

1

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO EN BIOMASA Y CALIDAD NUTRICIONAL DE DIEZ ECOTIPOS DE TUNA (*Opuntia ficus*) COMO FUENTE DE FORRAJE Y AGUA PARA EL GANADO EN ALGARROBAL MUNICIPIO DE YACUIBA-TARIJA-BOLIVIA

*Recibido: 28 de Octubre de 2022 *Aceptado: 2 de Diciembre de 2022

Autor:

¹ **Sara Farfán Acosta**

Co autor:

² **Ivar Mario Reyes Vaca**

^{1,2} Ingeniería Agronómica
Facultad de Ingeniería de Recursos Naturales y Tecnología
UAJMS.

Correspondencia de los autores:

Facultad de Ingeniería en Recursos Naturales y Tecnología. Yacuiba.
UAJMS. Km 7 Ruta 9 Yacuiba Santa Cruz Bolivia.

ivarreyesvaca@gmail.com

RESUMEN

En los últimos años el ganadero de la región busca una alternativa de alimentación para el ganado. La tuna (*Opuntia ficus*) es un cultivo interesante el mismo que tiene la ventaja de almacenar agua en sus tallos, se desarrolla en los desiertos y zonas áridas. Las plantaciones en el contexto local muestra un excelente estado vegetativo esto nos indica que las condiciones ambientales de la zona son aptas para este cultivo aspecto que traerá la producción de este recurso a las explotaciones ganaderas puesto que las pencas son utilizadas como fuente de forraje y agua, siendo un recurso muy valioso en épocas de sequía y baja disponibilidad forrajera para el ganado.

La problemática en estas zonas exige una solución propia basada en un paquete tecnológico de bajo costo y sencilla aplicación, en este marco se realizó el presente estudio con el objeto de evaluar el comportamiento de diez ecotipos de tuna en la localidad de Algarrobal. El ensayo se estableció en los predios de la Carrera de Ingeniería Agronómica de El Palmar en el mes diciembre del año 2012 a octubre del 2013 y se estableció bajo un diseño de bloques al azar con diez tratamientos y tres reiteraciones. Los materiales estudiados fueron: ecotipos Carapareña09, Dantuna, Aguarayence, Nativa, Tartagalence, Eugenia, Tolaba, Brasilera 122, Vallejas y Rengifa

Los resultados muestran que los ecotipos Aguarayence, Tolaba y Vallejas fueron los que más sobresalieron en cuanto al rendimiento de biomasa, el ecotipo Brasilera 122 es muy precoz en el momento de brotación mientras que Tolaba presenta mayor desarrollo en altura.

Palabras Claves: Biomasa, tuna (*Opuntia ficus*), Forraje y agua para el ganado.

INTRODUCCIÓN

La tuna (*Opuntia ficus*) es una especie vegetal de crecimiento rápido, resistente a condiciones adversas de clima y suelo, es decir **soporta períodos de sequía y altas temperaturas** y se puede establecer en suelos marginales adaptándose con gran facilidad a lugares donde cualquier otro tipo de cultivo no responde. El alto potencial productivo de la tuna bajo condiciones de déficit hídrico, coloca a esta especie como una importante fuente de forraje y agua para bovinos, ovinos y caprinos, principalmente, en zonas de clima árido.

Los cladodios puede utilizarse **para consumo animal** sea directo, **en paletas enteras o picadas en fresco o mezclado con alimentos concentrados, heno de alfalfa** y otros **que aporten fibra**.

La tuna (fruta) es producida en más de 32 países, siendo en la mayoría de ellos, un producto secundario que se obtiene de la producción de forraje para animales o de su utilización en la conservación de suelos.

En Bolivia es producida en varios departamentos, como: La Paz, Cochabamba, Tarija, Sucre, Potosí y otros pero no es aprovechada eficientemente, según afirma un estudio de biocomercio en Bolivia. Los frutos se destinan principalmente para consumo humano.

En el Chaco boliviano y particularmente en la Provincia Gran Chaco (actualmente Región Autónoma), a fines de la gestión 2010 se ha establecido un banco de germoplasma con 18 ecotipos de la región y en la gestión 2011 se estableció un ensayo con 9 ecotipos en la zona de la llanura chaqueña de la Primera Sección de la Provincia Gran Chaco con resultados alentadores por el buen comportamiento de algunos materiales, pero que se hace necesario continuar con evaluaciones por más periodos y realizar nuevos ensayos.

El cambio climático que experimenta nuestro planeta, está agudizando la sequía en algunas zonas e inundaciones en otras. En Bolivia, particularmente en el **Gran Chaco** se observa un periodo seco (abril a noviembre), y en la época de lluvias periodos prolongados de sequía (20 a 35 días sin precipitaciones) entre lluvia y lluvia lo que **afecta aún más el desarrollo de las especies forrajeras nativas y el almacenamiento de agua en los atajados, acentuando la mortandad de animales** menores y mayores con mayor intensidad en la época seca, **debido a la falta de forraje y agua**.

Si bien los productores cuentan con atajados y las instituciones regionales como las Gobernaciones y las Alcaldías Municipales realizan esfuerzos para construir y mejorar los atajados, como así también la perforación de pozos profundos, dotación de forrajes, semillas y otros, a la fecha los problemas no están solucionados definitivamente y de manera sustentable.

La tuna forrajera es una planta que puede almacenar agua y alimento para tiempos de sequía, constituyéndose así en una gran alternativa para el ganadero y sus animales, ya que les provee tanto de agua como de alimento hasta que lleguen las lluvias y crezca el pasto.

En ese sentido se planteó el presente estudio genuino y original de "Evaluación del comportamiento de 10 Ecotipos de tuna en Algarrobal Provincia Gran Chaco del Departamento de Tarija en procura de contribuir en la solución de los problemas indicados con el objetivo de evaluar el rendimiento en biomasa de todos los materiales y la calidad nutricional de los ecotipos más sobresalientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El **ensayo se estableció** en predios de la Estación Experimental El Algarrobal de propiedad de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la U.A.J.M.S. ubicada a 27 kilómetros de la ciudad de Yacuiba sobre la carretera nacional Yacuiba-Santa Cruz, a 21°50'5" de Latitud Sur y 63°38'0" de Longitud Oeste con una altitud de 609 metros sobre el nivel del mar.

Los suelos son profundos, de textura franca, con una topografía irregular y una pendiente de 2 a 3% .El pH es de 6,88; la Da de 1,51 g/cc y con 3,04 % de M.O. considerado de mediana fertilidad.

El material vegetal utilizado en el ensayo corresponde a 10 ecotipos provenientes del banco de germoplasma del Centro de Prácticas de San Francisco del Inti de la Carrera de Ingeniería Agronómica U.A.J.M.S. estos son los siguientes:

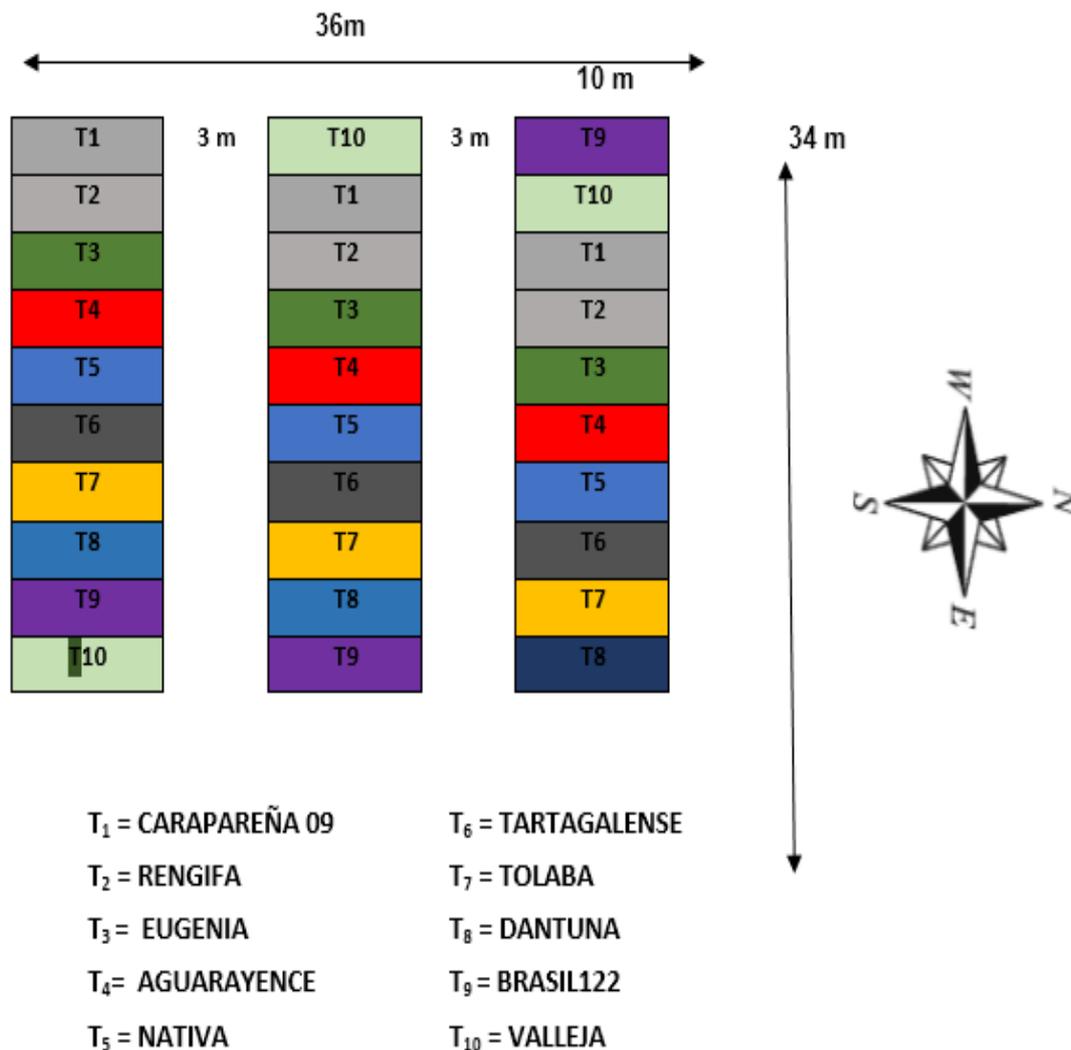
- *Carapareña 09, Rengifa Lg16, Eugenia L13, Tolaba, Nativa, Vallejas, Dantuna, Aguarayense, Tartagalense y Brasileira 122.*

Estos materiales vegetales fueron recolectados de la región del Chaco (6 ecotipos), de Tarija (1 ecotipo), del Norte Argentino (2 ecotipos) y una variedad se trajo desde la zona productora de Pernambuco Brasil respectivamente.

Se utilizó el diseño de bloques al azar con 10 tratamientos y tres reiteraciones (Figura 1), con las siguientes características:

- Número de tratamientos : 10
- Número de reiteraciones : 3
- Número de plantas por unidad experimental : 5
- Total de plantas por ecotipo : 15
- Total de plantas del ensayo : 150
- Superficie total del ensayo : 1260 m²

Figura 1. Croquis del campo



Fuente: Elaboración Propia.

Para el **establecimiento del ensayo en campo**, primeramente se procedió a la preparación del terreno en fecha 1ro de diciembre del 2012 con una arada profunda seguido del pase de rastra para nivelar el suelo, luego se formaron camellones con ayuda del arado distantes a 3 metros entre camellones. La plantación de los cladodios se realizó el 16 de diciembre de 2012 a una distancia de 2 metros entre plantas sobre los camellones. Los cladodios de cada ecotipo fueron cortados del banco de germoplasma, 6 días antes de la plantación y debidamente cicatrizados.

Los **trabajos culturales** realizados consistieron en la aplicación de un riego localizado a los 5 días de la plantación para asegurar el establecimiento y una adecuada brotación, luego se

controlaron las malezas de forma manual y con el herbicida glifosato a razón de 2,5 l/ha, según las necesidades.

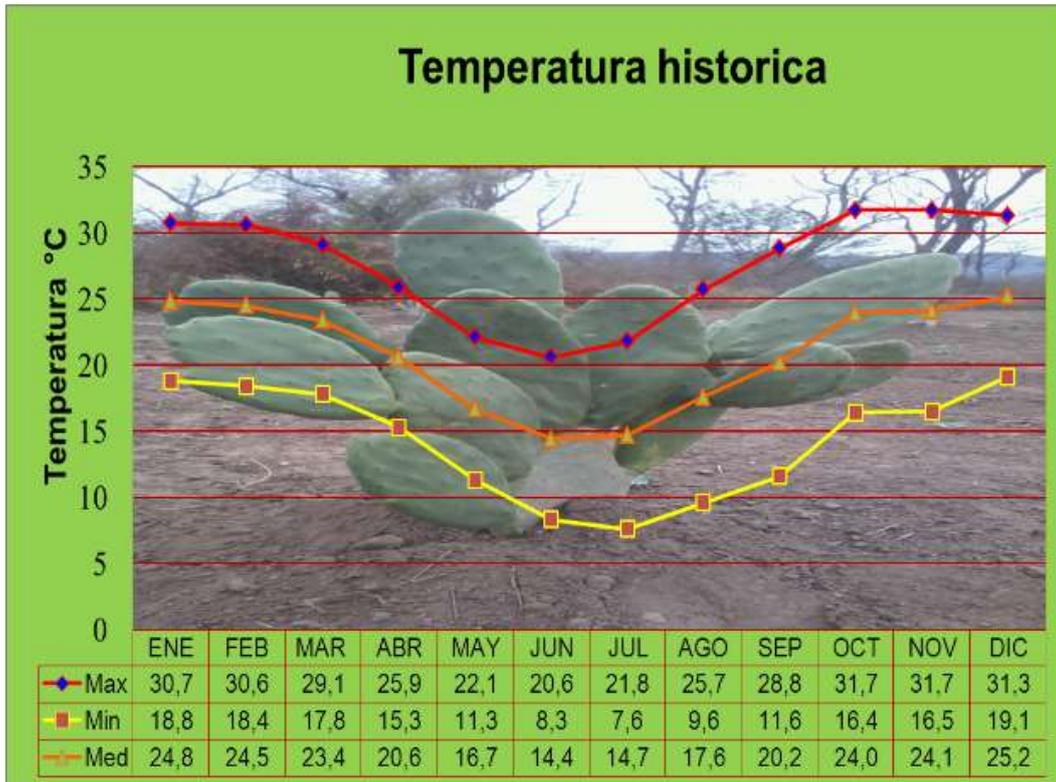
El **registro de la información** y de los datos correspondió a las siguientes variables:

- **Días de inicio de brotación**, fue el registro del número de días transcurridos desde la plantación hasta la aparición del primer brote que da origen al nuevo cladodio.
- **Largo, ancho, grosor y peso de los cladodios de los diferentes órdenes o pisos**, el registro corresponde al promedio de 5 cladodios por planta para cada indicador.
- **Número tamaño y disposición de espinas**, esta variable fue determinada a través de la medición del largo de las espinas y de la cantidad en número de las mismas con el fin buscar los materiales menos espinosos para la alimentación del ganado.
- **Identificación de plagas y enfermedades**, corresponde a la observación de la presencia de plagas y de las enfermedades a través de los síntomas.
- **Altura de planta**, se registraron los datos de las 15 plantas de cada ecotipo a intervalos de veinte días, promediando el valor tomado desde la base de la planta al ápice del último cladodio utilizando para ello una cinta métrica. Estos datos también permitieron graficar la curva de crecimiento de los diferentes ecotipos evaluados.
- **Número de cladodios por planta**, el registro corresponde al número de cladodios desarrollados por cada nivel de brotación con la denominación de primarios, secundarios y terciarios.
- **Rendimiento**, el corte de los cladodios se realizó a los diez meses de haber implantado el ensayo con el fin de identificar que materiales tienen mayor rendimiento en materia verde, el registro fue el promedio del peso de todas las plantas evaluadas.
- **Análisis bromatológico**, se tomaron muestras de los diferentes ecotipos y se enviaron al laboratorio del CIAT de Santa Cruz para el análisis de la composición nutricional.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

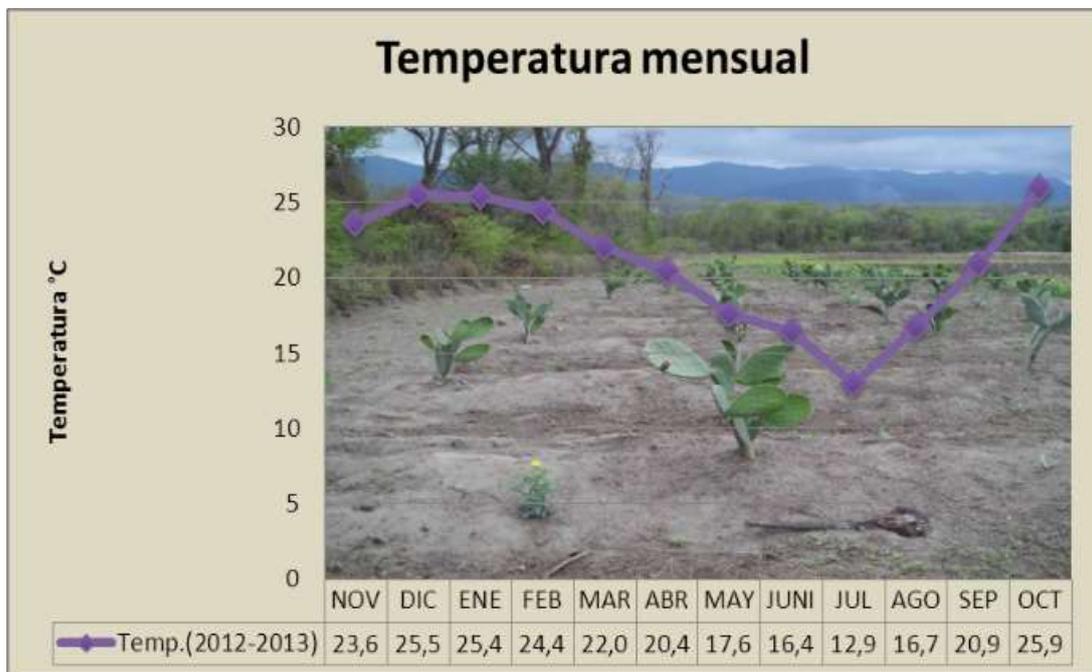
Los resultados del análisis de las temperaturas y precipitaciones anuales se presentan en la figura 2 y 3 para la zona de influencia donde se estableció el ensayo, se analizaron la media histórica de 10 años antes y durante el desarrollo del trabajo de investigación.

Figura 2. Temperatura promedio mensual histórica de los últimos 10 años en °C (2003 a 2012)



Fuente: Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de El Palmar

Figura 3. Temperatura mensual registrada durante la evaluación del cultivo en °C (Nov-2012 q Oct-2013).

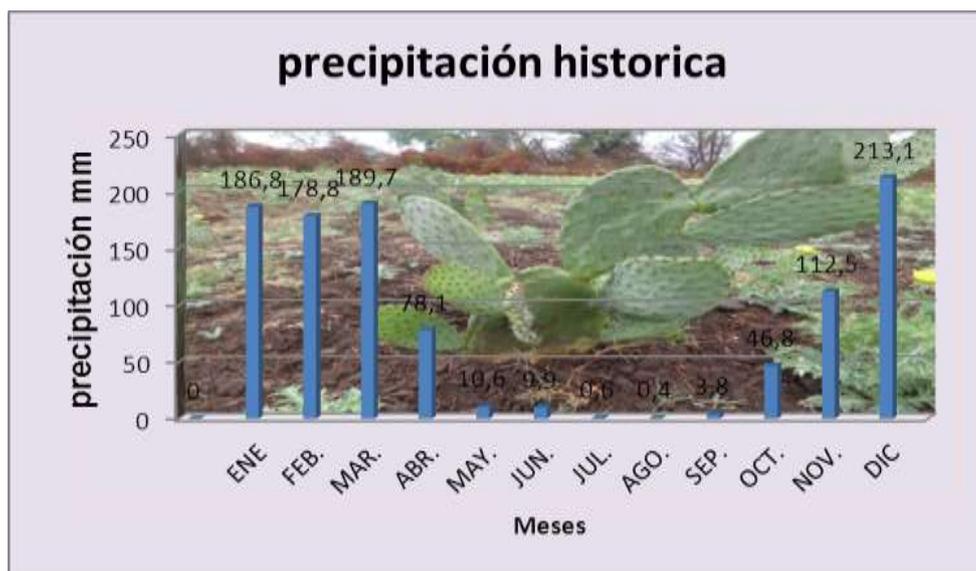


Fuente: Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de El Palmar

Durante el ciclo del cultivo, la mayor temperatura registrada fue el mes de octubre con 25,9 °C y el mes con menor temperatura media mensual el mes de julio con 12,9 °C registrándose en fecha 25 del mismo mes la temperatura más baja con -4 °C, a respecto Cony et al., (2008), reporta que el rango óptimo de temperatura para el desarrollo de la tuna está entre 16 a 28 °C aunque soporta una máxima de 35 °C, fuera del cual la brotación se ve afectada. Por lo que este factor no afectó al cultivo además de resistir la helada de -4 °C, determinándose que la zona del chaco a pesar de las máximas y mínimas extremas son aptas para la producción de tuna.

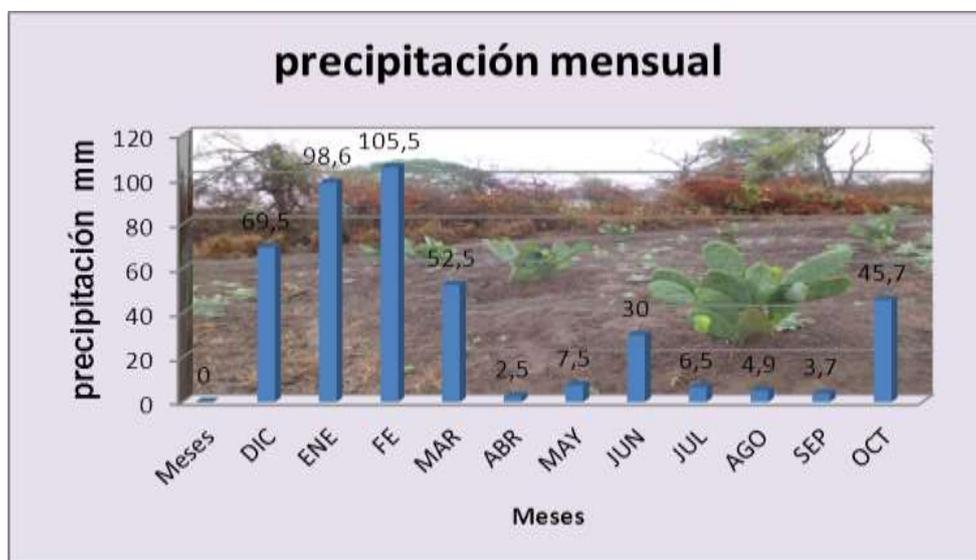
a. Precipitación

Figura 4. Promedio mensual de precipitación histórica de los 10 últimos años (2003 a 2013)



Fuente: Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de El Palmar

Figura 5. Precipitación mensual ocurrida en 10 meses de evaluación del cultivo de la tuna



Fuente: Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de El Palmar

La precipitación promedio registrada durante los diez meses de estudio del cultivo, diciembre 2012 a octubre 2013 figura 4, alcanzó una acumulada de 426,9 mm. Mientras que la histórica para el mismo periodo fue de 455 mm. Al respecto Sudzuki (1999), afirma que la tuna se desarrolla con bajos requerimientos de agua, e incluso puede vegetar con precipitaciones de 100 - 125 mm, lo ideal sería un aporte de 200 a 250 mm anuales. Si existe la posibilidad de realizar algún riego eventual, aumenta su producción de biomasa. A pesar de las bajas precipitaciones presentadas se consideran superiores a los requerimientos de agua para el cultivo, por lo que este factor climático es también favorable para el desarrollo de la tuna en el área de influencia del Gran Chaco. La plantación debe realizarse al inicio de la época de lluvias o sea a partir del mes diciembre hasta marzo, para asegurar el establecimiento del cultivo o en su caso proporcionar riego después de la plantación si la misma se realiza entre los meses de julio a noviembre

El terreno donde se realizó el ensayo presenta suelos con una topografía plana a moderadamente ondulada, ligeras pendientes de 2 a 3 %, se caracterizan por ser profundos; la textura que predomina en la zona es franco arenoso. Para el presente trabajo se realizó un muestreo del suelo y se lo envió al laboratorio con los siguientes resultados.

Según el análisis de suelo realizado por el Laboratorio de suelo y Agua Tarija –Bolivia, el suelo es apto para este u otro cultivo puesto que tiene todas las características necesarias por ser un suelo franco arenoso donde el cultivo de la tuna se adapta muy bien a este tipo de suelo, por considerarse también que es un suelo liviano.

Al respecto Sudzukiet *al.* (1993); Ríos y Quintana (2004); Álvarez (2007), nos indican que el cultivo de la tuna se adapta a suelos arenosos, pero no se establece adecuadamente en suelos de textura arcillosa. En suelos poco profundos el potencial de producción baja notoriamente. La especie es tolerante a la alcalinidad y puede establecerse en suelos con pH 8,2 a 8,5 pero no crece en suelos salinos.

De acuerdo al análisis del suelo el pH tiene un valor de 6,88 considerado óptimo para realizar este cultivo; con 3,02 % de MO y valores adecuados de macronutrientes.

De acuerdo a la bibliografía consultada el cultivo no se adapta a suelos anegadizos, razón por la que el establecimiento de este cultivo se realizó en camellones con el fin de disminuir el efecto del exceso de humedad en la parcela de estudio.

Respecto al largo, ancho, espesor y peso del cladodio del PRIMER ORDEN, se ha realizado la medición **del largo del cladodio** del primer orden de cladodios de la planta con una cinta métrica desde la base hasta la zona apical. Los resultados se muestran en el (Cuadro 1).

El análisis de varianza para esta variable indica que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos; la prueba de Duncan al 5 % de probabilidad nos demuestra que el ecotipo Nativa, es diferente significativamente frente a los demás ecotipos.

Sin embargo, los ecotipos Carapareña 09, Tartagalence, Vallejas, Aguarayence y Dantuna, no difieren estadísticamente entre sí, aunque el largo medido de los Cladodios fluctúa entre 30,0 y 36,3 cm el ecotipo nativa tiene un promedio de 16,3 cm siendo este el de menor tamaño de los demás con una diferencia de 15 a 18 cm.

Cuadro 1. Largo de cladodios del primer orden en cm

Tratamientos	Promedios	Duncan
T ₅ Nativa	16,3	a
T ₉ Brasil122	24,0	b
T ₇ Tolaba	26,1	b c
T ₃ Eugenia	25,6	b c
T ₂ Rengifa	27,1	b c d
T ₁ Carapareña 09	30,0	b c d e
T ₆ Tartagalence	31,6	b c d e
T ₁₀ Vallejas	33,0	c d e
T ₈ Dantuna	34,6	d e
T ₄ Aguarayence	36,3	e
Promedio general	28,5	

Medias con letras diferentes difieren significativamente, (P < 0.05) Duncan

Sudzuki *et al.*, (1993), nos indica que tallos suculentos y articulados o cladodios, comúnmente llamados penca presentan forma ovoide o alargada alcanzando hasta 60-70 cm de longitud.

Esto va dependiendo del agua y de los nutrientes disponibles cuando miden entre 10 -12 cm y se pueden consumir como verdura, el aumento el área del cladodio dura alrededor de 90 días sobre ambas caras.

Los tallos son suculentos y articulados, botánicamente llamados cladodios y vulgarmente pencas. En ellos se realiza la fotosíntesis, ya que los tallos modificados reemplazan a las hojas en esta función; se encuentran protegidos por una cutícula gruesa, que en ocasiones está cubierta de cera o pelos que disminuyen la pérdida de agua. Estos tallos presentan, además, gran capacidad para almacenar agua (Nobel *et al.*, 1992).

Por otra parte, Sudzuki *et al.*, (1993), nos indica que en el cladodio presenta yemas llamadas aerolas que tienen capacidad de desarrollar nuevos cladodios, flores, e incluso raíces según las condiciones ambientales.

Resultado obtenido en el presente trabajo de investigación en promedio general es relativamente menor a otros trabajos, sin embargo, es importante mencionar este cultivo solo tiene 10 meses de vida.

El ancho fue medido con una cinta métrica ce tomo la medida de la parte central es decir la mita del cladodio (Cuadro 2 y Figura 6).

Figura 6: Largo del cladodio del primer orden en cm



Fuente: Elaboración propia (2013)

Cuadro 2. Ancho de cladodio del primer orden en cm

Tratamientos	Promedios	Duncan
T ₅ Nativa	9,1	a
T ₁ Carapareña 09	11,6	a b
T ₉ Brasileira 122	12,8	b c
T ₈ Dantuna	13,5	b c d
T ₇ Tolaba	14,1	b c d e
T ₂ Eugenia	14,1	b c d e
T ₃ Rengifa	14,5	b c d e
T ₆ Tartagalence	15,6	c d e
T ₁₀ Vallejas	17,0	d e
T ₄ Aguarayence	17,8	e
promedio general	14,1	

Medias con letras diferentes difieren significativamente, (P < 0.05) Duncan

Según el análisis de varianza existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos, la prueba de Duncan con una probabilidad de 5 % nos indica que los ecotipos Tolaba, Eugenia, Rengifa, Tartagalence, Vallejas y Aguarayence no difieren estadísticamente. Aunque presentan un promedio de 14,1 a 17,8 cm en cambio el ecotipo nativa presenta un ancho de 9,1 cm con una diferencia entre 6 a 7 cm diferente a los demás tratamientos que tuvieron un promedio de 11,0 a 13,5 cm estos tuvieron un crecimiento intermedio similares entre sí.

Figura 7. Ancho del cladodio en cm



Fuente: elaboración propia (2013)

Según Ríos y Quintana (2004), indican que los cladodios miden de 20 a 40 cm de ancho cuando ya están maduros.

El resultado obtenido en el presente trabajo de investigación es relativamente menor a otros trabajos, encontrados en la bibliografía. Los cladodios no alcanzaron estos valores posiblemente por la edad de los mismos.

De manera general el largo de los cladodios está en la mayoría con un valor menor a lo indicado por el autor.

Figura 8. Espesor del cladodio en cm



Fuente: Elaboración propia (2013)

El **espesor** que fue medido con un calibrador, los datos se sometieron al análisis de varianza se verifico que en esta variable no hubo diferencia significativa puesto que la mayoría de los tratamientos tienen un promedio de 1,8 cm de espesor así nos muestra la (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedio de espesor del cladodio en cm

Tratamientos	Promedios
T ₈ Dantuna	2,8
T ₄ Aguarayence	2,3
T ₃ Eugenia	2,3
T ₉ Brasilera 122	2,0
T ₂ Rengifa	1,8
T ₇ Tolaba	1,8
T ₁ Carapareña 09	1,8
T ₁₀ Vallejas	1,7
T ₆ Tartagalence	1,5
T ₅ Nativa	1,0
Promedio general	1,9

Fuente: Elaboración propia

El **peso de los cladodios** fue determinado después de 10 meses, se realizó el corte del cladodio de primer orden para verificar cuanto de peso logro obtener.

El (Cuadro 4), no muestra que existe diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos siendo el promedio general 1,9 kg la prueba de comparación de medias de Duncan. Nos indica que los ecotipos Dantuna y Tartagalence con un peso con 2,0 kg seguidamente los ecotipos Vallejas, Aguarayence y Carapareña 09 con un promedio de 1,8 -1,6 kg no difieren estadísticamente el ecotipo Nativa con un promedio de 0,5 kg resultado ser el de menor peso y diferente a los demás tratamientos valores intermedios entre 1,1 y 1,5 que presentan los demás tratamientos resultando estadísticamente similares entre sí.

La penca que se planta de ahí se forma la estructura basal de la planta, tienen forma más o menos cilíndrica y han perdido el color verde, con una gruesa corteza que normalmente está provista de espinas (Acosta, 2010).

Los cladodios se conocen popularmente como pencas y están ubicadas en forma escalonada conformando los denominados pisos u órdenes.

Cuadro 4. Peso de cladodio del primer orden en kg

Tratamientos	Promedios	Duncan
T ₅ Nativa	0,5	a
T ₉ Brasileira 122	1,1	b
T ₂ Eugenia	1,3	b c
T ₃ Rengifa	1,3	b c
T ₇ Tolaba	1,5	b c d
T ₁ Carapareña 09	1,6	c d e
T ₄ Aguarayence	1,8	c d e
T ₁₀ Vallejas	1,8	d e
T ₆ Tartagalence	2,0	e
T ₈ Dantuna	2,0	e
Promedio general	1,9	

Fuente: elaboración propia (2013)

La altura de planta (cuadro 5), se presentan los resultados de altura de planta al cabo de los 10 meses de estudio. El análisis de varianza para esta variable nos muestra que existen diferencias altamente significativas, entre los tratamientos con un promedio general de 52,1 cm.

La prueba de Duncan indica que los tratamientos nativa presenta la menor altura de planta con un promedio de 24,0 cm estadísticamente diferente a los demás tratamientos que presentan una altura promedio entre 54,0 a 63,9 cm de la altura de planta siendo similares entre sí (figura 9).

Cuadro 5. Altura de planta en cm

Tratamientos	Promedios	Duncan
T ₅	24,0	a
T ₂	54,0	b
T ₉	54,2	b
T ₁₀	54,3	b
T ₆	56,4	b
T ₃	56,4	b
T ₁	57,9	b
T ₄	59,4	b
T ₈	62,0	b
T ₇	63,9	b
Promedio general	52,1	

Fuente: Elaboración propia (2013)

Bravo, et al, (2002), indica que la tuna es una planta arbustiva, rastrera o erecta que puede alcanzar 3,5 a 5 m de altura cuando llega a su mayor desarrollo (4 años).

Su sistema radicular es muy extenso densamente ramificado rico en raíces, también la tuna conforme pasa el tiempo tiene un tallo leñoso que mide aproximadamente entre 20 a 50 cm.

Figura 9. Altura de planta en cm



Fuente: Elaboración propia (2013)

Hay que tomar en cuenta que la altura alcanzada por las plantas de los ecotipos en estudio solo corresponde a los 10 primeros meses de vida de los mismos donde ya se puede observar ligeras diferencias que seguramente serán más notorias hasta alcanzar su plenitud del crecimiento de las plantas.

El **rendimiento de materia verde**, nos muestra que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos estudiados, siendo el promedio general de producción de materia verde de 5884,85 kg/ha.

La prueba de comparación de medias de Duncan (Cuadro 6), nos refleja que el ecotipo Aguarápense obtuvo el mayor rendimiento en materia verde, con un peso promedio de 8998,4 kg/ha, segundo lugar por Tolaba con 8001,0 kg/ha. Siendo estadísticamente similares entre si y diferente a los demás tratamientos. Los tratamientos con menor rendimiento fueron Nativa y Carapareña 09 con 790,8 y 3906,4 kg/ha.

Respectivamente siendo similares entre sí y diferentes a los demás tratamientos que presentaron valores intermedios entre 5223,2 kg/ha y 7890,0 kg/ha de materia verde.

Ortiz (2011), indica que el ecotipo con mayor rendimiento fue Vallejas en una llanura chaqueña, mientras que en el presente esta ocupa el tercer en rendimiento, el mejor Aguarayence y Tolaba.

En la zona semiárida de Santiago del Estero, los tunales rinden entre 50 y 100 toneladas de forraje verde por hectárea por año y de 10 a 20 toneladas de tunas (frutos) (Martilotti, "La tuna sin espinas como forraje de invierno").

Otros autores, también estiman como buen rendimiento 100 toneladas por M.V. por hectárea por año y 10 toneladas en frutos (Ríos, 1954).

Cuadro 6. Rendimiento de materia verde (biomasa) en kg/ha

Tratamientos	promedios	Duncan
T ₅ Nativa	790,8	a
T ₁ Carapareña 09	3906,4	a b
T ₉ brasilera 122	5223,2	b c
T ₆ Tartagalence	5645,0	b c
T ₈ Dantuna	5667,8	b c
T ₃ Eugenia	6167,9	b c
T ₂ Rengifa	6556,8	b c
T ₁₀ Vallejas	7890,0	b c
T ₇ Tolaba	8001,0	c
T ₄ Aguarayence	8998,4	c
Promedio general	5884,85	

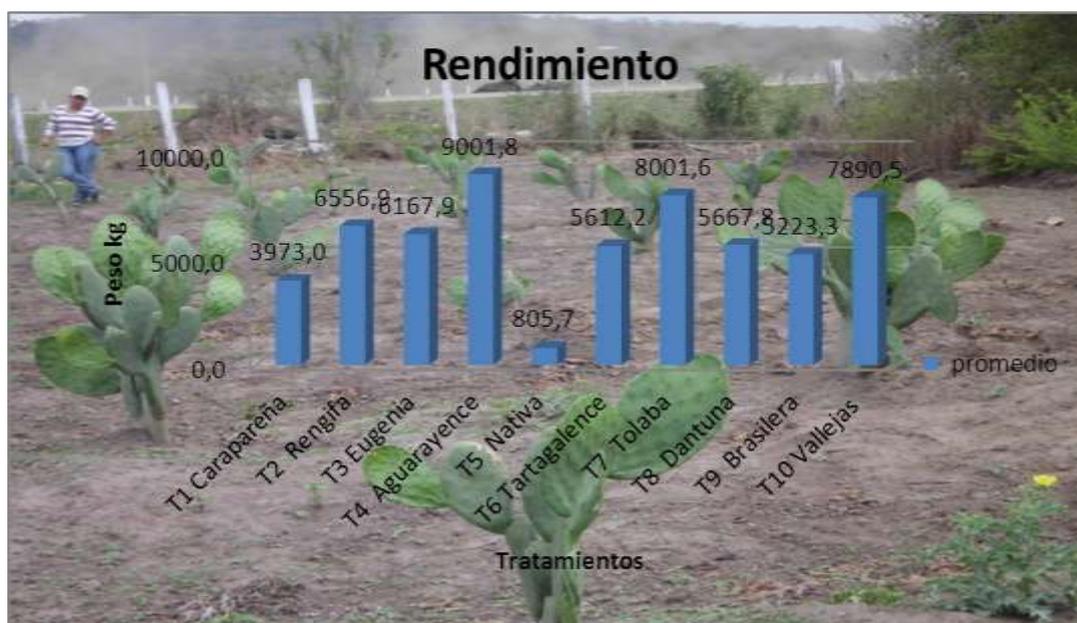
Fuente: Elaboración propia

Los rendimientos están directamente relacionados con el manejo que se realizó a las plantaciones, predominando plantaciones dedicadas a la de forraje para alimentación de ganado, por ende, la obtención de fruta pasa a segundo término, lo que conlleva a una diversidad de rendimientos cuyas fluctuaciones van de 1 ton/ha. Hasta 8 ton/ha, destacando fuera de este rango Bolivia con un rendimiento de 15 ton/ha, seguido por Italia con 8,5 ton/ha, Sudáfrica 8,3 ton/ha, y Grecia 6,7 ton/ha, España 6,7 ton/ha, México 6,3 ton/ha, y Jordania 6,0 ton/ha., donde estos seis países obtienen rendimientos muy similares (Flores et al, 1995).

Indica también que los países del hemisferio sur presentan rendimientos variables altos en plantaciones bien atendidas y con apoyo de riego y bajas en las plantaciones de temporal menciona dicho autor.

Por los resultados obtenidos al cabo de los 10 meses se puede considerar como adecuados esperando que la capacidad de rebrote de las plantas también sea el adecuado para poder pensar en una cosecha posterior sostenida en intervalos de 10 a 12 meses que permitan además asegurar una cierta provisión de alimento a base de esta especie forrajera para la región.

Figura 10. Rendimiento de materia verde en kg/ha



Fuente: Elaboración propia (2013)

El análisis bromatológico sobre la calidad nutritiva del forraje de paletas de tuna depende del tipo de planta (especie, variedad), edad de las paletas, estación del año, condiciones agronómicas clima, tipo de suelo, fertilidad del suelo, condiciones de crecimiento (Azócar y Rojo1991).

Análisis bromatológico en laboratorio del CIAT Santa Cruz

Remitente	Sara Farfan Acosta	Departamento	Tarija	Fecha de muestreo	10/11/2013
Institución	U.A.J.M.S.	Provincia	Gran Chaco	Años de de desmonte	
Nº Teléfono	46136086	Procedencia	Yacuiba	Cultivo anterior	Maiz
Proyecto	Tesis de grado	Nombre de propiedad	San Francisco del Inti	Cultivo actual	Tuna forrajera
Latitud		Dirección de propiedad	San Francisco del Inti	Otra información	
Longitud		Lugar de muestreo	San Francisco del Inti	Fecha de entrega	11/12/2013

Lab.	IDENTIFICACIÓN	% SOBRE MATERIA SECA								Ppm SOBRE MATERIA SECA				
		N	P	Ca	Mg	Na	K	S	M.O	Fe	Mn	Cu	Zn	B
									0,27					
5986	Agurayence		0,13	6,0	1,3	0,03	3,2	0,22		222	682	4,2	43	84
5987	Tolaba		0,15	5,4	1,03	0,03	4,0	0,26		216	589	4,7	47	58
5988	Vallejas		0,13	5,0	1,0	0,02	2,6			145	694	4,4	44	118

Nº de Laboratorio	IDENTIFICACION	% SOBRE MATERIA SECA					MATERIA SECA PARCIA	MATERIA SECA TOTAL
		CENIZA	FIBRA	GRASA	PROTEINA			
3415	aguarayence	20,5			2,2	6,7	13,20	
3416	Tolaba	20,6			2,0	8,6	14,80	
3417	Vallejas	18,8			2,2	6,5	13,20	

Los resultados del análisis bromatológico de los cladodios de los mejores ecotipos indican que son materiales de alto valor nutricional con alto contenido de calcio, hierro y otros, además, muy adecuados para la alimentación de los animales.

CONCLUSIONES

Según los resultados de campo y los análisis realizados en las diferentes variables se arriba a las siguientes conclusiones:

- Los diferentes ecotipos presentaron un comportamiento muy aceptable puesto que se presentaron todas las climáticas tanto de temperatura y precipitación adecuadas para el desarrollo de este interesante cultivo.
- En cuanto al largo, ancho y espesor de los cladodios tanto del primer y el segundo orden se destacan los ecotipos Aguarayence Vallejas, Tartagalence y Rengifa, al igual que el peso de los cladodios.
- En rendimiento de materia verde sobresalen los ecotipos Aguarayence, Tolaba y Vallejas.
- En altura de planta se destacan los ecotipos Tolaba, Dantuna, Aguarayence, Carapareña 09 y Eugenia
- Se concluye que los ecotipos que sobresalen en espesor, largo, ancho y peso de los cladodios alcanzan también el mayor rendimiento de materia verde.
- También se puede decir que los diferentes tratamientos como ser los ecotipos Vallejas, Tolaba y Tartagalence, sufrieron estrés por la sequía en los meses de mayo y junio, los demás tratamientos no manifestaron estrés por la sequía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, F. M. (8 DE DICIEMBRE DE 2010). Monografias.com S.A. Recuperado el 24 de agosto de 2010, de Monografias.com S.A.: <http://www.monografias.com/trabajos52/exportaciontuna/exportaciontuna.shtml>
- ÁLVAREZ, B. (2007). Análisis de Factibilidad del cultivo de la Tuna en la Localidad de caño, Departamento La Paz. Dirección Provincial de Programación del Desarrollo. Ministerio de Producción y Desarrollo. Gobierno de la Provincia de Catamarca. Argentina
- AYERDE, L. D. (1989). Diagnóstico de la actividad forestal en el estado de Guerrero. Tesis de Licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo.
- BONAMICI, I. (20 de enero de 2011). Netfirms. Recuperado el 14 de Julio de 2011, de etfirms: <http://www.microemprendimientos.netfirms.com/MI000001tu.htm>

- CONY, M; J.C. GUEVARA; S. O. TRIONE Y O. R. ESTEVEZ. (2008). "Response to freezing and high temperatures of detached cladodes from Opuntia species". J. PACTD: 36-48.
- MONDRAGÓN-JACOBO, C Y PÉREZ-GONZÁLEZ, S. (eds.). El nopal (opuntia spp.) como forraje. pp. 57-62.
- RÍOS RAMOS, J. Y QUINTANA, V.; (2004); "Manejo general del cultivo de nopal"; instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas – México, Puebla, San Luis, Potosí, Tabasco, Veracruz, Córdoba.