



Universidad Nacional Del Nordeste



Facultad De Ciencias Agrarias

Trabajo Final de Graduación

Modalidad Pasantía

“Entrenamiento en técnicas de laboratorio para la determinación de parámetros de aptitud forrajera en diferentes especies de ´tuna´ (Opuntia sp.)”

Alumna: Paniagua Claudia Alicia.

ASESOR: Ing. Agr. (Mgter.) Analía B. Píccoli.

Lugar de Trabajo: Departamento de Física y Química. Facultad de Ciencias Agrarias.
U.N.N.E.

Evaluadores: Ing. Arg. (Mgter.) Miriam PORTA.

Ing. Agr. (Dr). José E. GAIAD.

Med. Vet. Martin KORNUTA.

Introducción:

Opuntia sp., más conocida como “tuna”, son plantas arbustivas de la familia Cactaceae.

Se las pueden reconocer por las siguientes características: plantas crasas, perennes, pueden ser desde muy pequeñas hasta gigantescas, con los tallos continuos o articulados, globosos, ovoides, cilíndricos, planos, angulosos, con costillas y mamelones, simples o ramificados, solitarios o cespitosos, erguidos o decumbentes.

Las hojas típicas están ausentes, excepto en ***Pereskia*** que son simples, succulentas y alternas; en la mayoría las espinas representan hojas metamorfoseadas.

Las flores, frecuentemente fugaces, diurnas o nocturnas, solitarias, sésiles o pedunculadas, vistosas, perfumadas o no, blancas, amarillas, anaranjadas, rosadas, rojas o purpúreas, brillantes, pequeñas o muy grandes.

Frutos comúnmente carnosos, pero en algunos géneros secos y huecos, semillas numerosas y muy pequeñas.

En su gran mayoría, originarias de las regiones tropicales, subtropicales y templadas de América, desde el norte de Canadá hasta el sur de la Patagonia. Normalmente están distribuidas en zonas diversas, aunque predominantemente áridas, serranas y montañosas. Habitan desde el nivel del mar hasta los 4500 m en los Andes centrales de Perú y Chile.

Esta familia presenta 111 géneros y 1500 especies (Stevens, 2001). En Argentina viven 39 géneros (Zuloaga *et al.*, 2008), algunos de ellos son:

- ***Cereus argentinensis*** Corrientes, Entre Ríos.
- ***Cereus stenogonus*** Chaco, Corrientes, Misiones.
- ***Opuntia anacantha* var. *Retrorsas*** Chaco, Córdoba, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Santiago del Estero.
- ***Pereskia aculeata*** Corrientes, Entre Ríos, Misiones.
- ***Harrisia tortuosa*** Chaco, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Santa Fe.
- ***Opuntia quimilo*** Catamarca, Córdoba, Formosa, Jujuy, La Rioja, Salta.
- ***Rhipsalis lumbricoides*** Bs. As., Chaco, Corrientes, Formosa, Jujuy.
- ***Trichocereus turinenses*** Jujuy.

Los ejemplares silvestres de *Opuntia*, que crecen en el Impenetrable chaqueño, producen frutos muy apreciados por los niños del lugar por su sabor dulce y la sensación de frescura que producen al ingerirlo, pero, hasta el momento no hay estudios de su composición química y contenido en compuestos bioactivos, que serían de gran valor según lo determinado en otras especies del mismo género. Una situación similar ocurre con los cladodios, los cuales hasta el momento sólo son consumidos por los animales

del lugar, pero son una fuente muy importante de agua, micronutrientes y sustancias bioactivas. El conocimiento de algunas de estas variables, impactaría positivamente en la economía de la región al incentivar el cultivo de un vegetal que crece en la zona, que evita la desertificación y la erosión de los suelos, además de proteger la vida silvestre y servir de alimento para el ganado.

OBJETIVO:

Adquirir entrenamiento en técnicas de laboratorio para la determinación de parámetros de aptitud forrajera de diferentes especies del género *Opuntia*.

LUGAR DE TRABAJO Y MATERIALES:

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Química Analítica y Agrícola, Dpto. Química y Física, Facultad de Ciencias Agrarias, UNNE.

Las muestras fueron recolectadas en diferentes comunidades del Impenetrable chaqueño, formando parte de un proyecto mayor PICTO-UNNE -2019-00023.

Se trabajó con cuatro especies de tunas (*Opuntia* sp), presentes en la zona antes mencionada, (Figura 1):

1. Italiana roja.
2. Italiana anaranjada.
3. Santiagueña mejorada.
4. Nopal.

Todas las determinaciones fueron con 3 repeticiones.

TAREAS DESARROLLADAS:

- *Recepción y acondicionamiento de las muestras.*

Las `pencas` refrigeradas se recibieron en el laboratorio, correctamente identificadas y se procedió a la determinación de las siguientes variables: largo, ancho y espesor; peso fresco (Figura 2 y Tabla 1).

Posteriormente se llevaron a estufa a 60°C hasta peso constante para poder calcular porcentajes de agua y materia seca (MS).

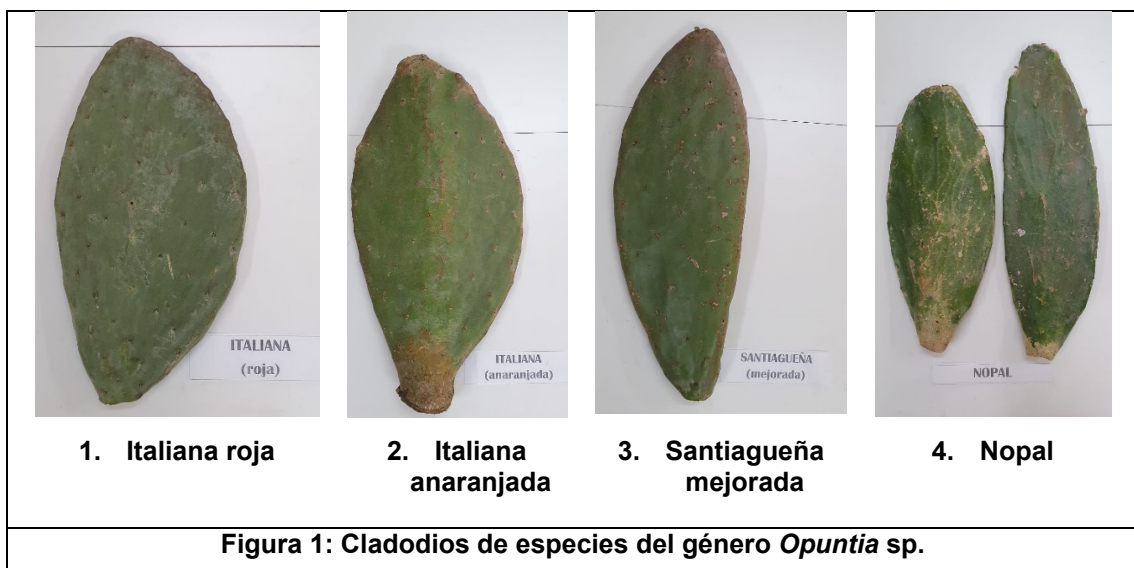


Tabla 1: Variables medidas en cladodios de especies del género *Opuntia* sp.

Variedad	PF (kg)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	PS (kg)
Italiana roja	1,61	420	210	35,7	0,186
Italiana anaranjada	1,75	460	220	31,4	0,187
Santiagueña Mejorada	1,86	490	180	38,1	0,241
Nopal	0,62	370	140	56,5	0,146

En la figura 3 se puede observar que el Nopal se destaca por tener mayor MS, en tanto que las demás especies se destacan por su mayor tamaño como también mayor contenido de humedad.

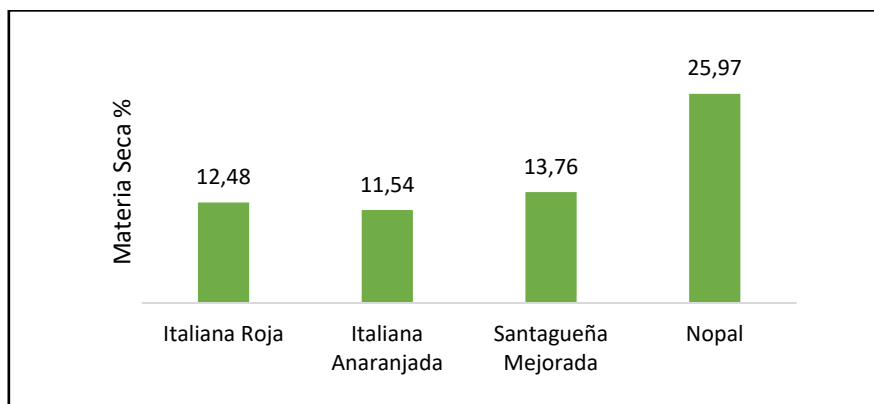


Figura 3: Porcentaje de Materia Seca de las especies analizadas.

- *Molienda, digestiones y cenizas para la determinación de FDA, FDN, PB y elementos minerales.*

La preparación de muestras para el análisis consiste en moler el material seco hasta transformarlo en partículas lo suficientemente pequeñas. Generalmente se utiliza un molinillo tipo Willey de malla 20; sin embargo, en este caso no fue posible dado que al salir de estufa tenían una consistencia `pétrea` lo cual dificultó el uso del mencionado instrumento. Por esta razón la molienda se realizó con mortero y pilón, hasta que la granulometría era la adecuada para realizar las digestiones sulfúrica, nítrica y calcinación en mufla.

Determinación de Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácido (FDA):

Para las determinaciones de FDN y FDA se utilizó la metodología propuesta por Goering y Van Soest (1970).

Para dicho procedimiento se prepararon sobres de tela vegetal los cuales fueron enumerados y tarados. Se pesó 1 gramo de muestra, se introdujo en los sobres y luego fueron sellados con calor. Cada muestra con 3 repeticiones, se colocaron en un equipo ANKOM 2000 agregando 1,9 L de solución extractora de FDN o FDA respectivamente durante una hora de hervor controlado. Transcurrido el tiempo, los sobres se lavaron varias veces con agua caliente y se colocaron en estufa durante 24 horas. El material seco de la estufa fue pesado para realizar luego el cálculo de fibra. (Figura 4)



Para los rumiantes la fibra es una parte importante del metabolismo del rumen. La FDA y la FDN se utilizan con frecuencia para calcular la cantidad de forraje que pueden digerir los animales, los nutrientes digeribles totales y otros valores energéticos.

La fibra detergente neutra es un buen indicador del volumen y, en consecuencia, la ingesta del alimento. El valor de la FDN es la pared celular total que está compuesta por la fracción de la FDA más la hemicelulosa, los valores de la FDN son importantes, ya que reflejan la cantidad de forraje que puede consumir el animal, a medida que aumenta el % de la FDN, la ingesta de la materia seca por lo general se reduce

La fibra detergente ácida es un buen indicador de la digestibilidad y, en consecuencia, de la ingesta energética. El valor de la FDA hace referencia a las porciones de la pared celular del forraje que están compuestos de celulosa y lignina, estos valores son importantes porque tienen que ver con la capacidad de un animal para digerir el forraje, a medida que la FDA aumenta, se reduce la capacidad de digerir o la digestibilidad del forraje.

En la Tabla 2, se presentan los valores obtenidos de FDN y FDA para las especies estudiadas. Se destaca el 'Nopal' con el menor valor de FDN, lo que indicaría en mayor disponibilidad e ingesta de forraje por parte de los animales. Sin embargo, en cuanto a los valores de FDA, la variedad 'Santiguense mejorada' es la que presenta el menor valor, lo que supone una alta digestibilidad.

Tabla 2: Porcentaje de Fibra de Detergente Neutro y Fibra de Detergente Acido.

Variedad	%FDN	%FDA
Italiana roja.	50,25	16,48
Italiana anaranjada.	51,46	11,42
Santiagoña mejorada.	61,32	8,41
Nopal.	41,48	19,88

Proteína Bruta:

Para determinar Proteína Bruta (PB), se realizó la técnica de análisis Micro Kjeldahl (Bateman, 1970) lo cual se deduce a partir del contenido de nitrógeno total de la muestra multiplicado por el factor 6,25. Para esto se pesó 0,5g muestra que posteriormente fueron colocados en tubos de ensayos, a los cuales se les agrego 5 mL de ácido sulfúrico concentrado 98% P/P y una pizca de mezcla catalítica. Los mismos fueron llevados a la plancha digestora hasta que la solución quedo sin residuos en suspensión (Figura 5). Una vez fríos, se llevó a volumen 25 mL con agua destilada.

Para la destilación se tomó 5mL de solución, se alcalinizó el medio con NaOH al 30%; de esta manera se libera el amoniaco arrastrado por una corriente de vapor y se lo recoge en un matraz que contiene ácido bórico + indicador mixto siendo la concentración de la solución 4%. Luego se titula con ácido sulfúrico 0.01N. Con el contenido de nitrógeno total de la muestra y multiplicado por el factor 6,25 se obtiene el contenido de PB de la muestra.



Figura 5: Bloque digestor para posterior determinación de Proteína y elementos minerales.

Las proteínas contienen nitrógeno (N), el cual no está presente en los carbohidratos o grasas. Éstas constituyen un nutriente esencial ya que hay una necesidad continua de nitrógeno por los animales para el desarrollo y mantención corporal, la producción de leche, y para que se mantengan sanos. Las proteínas en el cuerpo animal son necesarias para el crecimiento y desarrollo corporal, para la reproducción y funcionamiento de enzimas y hormonas, para la producción de leche de buena calidad, durante la preñez para el desarrollo de la cría, ayudan a generar resistencia a algunas enfermedades, entre otras funciones.

Al analizar los valores de proteína bruta (PB), vemos que el Nopal y Santiagueña Mejorada destacan frente a las demás especies. (Tabla 3)

Tabla 3: Contenido de Proteína Bruta de especies del género Opuntia.

Variedad	% PB
Italiana roja.	4,79
Italiana anaranjada.	3,94
Santiagueña mejorada.	5,35
Nopal.	5,51

Elementos minerales:

De cada muestra seca y molida se pesaron en balanza 5g en tubo de digestión y se agregó una mezcla nitroperclórica 5mL de ácido nítrico (HNO_3) concentrado + 3mL de ácido perclórico (HClO_4). Se colocaron los tubos en bloque digestor a 280°C por al menos 8hs hasta que la solución sea clara. Finalmente se llevó a volumen final 25ml con agua destilada.

Posteriormente se realizaron determinaciones de Fosforo (P) utilizando el método Azul Murphy – Riley, Potasio (K) por fotometría de llama, Calcio (Ca) y Magnesio (Mg) por complexometría con EDTA (Figura 6).



Figura 6: Determinación de Ca y Mg por complexometría con EDTA

En la Tabla 4, se observan los valores de elementos minerales, sin embargo, debido a la ausencia de información respecto al contenido mineral en estas variedades en nuestro país, es que no puede afirmarse que estos se corresponden con otros estudios. El equipo que se encuentra trabajando en este proyecto, cuenta con diferentes ensayos y mediciones periódicas de otros parámetros y variables que no formaron parte de esta pasantía.

Tabla 4: Contenido de elementos minerales de especies del género *Opuntia*.

	% P	% K	% Ca	% Mg
Italiana roja.	0,35	3,38	6,91	1,40
Italiana anaranjada.	0,45	3,44	7,76	1,89
Santiagoña mejorada.	0,23	3,39	3,51	1,53
Nopal.	0,33	4,86	1,55	0,92

COMENTARIOS FINALES:

- En cuanto al tema de pasantía, “*Entrenamiento en técnicas de laboratorio para la determinación de parámetros de aptitud forrajera en diferentes especies de tuna (Opuntia sp.)*” es una especie forrajera nueva, que poco se conoce sobre su composición química y como aporta en la nutrición de rumiantes. A partir de las evaluaciones realizadas puedo decir que es rico en agua, bajo en materia seca y proteína, por lo que podría ser utilizada como alternativa forrajera para la producción ganadera en zonas áridas y semi áridas, en combinación con otros tipos de forrajes. En algunas regiones, Impenetrable chaqueño, La Rioja, Salta; es utilizado en la alimentación de ganado en épocas de escasez de forrajes. Por otro lado, en algunos países (México) se realizan preparaciones culinarias y platos exóticos.
- De las cuatro especies en estudio, italiana anaranjada` presenta alta humedad, lo que la hace importante en regiones semiáridas y áridas, para cubrir en parte los requerimientos de agua de los animales, principalmente en los periodos seco. Sin embargo, presenta limitaciones en cuanto a proteínas y fibras, no consiguiendo atender las necesidades nutricionales del ganado. Por lo tanto, se hace necesario suplementar con otros alimentos, para asegurar un contenido mínimo de fibra en la dieta, que es variable según se trate de producción de

leche o carne para asegurar un correcto funcionamiento del rumen. Así también, el alto contenido de calcio, comparado con las otras especies, la hacen interesante durante la lactancia.

- Respecto a mi formación personal, el trabajo de laboratorio realizado, participé en forma activa en todas las instancias, desde el procesamiento de las muestras, la preparación de los reactivos y las determinaciones químicas. Comprendí que es un trabajo de mucha precisión que requiere de una gran dedicación. Aprendí a manipular los materiales para realizar los análisis, sabiendo lo peligroso que algunos de estos pueden ser y sobre todo a trabajar en equipo. Puedo decir que fue una experiencia enriquecedora, positiva y de aprendizaje permanente, donde pude integrar conceptos teóricos con la práctica profesional.

AGRADECIMIENTO:

Personalmente no me queda más que agradecer a los integrantes del Dpto. de Física y Química, que me acompañaron, me enseñaron y ofrecieron ayuda constantemente en todo el proceso de pasantía.

Bibliografía:

- Bateman, J. 1970. Nutrición animal: Manual de métodos analíticos. 468 p. Centro Regional de Ayuda Técnica, México, D.F
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis (Apparatus Reagents, Procedures and Some Applications). Agriculture Handbook. United States Department of Agriculture, Washington DC.
- Zuloaga, F. O., O. Morrone & M. J. Belgrano (eds.). 2008 c. Catálogo de las plantas Vasculares del Cono Sur (Argentina, Sur de Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay) Dicotyledoneae: Fabaceae (*Senna- Zygia*)-Zygophyllaceae, *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard.* 107. Vol. 3: 2287-3348.