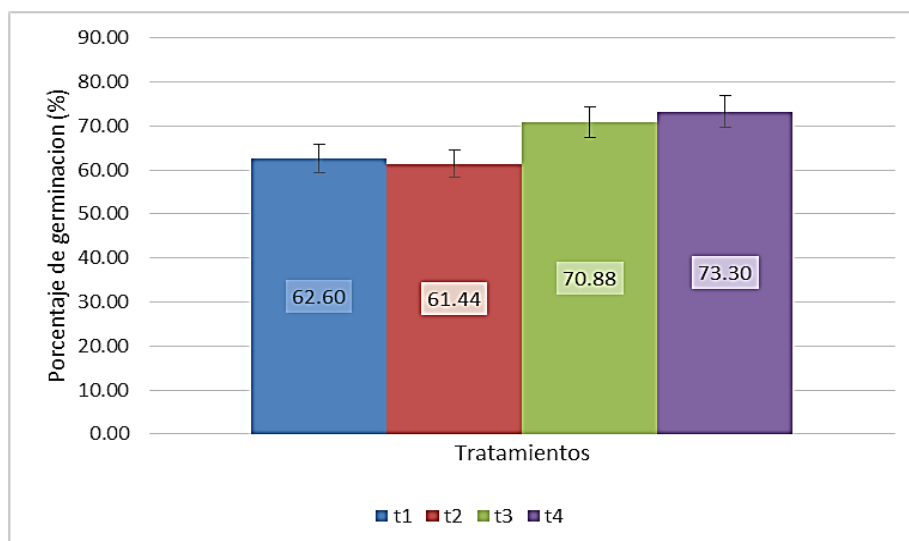
## Resultado y discusión

**Evaluación de la Capacidad forrajera de *Opuntia ficus*, Porcentaje de germinación.** Se realizó mediante el conteo de cladodios brotados del cladodio inicial, el resultado se expresó en porcentaje y en función a la densidad de plantas instaladas por tratamiento, expresado porcentualmente entre la relación de germinados y sembrados.

Los valores del porcentaje de germinación (%) obtenidos en los primeros 15 días, son altamente significativos entre los tratamientos, cuyos valores están entre 61,44 % para el T2 y 73,33 % del T4, y estos son mayores a los obtenidos por (Monroy-Vázquez et al., 2017), quienes evaluaron el efecto de tratamientos en semillas de tres especies de *Opuntia ficus*, que mostraron porcentajes de germinación de 76%, 38% y 48 % de germinación, también menciona que a los 50 días, germinó 23% y 33% de las semillas de *Opuntia streptacantha*. Al comparan los tratamientos entre sí, según la prueba

de Duncan, se diferencia dos grupos, el mayor formado por T4 con 73,30% y T3 con 70,88%, que son semejantes entre sí pero diferentes al segundo con menor porcentaje de germinación formado por T1 que tiene 62,60% y T2 con 61,44% pero semejantes entre ellos. El número de yemas disponible para formar nuevos cladodios depende del número de cladodios de la planta. Los sistemas de producción que mantienen las plantas a corta altura y a bajas densidades son más productivos (Mondragón, 2003) (Figura 2).

**Evaluación del Número y tamaño de cladodios de *Opuntia ficus*.** Se realizaron tomando el número y tamaño de cladodios al azar de 10 plantas obtenidas de cada una de las 10 líneas de cada parcela, en cinco veces diferentes correspondiente a cada tratamiento, esta observación se realizó cada 15 días hasta el día 75.



**Figura 2.** Porcentaje de germinación en según densidad de siembra de la *Opuntia ficus* de los tratamientos.

**Tabla 2.** Prueba de DUNCAN del tamaño de cladodios primarios de los tratamientos en estudio, que corresponden a la densidad de siembra de la *Opuntia ficus*

Clave	Tratamiento	Promedio	Duncan
T3	0.50 m por 0,5 0 m	11,55	a
T1	0.40 m por 0,5 0 m	11,45	ab
T2	0.30 m por 0,5 0 m	11,07	c
T4	0.20 m por 0,5 0 m	10,76	d

### Tamaño los cladodios primarios

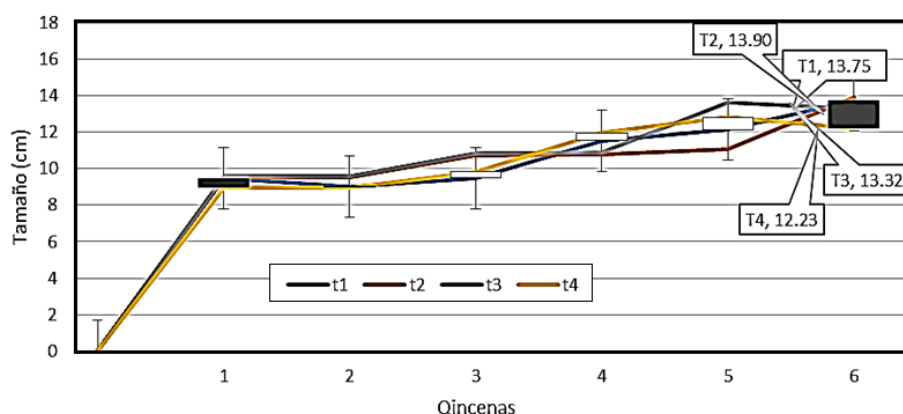
Se tomó la medida longitudinales de los cladodios, cuyos tamaños van desde 10,76 cm (T4) a 11,55 cm (T3), según la prueba de Duncan (Tabla 3) entre tratamientos se observa la semejanza entre el tratamiento T3 (11,55 cm) y T1 (11,45 cm) pero a la vez el T1 es diferente estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el cladodio de menor tamaño el T4 con 10,76 cm. los cuales se pueden considerar menores a los reportados por la mayoría de autores, que reportan haber obtenido cladodios para el uso como verdura, mayores de 20 cm (Ruiz-Espinoza et al., 2008; Flores – Hernández et al., 2015). Y donde Alvarado et al. (1995), encontró cladodios cuyo tamaño esta entre 14,69 y 15,5 cm y fue utilizado para opuntia sembrada como forraje en terrenos

salinos, los resultados obtenidos tienen altos valores de significancias entre tratamientos.

### Desarrollo del tamaño de los cladodios primarios

Se tomó el desarrollo de cladodios de manera quincenales desde la germinación hasta la cosecha y en la cual evaluamos la tendencia de crecimiento.

El tamaño de cladodios está relacionada con el crecimiento diario de estos, permitiendo evaluar el crecimiento, los cladodios crecen en forma rápida en el primer mes de instalado, luego el crecimiento se vuelve más lenta, obteniendo un incremento promedio por día entre 0,120 cm día<sup>-1</sup>, 0,123 cm día<sup>-1</sup>, 0,127 cm día<sup>-1</sup> y 0,128 cm día<sup>-1</sup> correspondientes a los tratamientos T4, T3, T2 y T1 respectivamente y estos valores son semejante a los reportados donde también mencionan desarrolló rápido en 30 días y continua un crecimiento lineal con el tiempo hasta los 63 días y con tasa de crecimiento relativo promedió 0,120 día<sup>-1</sup> (Luo y Nobel, 1993), también se muestran el crecimiento de los cladodios de los tratamientos, donde se observa la tendencias positivas inicialmente, siendo negativas en las ultimas quincenas a los 75 días (Figura 3).



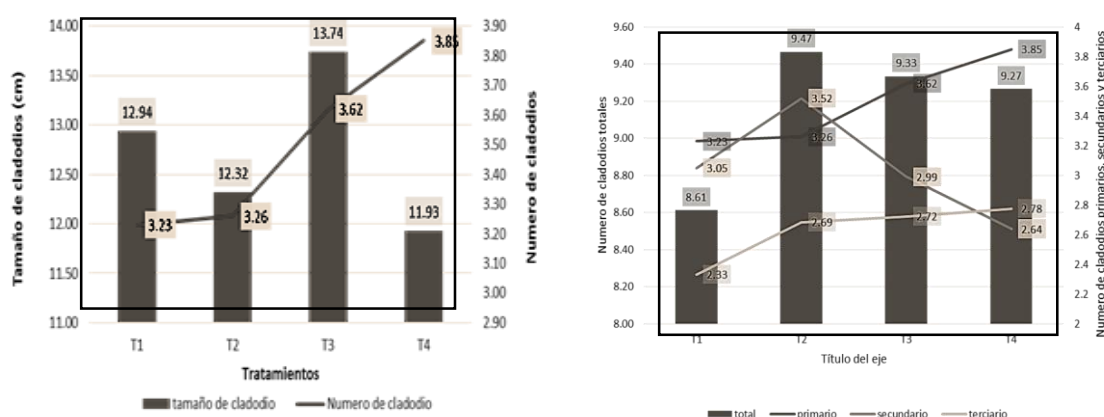
**Figura 3.** Comparación del desarrollo tamaño de cladodios de *Opuntia ficus* y su tendencia durante seis quincenas de crecimiento.

### Número de cladodios primarios por planta

Se registró el conteo y tamaño de cladodios de forma paralela, de manera quincenal por 75 días desde la germinación hasta la cosecha, el número de cladodios obtenidos están determinados según el orden de nacimiento, siendo primarios, secundario, terciario o más, los valores obtenidos fueron mayores para los cladodios primarios que van de 10,76 a 11,15 estadísticamente diferentes entre todos según el ANOVA como en la prueba de Duncan, la cantidad obtenidas son mayores a 5,6 y 7,9 a los 30 días obtenidos por (Alvarado et al., 1995; Ruiz-Espinoza et al., 2008) y quien menciona que los mayores rendimientos de nopalitos está establecido a mayor densidad de plantación, que se incrementa la por unidad de superficie (Figura 3a).

### Número de cladodios secundarios y terciarios por planta de *Opuntia ficus*

Es conveniente mencionar que actualmente existe el cultivo de *Opuntia ficus* con la finalidad de obtener verdura el cual es más exigente que la cultivada con fines forrajeras, teniendo menor producción por las condiciones adversas sometidas y por consumo directo de los animales que no permiten su desarrollo rápidamente, (Alvarado et al., 1995), en el trabajo crecieron cladodios secundarios de 2,99 cm y 3,94 cm (T1 y T4) los cuales son diferentes estadísticamente entre sí según el ANOVA y la prueba de Duncan, ligeramente mayores a los obtenidos de la *Opuntia ficus* cultivadas en suelo salino donde se obtuvieron cladodios de 2,68 - 1,72 -2,28, -2,38, 2,64 (Reza y Luis, 2003; Santos, 2010).



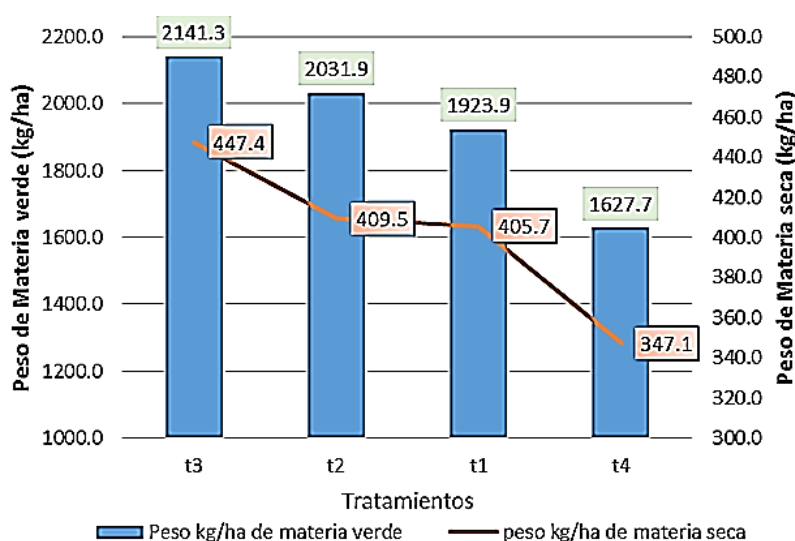
**Figura 3.** a) Comparación entre el tamaño y cantidad de cladodios; b) comparación del número de cladodios primarios, secundarios, terciarios y totales en el desarrollo de *Opuntia ficus*.

Los cladodios terciarios son estadísticamente iguales entre los tratamientos según el ANVA y la prueba Duncan que van desde 2,33 cm a 2,78 cm para cladodios terciarios (Figura 3b) según lo reportados por (Ruiz-Espinoza et al., 2008; Flores – Hernández et al., 2015).

**Producción de materia verde y materia seca**, este parámetro permite evaluar el potencial forrajero de la *Opuntia ficus*, en fresco y en seco para la producción de materia verde, presentan que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos demostrados por el ANVA y la prueba de Duncan, donde obtuvieron pesos de materia verde que van desde 1629 kg ha<sup>-1</sup> para el T4 hasta 2141 kg ha<sup>-1</sup> y del T3, son semejante a los reportados por diferentes autores como Alvarado et al. (1995) quien reporta rendimiento en kg por ha de 2409,5 a 3137,4 otros resultados de 1,6 t a 2,14 t (Flores-Hernández et al., 2015), 1,522 a 4,132 t por ha y 4 toneladas en promedio según (Reza y Luis, 2003; Santos, 2010; Suarez y Leonel, 2012), pero los resultados obtenidos por el trabajo son menores a los reportado por (Ruiz-Espinoza et al., 2008; Flores – Hernández et al., 2005; SAGARPA, 2015) que reporta valores muy alto de 108 t por ha donde el promedio es 40 t por ha para el cultivo de la *Opuntia ficus* par verdura (Figura 4).

**Rendimiento de materia seca**, al igual que materia fresca estos tratamientos son estadísticamente semejante entre sí, para el caso de la producción de materia seca, los pesos son semejantes a los rendimientos de *Opuntia ficus*, obtenidos bajo diferentes densidades de plantación, que van desde 0,348 a 0,473 t por ha reportados por Flores-Hernández (2015). Hay que considerar que en nuestro trabajo se observó mayor cantidad de materia seca que la obtenida por otras referencias y es directamente proporcional a la materia verde (Reza y Luis, 2003; Santos, 2010; Suarez y Leonel, 2012).

Mondragón et al. (2003) indica que la mejor densidad de plantas en la producción la cual fue de 40000 - 60000 plantas por ha y coincide con las obtenidas en el trabajo que fue de 40,000 plantas por ha, se menciona también que la aplicación de fertilizante incrementar el rendimiento, aumenta calidad y producción, demostrado en el aumento de proteínas, la variedad, el manejo del cultivo, riego y densidad influyen fuertemente sobre el rendimiento. (Pinos-Rodríguez, 2011; López, 2015), considerando que el rendimiento tanto en peso fresco como en peso seco fue mayor conforme se incrementó la densidad de plantación, pero el tamaño de los nopalitos se redujo a mayores densidades (SAGARPA 2015) (Figura 4).



**Figura 4.** Producción de materia fresca y seca de los cladodios de *Opuntia ficus* a los 75 días.

**Plagas presentadas en la *Opuntia Ficus***, Cochinilla (*Dactylopius coccus*), Díptera: (*ceratitis* ssp.), Ortópteros (*grillus assimilis*), Enfermedades: **Mancha Negra**

(*Pseudocercospora* sp). **Pudriciones blandas.** *Erwinia carnegiana* y *Pseudomas viridiflava* (Pinheiro, 2018).



**Figura 5.** Enfermedades y Parásitos de cladodios de *Opuntia ficus*.

**Análisis físico - químico del suelo**, el suelo donde se llevó a cabo el experimento presenta una textura franco arcilloso (textura fina), aceptable para el desarrollo del cultivo; con un alto contenido de arcilla, la conductividad eléctrica es de 1,39 dS/m; suelos de salinidad muy ligera y un pH de 7,53 de reacción neutra, le contenido de materia orgánica en el suelo es de 0,40%, considerado en un rango bajo, la misma que determina la cantidad de Nitrógeno

disponible, el cual contiene el rango descrito de 0,02%. Por lo tanto, los cultivos que se instalen en este suelo requerirán de una adecuada fertilización nitrogenada. Referente al fósforo disponible se encuentra en un nivel alto con valor de 11 ppm de P, lo que nos indica que debe realizarse aplicaciones ligeras de éste elemento; y un contenido bajo de potasio disponible con un valor de 198 ppm de K.

### Conclusiones

En la producción de cladodios de *Opuntia ficus*, la densidad de siembra no afecta el porcentaje de germinación pero existe una relación Inversa entre el número de cladodio con el crecimiento del tamaño de los mismos.

El cultivo de *Opuntia ficus* es una alternativa forrajera (agua y nutrientes)

en función a la cantidad de materia fresca comestible que produce.

El cultivo de *Opuntia ficus* no está excepta de plagas y enfermedades.

*Opuntia ficus* como forraje mejora la ingesta de alimento fibroso.

### Agradecimientos

Agradecemos a la universidad Nacional de Tumbes por el continuo apoyo institucional y económico (proyecto financiado con recursos ordinarios de la Universidad Nacional de Tumbes) a Froilán Lupuche Navarro, trabajador del

área pecuaria de la Facultad de ciencias agrarias, a los Alumnos de la Escuela de Agronomía de la Facultad de Ciencias y los trabajadores administrativos de la Oficina de Investigación de la UNT.

### Referencias bibliográficas

Alvarado, R.V.; Salazar-Sosa, E., García-Hernández, J.L.; Olivares-Saenz, E.; Vázquez-Vázquez, C.; López-Martínez,

J.D.; Orona-Castillo, I. 1995. Producción de nopal verdura (*Opuntia ficus-indica*) en hidroponía empleando



- agua con alto contenido de sales  
Hydroponic production of nopal (*Opuntia ficus-indica*) using water with high salt content. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, 13
- Anaya, M.A. 2003. Historia del uso de *Opuntia* como forraje en México. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Departamento de agricultura. Mexico.
- Cordeiro, D.; Gonzaga, S. 2003. *Opuntia* as fodder in the semiarid northeast of Brazil. FAO. Departamento de Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/005/Y2808E/y2808e09.htm#bm9>
- Cruz, P.Z.; Guerra, R.Q.; Payan, J.G. 2011. Evaluación en la cobertura y uso de la tierra con imágenes de satélite en Piura, Perú. *Ecología Aplicada*. 10:13-22.
- Chedly, K.; Lee, S. 2001. Ensilaje de subproductos agrícolas como opción para los pequeños campesinos. In *Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos: Memorias de la Conferencia Electrónica de la FAO sobre el Ensilaje en los Trópicos* (Vol. 1, 9, 87-97).
- Fernández, A. 2010. Agricultura en el desierto. Nota de Blog. Disponible en: <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2010/05/18/135993>
- Flores-Hernández, A.; Trejo-Calzada, R.; Arreola-Avila, J.G.; Orona-Castillo, I.; Murillo-Amador, B.; Rivera-González, M.; de Santa Rita, P.P. 2015. Producción estacional de nopal verdura (*Opuntia* spp.) bajo riego por goteo en una región agrícola de México. *Seasonal Prickly Pear Production Under Drip Irrigation in an Agricultural Region of Mexico*.
- Gusha, J.; Halimani, T.E.; Katsande, S.; Zvinorova, P.I. 2014. Performance of goats fed on low quality veld hay supplemented with fresh spiny cactus (*Opuntia megacantha*) mixed with browse legumes hay in Zimbabwe. *Tropical animal health and production* 46(7): 1257-1263.
- Pinos-Rodríguez, J.M.; Duque-Briones, R.; Reyes-Agüero, J.A.; Aguirre-Rivera, J.R.; García-López, J.C.; González-Muñoz, S. 2011. Efecto de las especies y la edad sobre el contenido de nutrientes y la digestibilidad *in vitro* de *Opuntia* spp. *Journal of Applied Animal Research* 30(1): 13-17.
- López, P. 2015. División de ciencia animal. Suplementación con ensilado de nopal (*Opuntia* spp.). En *Caprinos*. Por: Pedro López Hernández. Tesis. Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de: Ingeniero Agrónomo Zootecnista. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Llorente, M.F.M. 2014. Utilización De *Opuntias* En La Alimentación De Animales Domésticos. Tesis Doctoral.
- Luo, Y.; Nobel, P.S. 1993. Growth characteristics of newly initiated cladodes of *Opuntia ficus indica* as affected by shading, drought and elevated CO<sub>2</sub>. *Physiologia Plantarum* 87(4): 467-474.
- Machin, D. 2001. El uso potencial del ensilaje para la producción animal en la zona tropical, especialmente como una opción para los pequeños campesinos. En *Uso del Ensilaje en el Trópico Privilegiando Opciones para Pequeños Campesinos*, de FAO, editado por Marnette L. 't. Roma.
- Mokoboki, K.; Sebola, N.; Makgobatlou Grace. 2017. Evaluación química de las variedades de clado de sudafricano de cladodios como forraje para rumiantes cultivados en Mara ADC, Sudáfrica, *Journal of Human Ecology* 56(1-2): 60-64.
- Mondragón, J.C.; Méndez, G.S.; Olmos, O.G. 2003. El cultivo de *Opuntia* para la producción de forraje: de la reforestación al cultivo hidropónico, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias San Luis de la Paz, Guanajuato, México. Centro Regional de Zonas Áridas. Colegio de Postgraduados Salinas, S.L.P. México.
- Monroy-Vázquez, M.E.; Peña-Valdivia, C. B.; García-Nava, J.R.; Solano-Camacho, E.; Campos, H.; García-Villanueva, E.

2017. Imbibición, Viabilidad Y Vigor de semillas de cuatro especies de opuntia con grado distinto de domesticación. *Agrociencia* 51(1).
- Novoa, S. 2006. Sobre el Origen de la Tuna en el Perú Algunos alcances. *Zonas Áridas* 10(1): 174-181.
- Pinheiro, F.F. 2018. Nematoides Asociados À Cultura Da Palma Forrageira No Município De Tacima-Pb.
- Reza, W.; Luis, J. 2003. Estudio de viabilidad en la aplicación de lodos activados en suelo para los cultivos de Maíz (*Zea mays* L.) y nopal (*Opuntia ficus-indica*) (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Ruiz-Espinoza, F.H.; Alvarado-Mendoza, J.F.; Murillo-Amador, B.; García-Hernández, J.L.; Pargas-Lara, R., Duarte-Osuna, D.O.; Fenech-Larios, L. 2008. Rendimiento y crecimiento de nopalitos de cultivares de nopal (*Opuntia ficus-indica*) bajo diferentes densidades de plantación. *J. PACD* 10: 22-35.
- Sánchez, R.; Junior, A. 2017. Estrategia de Suplementación de Cabras a base de nopal (*Opuntia* spp) o maguey (*Agave* spp) en Zonas Áridas. Universidad Autónoma de Agraria Antonio Narro, división de Ciencia Animal.
- Santos, A.O.A.; Batista, Â.M.; Mustafa, A.; Amorim, G.L.; Guim, A.; Moraes, A.C.; de Andrade, R. 2010. Effects of Bermudagrass hay and soybean hulls inclusion on performance of sheep fed cactus-based diets. *Tropical animal health and production* 42(3): 487-494.
- Secretaría de Agricultura, ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2015. Estudio de factibilidad para el establecimiento de cultivo de nopal (opuntia) en tierras ociosas en los estados de Aguascalientes, San Luis Potosí, Guanajuato y Zacatecas con fines alimenticios, energéticos y ambientales Informe Detallado Folio: 211PP062 Fecha: OCTUBRE 2015
- Suarez, R.; Leonel, A. 2012. Suplementación de ovinos con ensilaje de nopal (*Opuntia* spp.) adicionado con melaza y urea. Tesis. Presentada como requisito parcial para obtener el título de: ingeniero agrónomo zootecnista. Buena-vista, Saltillo, Coahuila, México. Marzo de 2012.
- Venado-Campos, R. 2017. Indicadores De Manejo De Recursos Naturales En La Producción De Nopal Verdura (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) en Morelos, México. *Agro Productividad* 10(12).
- Vieira, E.L.; Batista, Â.M., Guim, A.; Carvalho, F.F.; Nascimento, A.C.; Araújo, R.F.S.; Mustafa, A.F. 2008. Effects of hay inclusion on intake, in vivo nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. *Animal Feed Science and Technology* 141(3-4): 199-208.