



Facultad de Ciencias Agrarias
Universidad Nacional de Lomas de Zamora
Trabajo Final de Grado

TÍTULO

Evaluación de la aptitud forrajera de la especie *Vigna luteola* (Jacq.) Benth. (Porotillo) como alternativa de consumo para rodeo bovino, en sistemas silvopastoriles del Delta del Paraná.

Unidad Ejecutora: Damián Nicolás Penna

Director: Ing. Zoot. (Dr.) Carlos A. Rossi

Co Directora: Ing. Agr. (Dra.) Gabriela L. González

Fecha de iniciación del proyecto: 07/09/2022

Palabras clave: Ganadería de islas, Pastizal, Leguminosas, Pastoreo

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN	1
I. a) Rasgos generales de la región del Delta del Paraná	1
I. b) Los Sistemas Silvopastoriles (SSP).....	6
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	12
III. JUSTIFICACIÓN	25
IV. HIPOTESIS	26
V. OBJETIVOS	27
V. a) Objetivos Generales	27
V. b) Objetivos Específicos	27
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	28
VI. a) Recolección y tratamiento de las muestras.....	28
VI. b) Métodos de análisis y procedimientos de estimación de los parámetros de calidad forrajera.....	29
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
VII. a) Proteína Bruta (PB)	34
VII. b) Fibra Detergente Neutro (FDN)	36
VII. c) Fibra Detergente Ácida (FDA)	38
VII. d) Digestibilidad	39
VII. e) Estimación de la concentración energética (CE).....	41
VII. f) Consumo Voluntario (CV).....	41
VII. g) Comparación de calidad	42
VIII. CONCLUSIONES	44
IX. BIBLIOGRAFÍA	45

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Imagen de islas y ganadería en el Delta del Paraná (Ramallo).....	1
FIGURA 2: Mapa del Delta del Paraná y sus tres subregiones	3
FIGURA 3: Canal de desagüe dentro del SSP Inta Delta del Paraná con álamos.....	4
FIGURA 4: Rodeo aberdeen angus en el SSP Inta Delta del Paraná.	7
FIGURA 5: Rodeo de vaquillonas sobre el pastizal del SSP con árboles de 2 años de plantados..	9
FIGURA 6: Parte aérea de <i>Vigna luteola</i>	12
FIGURA 7: Detalle de nódulos simbióticos con bacterias fijadoras de nitrógeno.	13

FIGURA 8: Morfología general de los N E F s de <i>Vigna luteola</i> . Referencia: c = cicatriz de la inserción del pedicelo.....	14
FIGURA 9: Legumbre dehiscente acompañada de semillas color negras.....	15
FIGURA 10: Morfología de las plántulas y tipo de germinación de la especie <i>V. luteola</i> . Referencias: eh = epicótilo con movimientos haptotrópicos; p = protófilo.	15
FIGURA 11: Modelo sucesional.....	18
FIGURA 12: Estructura celular de las plantas y componentes nutricionales que se encuentran en la pared y contenido celular..	20
FIGURA 13: Imagen de porotillo en el SSP del Delta del Paraná.	28
FIGURA 14: Tamizado de muestra deshidratada.	29
FIGURA 15: Etapa de titulación por Kjeldahl.	30
FIGURA 16: Equipo semiautomático de análisis de FDN y FDA Ankom	32

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I: Parámetros de valor nutritivo que deben considerarse para estimar la calidad de un forraje en base a mantenimiento para vacunos de cría	21
TABLA II: Principales especies forrajeras del SSP del Bajo Delta	22
TABLA III: Resultados del porcentaje de PB.....	36
TABLA IV: Resultados del porcentaje de FDN	37
TABLA V: Resultados del porcentaje de FDA.....	39
TABLA VI: Resultados del porcentaje de digestibilidad estimada (DIVMS)	40
TABLA VII: Resultados de la comparación de los resultados de PB, Digestibilidad estimada, Concentración Energética y Consumo Voluntario de <i>Vigna luteola</i> con 5 forrajeras del pastizal del Delta.....	42

I. INTRODUCCIÓN

I. a) Rasgos generales de la región del Delta del Paraná

- **Geografía**

El río Paraná se extiende a lo largo de 4.000 kilómetros, desde sus nacientes en el Amazonas brasileño, hasta su desembocadura en el Río de la Plata. Es el principal componente hidrográfico dentro de una de las mayores cuencas de Sudamérica, la cual alcanza una extensión de 3 millones de km². Sobre el tramo final de esta cuenca se desarrolla el extenso Delta del río Paraná, que abarca una superficie estimada de 1.750.000 hectáreas delimitadas entre las coordenadas 32° 5' L S y los 58° 22' y 60° 45' L O (Rossi *et al.*,2014)

El 83,7 % del Delta pertenece a la Provincia de Entre Ríos, denominado Delta Entrerriano, y el 16,3% restante corresponde a la Provincia de Buenos Aires, llamado en este caso Delta Bonaerense.



Figura 1: Imagen de islas y ganadería en el Delta del Paraná (Ramallo) Foto: C.A. Rossi

Por otro lado, sobre el sur de Entre Ríos se extiende el Pre-Delta (Departamento Islas), una extensa región que se destaca por su relieve llano ocupado por numerosos bañados y atravesado por angostos albardones, cuya ecología y manejo están vinculados al Delta propiamente dicho (Rossi *et al.*,2014)

En términos generales, la fisonomía del paisaje del Delta corresponde a una llanura anegadiza conformada a partir de depósitos fluviales de niveles variables. Los ríos y arroyos que la atraviesan la dividen en un intrincado conglomerado de islas, conformando así un extenso humedal (Malvárez, 1997). Este conjunto de ecosistemas es uno de los más importantes del país, no sólo por su extensión territorial sino también por su alta biodiversidad y su estado ecológico poco alterado.

Las islas del Delta se caracterizan por presentar una parte central baja y anegadiza, denominada pajonal o bañado, de perfil poco profundo; y una zona alta y periférica, llamada albardón, los cuales poseen mayor aptitud agrícola. Ambos sectores representan, en promedio, el 80 % y 20 % de la superficie de cada isla, respectivamente. Burkart (1957), propuso una zonificación del Delta del Paraná en tres subregiones, con base en las especies y comunidades vegetales naturales. (Figura 2)



Figura 2: Mapa del Delta del Paraná y sus tres subregiones. Fuente: Diario La Capital.

- **Suelos**

El paisaje del Delta está sometido a permanentes modificaciones, alteraciones y cambios ambientales, como consecuencia del estrecho vínculo que mantiene con los procesos hidrológicos (Mujica, 1979).

El río Paraná y sus afluentes son el principal motor de formación de los suelos del Delta, debido a que moviliza una gran cantidad de sedimentos procedentes de toda la cuenca que se extiende río arriba (Rossi *et al.*, 2014).



Figura 3: Canal de desagüe dentro del SSP INTA Delta del Paraná con Álamos. Foto: A. De Magistris

Se trata de suelos jóvenes que no presentan ningún desarrollo de horizontes genéricos ni diagnósticos, sino que son el resultado de las sucesivas capas de decantación de materiales que van conformando las islas (Gómez, 1999).

Bonfils (1962) también señala que los suelos de esta región se forman a partir de materiales litológicos en suspensión, que son transportados por los cursos de agua desde diferentes puntos de la cuenca hidrográfica. Los principales materiales son limos fluviales y fluvio-lacustres de color pardo amarillento que se depositan y sedimentan al disminuir la velocidad de las corrientes de agua.

Así, se distinguen dos tipos principales de suelo:

- Aluvionales
- Hidromórficos

Los valores de pH son predominantemente ácidos. Los contenidos de materia orgánica son variables, desde porcentajes menores a 0,5 % en los juncos frontales de las islas nuevas, hasta casi el 70 % en los bajos con inundación permanente (Kandus, *et al.*, 2003).

- **Clima**

El clima de la región del Delta se caracteriza por ser templado húmedo, con temperaturas moderadas a causa de la cercanía de cursos y cuerpos de agua. Las temperaturas medias van desde los 23°C en verano (con máximas superiores a los 40°C) y los 13°C en invierno. La temperatura media anual en el área es de 17°C.

El período de ocurrencia de heladas abarca los meses de junio, julio, agosto y septiembre. El régimen de precipitación es isohigro, promediando un total de 1.100 mm anuales. Los vientos del sudeste generan aumentos en el nivel de ríos y arroyos.

- **Consideraciones socio-económicas y ambientales de la Región**

La región presenta un bajo índice de población residente permanente.

Entre las principales actividades productivas se destacan: Plantaciones e industrias forestales, ganadería vacuna y en menor medida ovina, fruticultura, apicultura, pesca y turismo, además de servir el río Paraná y afluentes como vía de transporte fluvial.

Es importante destacar la importancia del pastizal natural del Delta, tanto por ser la fuente de forraje para el ganado y animales silvestres, como por constituir el hábitat y

refugio para las especies de la fauna autóctona, entre las que se destacan el Carpincho (*Hydrochoerus hydrochaeris*), el Lobito de río (*Lontra longicaudis*), el Ciervo de los Pantanos (*Blastocerus dichotomus*), el Gato montés sudamericano o Gato de Geoffroy (*Leopardus geoffroyi*), el Cuis moro (*Galea musteloides*), el Coipo (*Myocastor coypus*), la Comadreja (*Didelphis albiventris*), Se encuentran ya extintos o son raros el Yaguareté austral, el Puma, y el Aguará guazú. Además habitan una importante variedad de aves.

De este modo, el conocimiento de los componentes del pastizal constituye también una herramienta capaz de promover la conservación de la naturaleza por parte del mismo productor local, al garantizar la existencia de hábitat y refugios para estas especies de la fauna (Rossi *et al.*, 2014).

I. b) Los Sistemas Silvopastoriles (SSP)

- **Generalidades**

Los SSP permiten asociar en una misma área el cultivo arbóreo con la actividad pecuaria pastoril. El componente arbóreo puede producir madera, forraje, frutos, otros productos industriales y servicios ambientales (conservación del suelo, ciclaje de nutrientes, sombra), mientras que la actividad ganadera (carne, leche o lana) mejora los ingresos del sistema productivo (Alonso 2004).

El Delta del Paraná exhibe un significativo potencial para la producción de madera de salicáceas (Álamo y Sauce) en combinación con el aprovechamiento ganadero (SSP) en un marco de desarrollo sustentable.

Este replanteo del aprovechamiento forestal en Sistema Silvopastoril exige, no obstante, una plantación menos densa, capaz de permitir un incremento en la cantidad

potencial de forraje, resultante de un aumento de la radiación solar que llegar al estrato herbáceo. Partiendo de este esquema productivo, surge la posibilidad de incorporar la ganadería vacuna bajo un manejo racional, la cual integra todos los componentes de la producción en un SSP. Las singulares condiciones ambientales del Delta, así como su aislamiento natural por los numerosos cursos de agua posibilitarían, además, otorgar un valor agregado a los productos, mediante la gestión de la certificación orgánica (Arano y Torr , 2002).

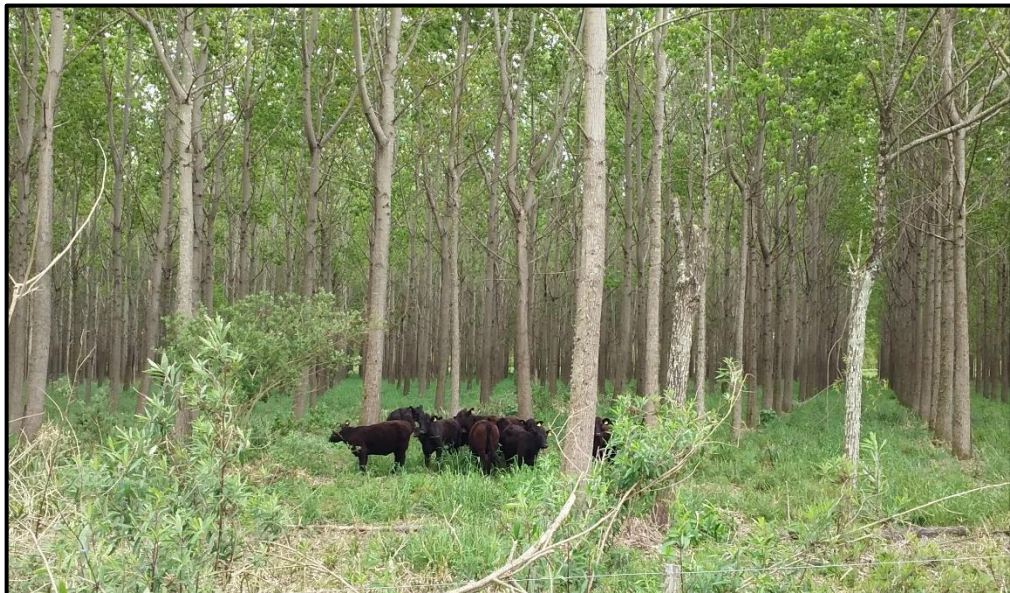


Figura 4: Rodeo Aberdeen Angus en el SSP INTA Delta del Paraná. Foto: D. Penna

- **Radiografía de la producción de carne en la región Delta del Paraná**

En los últimos 30 años, los pastizales de las islas del Delta fueron revalorizados debido al fuerte crecimiento agrícola producido en zonas mixtas y ganaderas de la Pampa húmeda, lo que impulsó la migración de muchos rodeos a la región.

Actualmente, la actividad ganadera ocupa una superficie aproximada de 170.000 hectáreas, con una carga animal total de más de 270.000 cabezas de ganado vacuno y niveles de producción de carne promedio de 70 Kg/ha/año.

Las características ecológicas y geográficas peculiares que ofrece el Delta bonaerense, constituyen un área de producción con ventajas comparativas diferenciales al resto de las áreas ganaderas del país. Por ejemplo: topografía y ríos que ejercen una barrera de contención al ingreso de enfermedades infectocontagiosas y parasitarias.

Las islas, por ser un humedal, presentan un microclima muy propicio para el desarrollo de recursos forrajeros naturales de alta calidad. Asimismo, pueden citarse como ventajas complementarias la proximidad a centros de concentración, comercialización y consumo que, juntamente al conocimiento del origen de la hacienda, confieren al producto final una calidad diferencial certificable que lo posiciona favorablemente en el ámbito nacional e internacional (Arano, 2006).

- **Ingreso del ganado al SSP del Delta**

Esta región, por sus características agroclimáticas favorables, es actualmente la más plantada con Salicáceas de Argentina con aproximadamente unas 65.300 ha destinadas a forestales.

El modelo de forestación tradicional con estacas es en alta densidad (2m por 2m) para lograr una plantación que produce grandes volúmenes de madera de baja calidad y también de bajo precio. El desarrollo del SSP requiere de un cambio tecnológico, con el objetivo de facilitar el desarrollo del pastizal mediante la llegada de buena calidad de luz al suelo y garantizar la producción de forraje. Para lograr esto se debe iniciar el

establecimiento del rodal plantando guías de 2 años, en lugar de usar las estacas y el diseño a mayor distancia (6m por 6m o 7m por 7m). Menos cantidad de árboles que producen madera de mejor calidad (Rossi *et al.*, 2014).



Figura 5: Rodeo de vaquillonas sobre el pastizal del SSP con árboles de 2 años de plantados. Foto: C.A. Rossi.

La plantación de guías de 2 años permite que cuando el diámetro a la altura del pecho (DAP) iguala o supera los 6 cm de diámetro, el ingreso del ganado a las forestaciones puede realizarse a partir del primer año (Casaubon, 2013). Con distancias de plantación mayores (6x6 m, 7x7 m o más), es factible mantener animales dentro del sistema durante todo el turno de corta de la plantación (12 a 14 años).

El pastizal que se desarrolla bajo el dosel de las salicáceas es de una gran riqueza florística. Entre las especies poáceas con aptitud forrajera encontramos entre otras: Alpistillo (*Phalaris angusta*); Pasto plateado (*Deyeuxia viridiflavescens*); Cebadilla criolla (*Bromus catharticus*); Pasto miel (*Paspalum dilatatum*); Cebadilla de agua

(*Glyceria multiflora*); Pasto macho (*Paspalum urvillei*); Pasto de laguna (*Echinochloa helodes*); Arrocillo (*Leersia hexádra*); Rye grass (*Lolium multiflorum*) Entre las Fabáceas se destacan: Trebol blanco (*Trifolium repens*) Porotillo o Caupí de Monte (*Vigna luteola*); Lotus (*Lotus tenuis*); Alverjilla (*Lathyrus pubescens*); Trébol de carretilla (*Medicago polymorpha*) y Vicia (*Vicia gramínea*) Otra forrajera *Lagunilla* (*Alternanthera philoxeroides*) (Rossi *et al*, 2014).

- **Beneficios del SSP**

Los sistemas de uso múltiple permiten optimizar la utilización de recursos naturales.

A continuación, se mencionan algunos de los servicios ambientales que promueven los SSP:

- Mantienen la fertilidad de los suelos, reduciendo la erosión por aportes de materia orgánica, fijación de nitrógeno y restitución de elementos nutritivos (Beer *et al.*, 2003), producto del retorno al suelo de hojas, frutas, ramas, heces y orina, derivando en un incremento de la actividad biológica del mismo.
- Contribuyen en la captura de carbono (CO₂), la generación de menores emisiones de óxido nitroso (N₂O) y la mitigación de la emisión de gas metano (CH₄) por los rumiantes (producido por los microorganismos ruminales durante la fermentación anaeróbica de los carbohidratos solubles y estructurales consumidos por los bovinos). Todos estos gases son responsables del calentamiento de la atmósfera global (efecto invernadero) (Pedreira *et al.*, 2013).

- Según Lok (2006), los árboles en SSP cumplen funciones ecológicas de protección del suelo, disminuyen los efectos directos del sol, el agua y el viento. También pueden modificar las características físicas del suelo como su estructura (por la adición de hojarasca, raíces y tallos) e incrementan los valores de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de N, P, K (Betancourt *et al.*, 2005).
- El material proveniente de las podas de Álamos y Sauces por medio de sus hojas son un forraje con un alto valor nutritivo para el ganado y pueden ser un buen alimento en condiciones de sequía (Anderson, 1987).
- Mayor y mejor combinación de recursos materiales y humanos, al interactuar árboles/arbustos y ganadería.
- Conservación de la biodiversidad.

Otros beneficios

- Diversifica la producción de la empresa forestal, reduciendo los factores de riesgo biológicos y de mercado.
- La incorporación de animales permite retornos económicos más rápidos que los de la forestación, logrando flujos de ingreso a la unidad de negocio en momentos en los cuales la actividad forestal no lo permite.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Vigna luteola (Jacq.) Benth, es considerada una de las forrajeras nativas no gramíneas más importantes y apetecidas por el ganado en varias regiones del país. También es utilizada como cultivo de cobertura o como forrajera para su alimentación.



Figura 6: Parte aérea de *Vigna luteola*. Foto: D. Penna

Conocida con los nombres vulgares de “Porotillo” o “Caupí de Monte”, *Vigna luteola* es una Fabácea herbácea nativa, de crecimiento anual, originaria de América tropical y subtropical distribuida desde Estados Unidos hasta Argentina. En nuestro país, las poblaciones se distribuyen a lo largo de las selvas marginales desde Misiones hasta Buenos Aires (Provincia Fitogeográfica Paranaense), desde 0 hasta 500 m.s.n.m., y en las Yungas, territorios fitogeográficos definidos por Cabrera (1993).

Su presencia ha sido registrada en las provincias de: Buenos Aires, Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Formosa, Chaco, Santa Fe, Santiago del Estero, Tucumán, Córdoba, Jujuy y Salta.

De hábitos rastreros y trepadores, sin pelos uncinados, con tallos ramosos y volubles que alcanzan hasta 1,5 metros de longitud. Habitualmente, se la puede observar como enredadera que trepa sobre otras plantas usándolas de soporte.

Sus raíces son delgadas y poco profundizantes, comúnmente con nódulos bacterianos simbióticos.



Figura 7: Detalle de nódulos simbióticos con bacterias fijadoras de nitrógeno. Foto: C.A. Rossi.

Las hojas son compuestas pinnadas, trifolioladas, con los folíolos ovales a oval lanceolados, enteros, de 2 a 8 cm de largo. Las flores se agrupan en racimos con 3 a 5 flores, ubicadas en el extremo de pedúnculos axilares más largos que las hojas. Las

flores son del tipo papilionoidea de color amarillo de hasta 1,5 cm de longitud, floreciendo desde primavera hasta el otoño. La inflorescencia posee 6 nudos, cada uno de los cuales lleva un eje secundario oblongo, en el cual se desarrollan 2 flores y de 2 a 3 N E F s dispuestos en línea recta, de los cuales solo uno es funcional. La asimetría floral presente en el género *Vigna* se asocia al tipo de polinización melitofilia en el cual intervienen himenópteros de mediano a gran porte (Faegri y Van der Pijl, 1979).

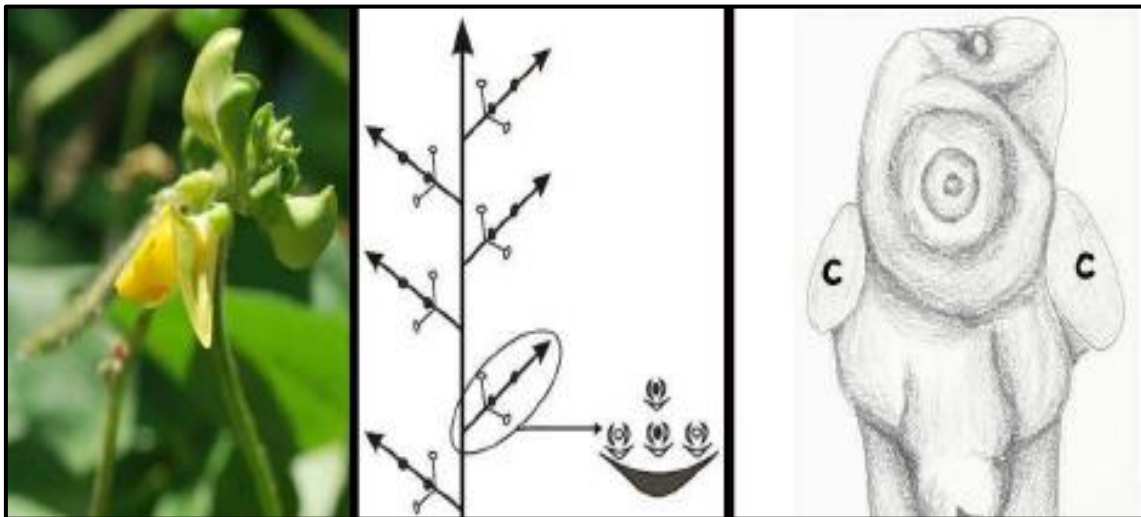


Figura 8: Morfología general de los N E F s de *Vigna luteola*. Referencia: c = cicatriz de la inserción del pedicelo. (Ojeda 2013)

Sus frutos son legumbre dehiscente, hirsuta, de color oscuro, pardo-rojizo virando a negruzco a la madurez. La dispersión ocurre durante su maduración, desprendiéndose de la planta y cayendo al suelo por su propio peso. Las semillas son de formato oblongo-cilíndrico, de 4,5 a 5 mm de largo por 3 mm de ancho, en número de 5 a 8 por legumbre, color pardo-rojizo a negras.



Figura 9: Legumbre dehiscente acompañada de semillas color negras. (Ojeda 2013)

Presenta germinación hipogea (cripto-hipogea) durante en un período muy prolongado y de manera desuniforme.

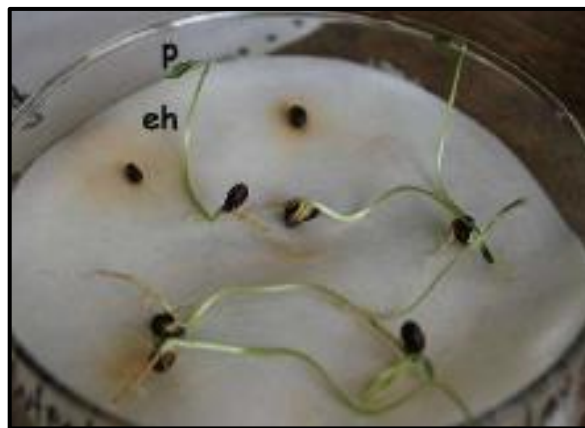


Figura 10: Morfología de las plántulas y tipo de germinación de la especie *V. luteola*. Referencias: eh = epicótilo con movimientos haptotrópicos; p = protófilo. (Ojeda 2013)

Vigna luteola crece en suelos húmedos, arenosos y en bañados y matorrales con buena exposición al sol. Presenta un potencial valor económico como forrajera de suelos húmedos, dado que las características y la composición química de las Fabáceas le confieren un papel significativo por el aporte de proteína en la dieta para los animales.

Los censos de vegetación y observaciones realizadas en el SSP del Delta, muestran en general una muy baja presencia de especies leguminosas herbáceas en general. Sin embargo, la mayor presencia en cantidad de plantas de leguminosas herbáceas registrada en los censos, fue de *Vigna luteola*.

Respecto al ambiente, se encontraron plantas adultas y juveniles de Porotillo colonizando en suelos húmedos y fértiles, no salinos, y siempre en lugares muy soleados. La presencia observada abarca diferentes comunidades dentro del SSP de la isla, como los pastizales hidrófilos, bañados temporales, juncales y carrizales, donde trepa sobre los tallos de las gramíneas y ciperáceas.

Su adaptación a tolerar anegamientos le otorga una gran ventaja por sobre la mayoría de las otras leguminosas mencionadas. Otra observación de presencia fue en los suelos de bordes de canales y avenamientos con restos de resaca. Siempre los lugares donde se registró su presencia eran muy soleados, no se la encontró en las forestaciones más desarrolladas (más de 7, 8 años de edad) donde el crecimiento de los árboles y su canopia limitan bastante la llegada de luz al pastizal. Las plantas observadas presentaban un muy buen desarrollo, con abundante forrajimasa.

- **Taxonomía**

Clave para identificar a la especie según su semilla (Ojeda 2013).

1. Patrón de crecimiento anual, sin hipocótilo reservante, epicótilo con movimientos haptotrópicos. Semillas sin expansión de borde arilar. Superficie del tegumento reticulado-estriado..... *V. luteola*

- **Enfoque para el manejo y recuperación del pastizal**

El sobrepastoreo y mal manejo del recurso forrajero ha conducido a un proceso de deterioro de los pastizales de la isla, con cambios en la abundancia de especies (disminución de especies forrajeras), y en ocasiones cambios en la relación pastos/arbustos y pérdidas de cobertura vegetal.

El aumento de suelo desnudo asociado a la desertificación, produce pérdidas de suelo y materia orgánica por erosión, produciendo una disminución en la capacidad de captación y retención de agua y nutrientes. Todo esto acarrea una disminución de la productividad del pastizal, lo que se traduce en una marcada reducción de la capacidad de carga de los campos y, por ende, en una disminución de la producción de carne.

Para poder manejar sustentablemente los pastizales, es necesario comprender su funcionamiento y dinámica, y su interacción con el pastoreo y condiciones climáticas.

Dyksterhuis (1949) en su modelo Sucesional, ilustra cómo las pautas de manejo del pastizal afectan directamente en la composición de este. Para el desarrollo de su modelo, clasifica a las especies del pastizal en tres grandes grupos:

- Decrecientes o deseables
- Crecientes o intermedias
- Indeseables o invasoras

Las especies decrecientes o deseables, son aquellas forrajeras de alta preferencia animal por su valor nutritivo. Las crecientes o intermedias, son forrajeras de mediana calidad, que el animal buscará consumirlas a medida que la presencia y disponibilidad de las deseables vayan mermando en el pastizal. Finalmente se encuentran las

indeseables o invasoras, que son aquellas que el animal rechaza su consumo por su baja calidad, toxicidad o por presentar alguna otra estrategia antiherbivoría. (fig. 11)

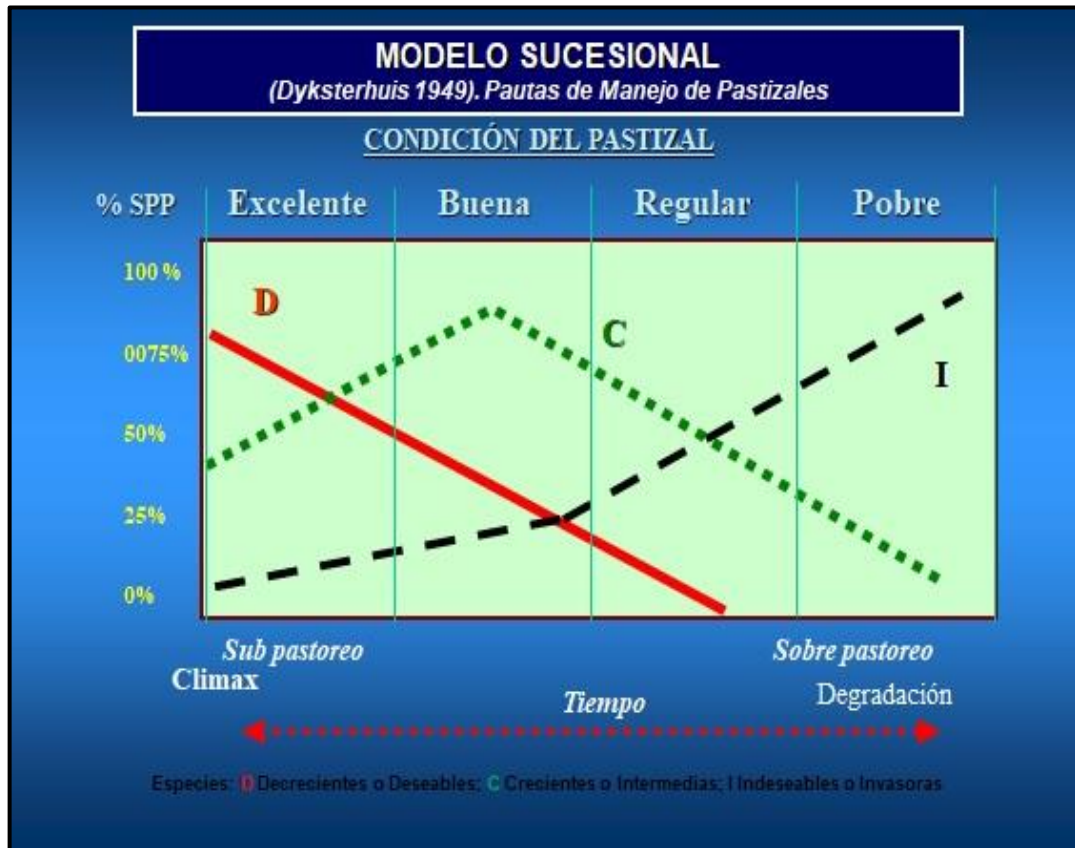


Figura 11: Modelo Sucesional. (Rossi C.A.-Adaptado de Dyksterhuis, 1949)

El modelo sucesional parte de un punto ideal situado en la climax. A medida que el pastizal se pastorea con mayor intensidad, las especies deseables son las que primero bajan su proporción. Esto se debe a la selección del animal, el cual primero consumirá las especies Deseables, que son las más preferidas y de mayor valor nutricional. A medida que se intensifica el pastoreo y se aumenta la presión sobre las Deseables, estas disminuyen su presencia en el pastizal.

Esto da lugar al crecimiento y mayor proliferación de las especies Intermedias y, en menor medida, a las Indeseables. Las Intermedias o Crecientes frente a la

intensificación del pastoreo, van a pasar a ser también intensamente consumidas, iniciando un ciclo de decrecimiento de estas especies en el pastizal. Esta situación dará como resultado un aumento en la cobertura de las especies Indeseables o Invasoras.

Dicho esto, el Porotillo se comportará como una especie deseable o decreciente, debido a la alta preferencia animal dentro del SSP. Para ello, se deberá considerar el momento óptimo de corte, punto en el cual converge la máxima cantidad y calidad de la especie.

- ***Vigna luteola* como forrajera**

En la revisión bibliográfica realizada, no se ha encontrado suficiente información científica acerca de las cualidades forrajeras de *Vigna luteola*.

Por dicha razón, resulta de especial interés en el marco del presente Trabajo Final de Grado, poder evaluar el valor nutritivo de esta especie como un aporte de nuevo enfoque a su presencia dentro de los pastizales.

Las plantas forrajeras se clasifican por sus parámetros nutricionales. Si bien hay diversas maneras de clasificarlas, lo principal radica en los aportes y proporcionalidad de sus células en cuanto al contenido celular y pared celular

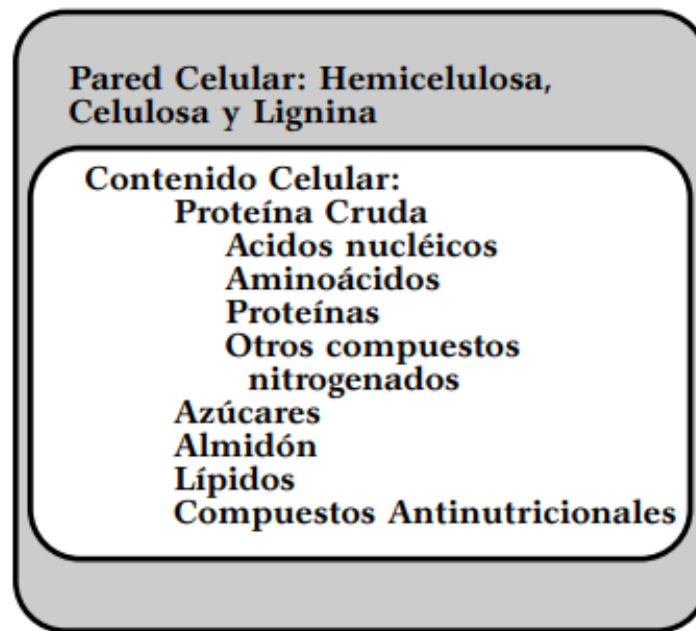


Figura 12: Estructura celular de las plantas y componentes nutricionales que se encuentran en la pared y contenido celular. (Lyons *et. al.* 1999).

Las sustancias del contenido celular son digeridas fácilmente. La pared celular se digiere lentamente (hemicelulosa y celulosa) con ayuda de los microorganismos del rumen y tiene partes indigestibles (lignina) (Lyons *et. al.* 1999).

El contenido celular (CC) contiene los compuestos solubles que son altamente digestibles y asimilables. El CC incluye la proteína bruta (PB) o cruda, la cual está comprendida por ácidos nucleicos, aminoácidos, proteínas y otros compuestos nitrogenados. También contiene compuestos energéticos como azúcares, almidón y lípidos (grasas).

En contraste, la pared celular (PC), está formada por material menos digestible llamado fibra, el cual consta de hemicelulosa, celulosa y la porción menos digestible llamada lignina.

Estos compuestos de la PC son los que podemos evaluar en dos procedimientos de laboratorio llamados Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácida (FDA), y a partir de ellos estimar parámetros nutricionales.

Los porcentajes de hemicelulosa, celulosa y lignina se obtienen del FDN, mientras que la celulosa y la lignina resultan del FDA.

Debido a que los animales no cuentan con las enzimas o compuestos químicos necesarios para desdoblar o digerir la hemicelulosa y celulosa, es que dependen de la fermentación microbiana (digestión de los microorganismos del rumen) para reducir estas sustancias en compuestos que ellos puedan usar (Lyons *et. al.* 1999).

Los parámetros nutricionales permiten clasificar a las especies forrajeras y de esta forma poder utilizarlas de la manera más adecuada en los sistemas ganaderos.

En el cuadro se sintetizan los porcentajes de los parámetros de valor nutritivo que debe tener un forraje para cumplir con el mantenimiento del ganado de cría vacuno para el INTA (Cocimano *et al.*, 1975)

Tabla I: Parámetros de Valor Nutritivo que deben considerarse para estimar la calidad de un forraje en base a mantenimiento para vacunos de cría (Cocimano *et. al.*, 1975)

Parámetro a considerar	Valores mínimos en la MS	Consideraciones
Digestibilidad	55 %	Porcentajes menores generan un efecto de llenado físico-mecánico del rúmen sin completar los requerimientos de mantenimiento. (*)
PB	7%	Contenido de PB por debajo del 7% hacen que el N del forraje pase a ser limitante en el proceso de degradación bacteriana. (*)
Energía	1,85 Mcal/Kg MS	Contenido de al menos 100 grs. de Carbohidratos solubles por Kg / MS. (*) (**) Contenido de 1,85 Mcal / Kg MS (***)

Referencias: (*) Leng, 1990; (**) Phillips, 1998; (***) Calculado de Cocimano et al., 1975.

Un estudio realizado por Rossi *et al.* (2009), destaca -a través de un censo de vegetación realizado en el pastizal natural del SSP en el Bajo Delta- la determinación de tres parámetros: a) constancia b) rango de abundancia y c) preferencia animal; los cuales sitúan a *Vigna luteola* como una especie de bajo índice de constancia (poca presencia) y alta preferencia animal.

La escala de Constancia (Const.) en los censos: V presente en 81-100 %; IV 61-80 %; III 41-60 %; II 21-40 %, I 1-20 %. NVD: Nombre Vulgar Desconocido. Escalas del grado de preferencia animal: 0 No pastoreada nunca – Rechazada; 1 Eventualmente despuntada o pastoreada en forma leve algunas veces; 2 Pastoreada levemente siempre o con mediana intensidad eventualmente; 3 Pastoreada con mediana intensidad siempre a muy pastoreada eventualmente; 4 Muy pastoreada siempre. (Tabla 2)

Tabla II: Principales especies forrajeras del SSP del Bajo Delta (Rossi *et al.*, 2009)

Nombre Científico	Nombre vulgar	Familia	Constancia (*)	Rango de abundancia	Pref. Animal (**)
<i>Echinochloa helodes</i>	Pasto laguna	Poácea C4	I	3 a +	4
<i>Glyceria multiflora</i>	Cebadilla de agua	Poácea C3	I	2 a +	4
<i>Alternanthera philoxeroides</i>	Lagunilla	Amarantácea	I	2 a +	4
<i>Amorpha fruticosa</i>	Sauce indio	Fabácea	I	3 a 2	3
<i>Bromus catarthicus</i>	Cebadilla	Poácea C3	I	2 a +	4
<i>Leersia hexandra</i>	Arrocillo	Poácea C3	I	1 a +	3
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Acacia negra	Fabácea	I	1 a +	4
<i>Setaria geminata</i>	Pastito de agua	Poácea C4	I	1 a +	3
<i>Panicum elephantipes</i>	Canutillo	Poácea C4	I	1 a +	3
<i>Vigna luteola</i>	Porotillo	Fabácea	I	1 a +	4
<i>Populus deltoides</i>	Alamo	Salicácea	--	--	3
<i>Salix nigra</i>	Sauce	Salicácea	--	--	3

- **Observaciones fuera del SSP**

A manera de poder comparar con el SSP, se realizaron observaciones en los pastizales abiertos, no endicados de la región del Delta del Paraná. En estos casos se ha observado que *Vigna luteola* coloniza más frecuentemente que en el SSP, aunque su presencia sigue siendo muy baja.

Se la ha detectado en los albardones soleados cercanos a arroyos y cursos de agua, creciendo en parches extensos sobre las deposiciones de resaca traída por las crecidas. También se desarrolla frecuentemente en los pastizales hidrófilos, donde se la encuentra trepando en los tallos de gramíneas y ciperáceas. Siempre a pleno sol. Este contraste en la presencia de *Vigna luteola* entre pastizales naturales abiertos y en el SSP endicado, podría deberse -en primer lugar- a que los diques producen mayores presiones de pastoreo, pudiendo afectar la fructificación de esta especie anual.

En segundo lugar, los campos endicados sufren la interrupción de los flujos regulares de agua (inundaciones y crecidas), siendo esto una interferencia con la dinámica hídrica de dispersión de sus semillas. Las crecidas que regularmente ingresan por ríos, arroyos y canales depositan sobre los suelos de las islas, capas de resaca que traerían las semillas de esta especie.

Para reforzar este comentario, un trabajo de la EEA INTA San Pedro (2012), da cuenta haber detectado una abundante presencia de semillas de Porotillo en la resaca de río que se utiliza en los viveros de la zona de San Pedro, Pcia. De Buenos Aires. Como comentario final de este punto debemos considerar que su persistencia también

depende en gran medida de su fructificación, fase fisiológica que no siempre es respetada por la forma de pastoreo que aplican los productores de esta región.

III. JUSTIFICACIÓN

Estudios realizados por Rossi *et al.* (2014) en el sistema silvopastoril del Delta del Paraná, indican que la incorporación de la ganadería en la región ha visibilizado, entre otras cuestiones, las siguientes dificultades:

- “La ausencia de información sobre la calidad nutricional del pastizal natural dentro del sistema silvopastoril”
- “Una insuficiente experiencia en el manejo del componente ganadero dentro de los sistemas forestales típicos que se transformaron en silvopastoriles”.

Los productores locales se ven afectados por la falta de información sobre los recursos forrajeros existentes dentro de sus establecimientos. Esta falta de conocimiento sobre el verdadero potencial del pastizal natural ha llevado a muchos productores a no valorar este recurso ni a manejarlo correctamente. Entre las especies identificadas en el SSP mencionado se encuentra *V. luteola* (Fabácea) cuyo estudio será abordado en el presente trabajo.

IV. HIPÓTESIS

El contenido de PB, FDN, FDA, DIG y CE de la especie *Vigna luteola* (Jacq.) Benth. (Porotillo), integrante de la composición florística de las no-gramíneas en el sistema SSP del Delta del Río Paraná, puede presentar cualidades forrajeras que merezcan su consideración como un recurso forrajero aprovechable y con impacto ambiental positivo.

V. OBJETIVOS

V. a) Objetivos Generales:

- Realizar una amplia revisión bibliográfica sobre *Vigna luteola*.
- Establecer características agroecológicas sobre el ciclo de la especie
- Evaluar la aptitud de calidad forrajera de *Vigna luteola*

V. b) Objetivos Específicos:

Determinar los parámetros que conforman el valor nutritivo de *Vigna luteola*:

- FDN (Fibra Detergente Ácida)
- FDA (Fibra Detergente Neutra)
- PB (Proteína Bruta)
- DIG (Digestibilidad)
- CE (Concentración Energética)
- Consumo Voluntario

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

VI. a) Recolección y tratamiento de las muestras.

Material vegetal: Muestras de la especie *V. luteola* (Porotillo).

- **Recolección:**

Geográficamente, las muestras fueron recolectadas en parcelas de la EEA INTA Delta del Paraná y campos de productores aledaños sobre islas en las inmediaciones de la localidad de Otamendi, Pdo. De Campana.

Las diez muestras se obtuvieron al azar de forma representativa en plantas a inicio de floración. Cada muestra se integró con tres plantas, utilizando para su extracción tijeras de corte. Para su resguardo a campo, se utilizaron bolsas de polietileno rotuladas.



Figura 13: Imagen de Porotillo en el SSP del Delta del Paraná. Foto: D. Penna

- **Secado para obtener Materia Seca (MS)**

En el laboratorio de la FCA-UNLZ, las diez muestras fueron acondicionadas en bolsas de papel, pesadas y luego se sometieron a su secado en estufa de aire forzado a 60°C hasta peso constante (MS).

- **Molido y tamizado**

Las muestras deshidratadas, se molieron en un molinillo eléctrico y se tamizaron en un tamiz de 1mm.



Figura 14: Tamizado de muestra deshidratada. Foto: G. Tubaro

VI. b) Métodos de análisis y procedimientos de estimación de los parámetros de calidad forrajera.

Para cada método de análisis planteado, se utilizó 1 gr de MS de cada muestra.

- **Determinación del contenido de nitrógeno (PB)**

Para la determinación del contenido de nitrógeno se utilizó el Método Kjeldahl basado en $N \times 6.25$ (AOAC, 1975). Para ello, se realizó la digestión ácida de la muestra húmeda y posterior alcalinización. El amoníaco destilado se recogió en un ácido débil y se procedió a la titulación por desplazamiento con un ácido fuerte.



Figura 15: Etapa de titulación por Kjeldahl. Foto: G. Tubaro

Para el cálculo de PB (proteína bruta) se aplicó la siguiente fórmula:

$$\% \text{ PB} = N \cdot (V - V_b) \cdot F \cdot 14.100 \cdot 6,25 / \text{masa (en mg)}$$

Donde:

N: Normalidad

V: Volumen de la muestra empleado

Vb: Volumen de la muestra blanco

F: Factor (0,998)

Al iniciar el ensayo se obtuvo el valor del testigo o blanco, comparándolo con el de las 10 muestras sometidas al análisis.

- **Determinación de FDN y FDA :**

Para obtener los valores de FDN y FDA se procedió mediante las metodologías propuestas por la A.O.A.C. (1970), y las modificaciones aportadas por Van Soest y Robertson (1980). El material molido y tamizado fue tratado en un equipo semiautomático Ankom en el Laboratorio de Forrajes la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNLZ.

Se obtuvieron dos residuos principales al someter la MS del forraje al análisis. Por un lado, al tratar la muestra con una solución de sulfato lauril sódico, se obtuvo el residuo para calcular la fibra detergente neutro (FDN). Por el otro lado, con una solución de bromuro de cetil trimetil amonio, se obtuvo el residuo para calcular la fibra detergente ácido (FDA).

Para determinar el porcentaje de Fibra Detergente Neutro se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% FDN = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso de la bolsa}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

Nota: el % de fibra detergente neutro (FDN) realmente representa al % de paredes celulares de la muestra.



Figura 16: Equipo semiautomático de análisis de FDN y FDA Ankom. Foto: G. Tubaro

Para calcular el porcentaje de Fibra Detergente Ácida se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% FDA = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso de la bolsa}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100$$

- **Digestibilidad in vitro (DIVMS)**

Para calcular el porcentaje de digestibilidad se utilizó la siguiente ecuación:

$$\% DIG = 1 - \left(\frac{\text{Peso final} - \text{Peso de la bolsa}}{\text{Peso de la muestra}} \right) \times 100$$

- **Estimación de digestibilidad *in vitro* por fórmula.**

La estimación de la digestibilidad se realizó a través de la fórmula de un coeficiente por el valor obtenido de FDA (Ustarroz *et al.*, 1997):

$$\%DIG = 88.9 - (0.779 \times \%FDA)$$

- **Estimación de la concentración energética (CE)**

La estimación de la concentración energética (CE), se obtuvo por la multiplicación del porcentaje de la digestibilidad por el coeficiente 3.6.

$$CE = \%DIG \times 3.6$$

- **Estimación del consumo voluntario (CV)**

La estimación del consumo voluntario se expresó como un % de Peso Vivo

$$CV = 120 / \%FDN \text{ (Ustarroz et al., 1997).}$$

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir de los análisis de laboratorio y cálculos de estimación se observan en las siguientes tablas.

VII. a) Proteína Bruta (PB)

Según los datos recolectados en el presente trabajo, el Porotillo presenta valores promedios mayores al 16,5 % de proteína bruta.

Las proteínas constituyen una fracción muy importante de la ración forrajera, junto con la energía.

Las proteínas se caracterizan por el aporte de N y por ser componentes fundamentales para la multiplicación de la biomasa bacteriana a nivel ruminal, en la formación de tejidos y requeridas para el mantenimiento de las funciones vitales como renovación de tejidos, reproducción, crecimiento y lactación.

Químicamente son macromoléculas, polímeros de aminoácidos (más de 100) dispuestos en una secuencia lineal, sin ramificaciones. Una secuencia de menos de 100 aminoácidos se considera péptido.

Funcionalmente componen las estructuras celulares y las herramientas que hacen posible las reacciones químicas del metabolismo celular. En la mayoría de los seres vivos (a excepción de las plantas que tienen más celulosa) representan más de un 50% de su peso en seco.

Las proteínas del forraje son degradadas por los microorganismos del rumen vía aminoácidos para formar amoníaco y ácidos orgánicos (ácidos grasos con cadenas múltiples). El amoníaco también viene de las fuentes de nitrógeno no proteico en los

alimentos y de la urea reciclada de la saliva y a través de la pared del rumen. Niveles demasiado bajos de amoníaco causan una escasez de nitrógeno para las bacterias y reduce la digestibilidad de los alimentos.

Según Leng (1990) contenidos menores a 7% de PB en el forraje hacen que el nitrógeno sea limitante para el mantenimiento del ganado de cría vacuno, en el proceso de degradación bacteriana. Con lo cual el animal busca movilizar proteína (nitrógeno) de su cuerpo para cubrir sus requerimientos proteicos (Fernández Mayer, 2018).

La deficiencia de proteína puede afectar negativamente la reproducción ya que la duración del anestro de un vientre de cría y la posibilidad de que se preñe durante la temporada de servicio siguiente depende de su estado nutricional (Sasser *et al.*, 1988).

La subnutrición durante la gestación, especialmente durante los últimos tres meses preparto, puede causar retardo en el crecimiento fetal intrauterino, alteraciones morfométricas asimétricas en los terneros y puede afectar a largo plazo su descendencia. Por otro parte, puede verse afectado el desempeño productivo (peso vivo) y reproductivo (estado corporal al parto) del vientre (Funston *et al.*, 2010; Maresca *et al.*, 2016; López Valiente *et al.*, 2016 a; Wu *et al.*, 2006).

Una dieta de baja calidad en proteínas en vacas de cría puede menguar la producción y la calidad de la leche, la cual podría afectar directamente al peso al destete de los terneros (López Valiente *et al.*, 2016b).

Tabla III: Resultados del porcentaje de PB

Determinación de los valores de PB de <i>Vigna luteola</i>			
N° de muestra	Mg de m	HCL (ml)	% PB
1	1003	19,15	16,54
2	976	19,4	17,22
3	992	19,3	16,86
4	996	19,15	16,66
5	1009	19,5	16,75
Mb	-	0,15	
6	735	13,95	16,50
7	811	15,75	16,88
8	749	14,2	16,47
9	769	14,35	16,61
10	777	14,7	16,44
Mb	-	0,07	
Promedio			16,69

La cantidad de PB potencialmente consumible, es decir, la cantidad que sería capaz de consumir una vaca de 400 kg de acuerdo a la calidad del forraje, es la que condiciona el consumo real.

Vigna luteola posee un contenido proteico promedio de 16,69 % de PB superando el valor mínimo de 7% propuesto por Leng (1990) para que un forraje sea aceptable en un planteo pastoril de cría vacuna. Se considera que un forraje debe contener como mínimo entre 70 a 80gr de PB por Kg de MS para que el N no sea limitante.

VII. b) Fibra Detergente Neutro (FDN)

El valor de la FDN representa a la pared celular (PC) del material analizado. El total de la PC está compuesto por la fracción de hemicelulosa, celulosa y otros compuestos

parcialmente digestibles y la fracción indigestible de la lignina. La fracción de FDN en un forraje se correlaciona negativamente con el consumo de MS por parte del animal. Por lo tanto, a mayor contenido de FDN, menor potencial de consumo de forraje y viceversa.

Tabla IV: Resultados del porcentaje de FDN

Determinación de valores de FDN de <i>Vigna luteola</i>				
N° de muestra	peso de bolsa (gr)	peso de muestra (gr)	peso final (gr)	% FDN
1	0,5031	0,5638	0,8238	56,88
2	0,5081	0,5523	0,8245	57,28
3	0,5424	0,5755	0,8824	59,08
4	0,5487	0,5244	0,8551	58,43
5	0,5355	0,5592	0,8620	58,38
6	0,5102	0,5281	0,8122	57,19
7	0,4948	0,5314	0,8042	58,22
8	0,5065	0,5437	0,8306	59,61
9	0,5041	0,5361	0,8139	57,78
10	0,5331	0,5620	0,8741	60,68
Promedio				58,35

La fibra que debido a sus características físicas es capaz de lograr estimular la motilidad ruminal, se conoce como fibra efectiva.

Resulta fundamental para estimular la rumia, y las contracciones ruminales, así como la regulación del pH a través de la secreción salivar; por ello, la fibra de baja digestibilidad, con valores elevados de lignina supone un inconveniente al limitar el contenido energético de las raciones y el consumo voluntario (Van Soest, 1982).

La formulación correcta de dietas debe buscar un equilibrio entre la ingestión máxima de materia seca (MS), con niveles mínimos de FDN para mantener las funciones y condiciones normales del rumen.

Como se ilustra en la Tabla 2, el porcentaje promedio de FDN del Porotillo obtenido es de 58,35%. Se considera un forraje de baja calidad aquel que posee valores de FDN superiores al 70%, valores de PB menores al 7% y a aquellos que poseen una digestibilidad menor al 50 % (Ludwig *et al.*, 2008). A modo comparativo podemos citar a la alfalfa, presentando valores porcentuales de FDN que van entre 25,4 y 34 % dependiendo de la época del año y variedad (Romero *et al.*, 2019).

VII. c) Fibra Detergente Ácida (FDA)

El porcentaje de la FDA en el forraje, hace referencia a las porciones de pared celular compuestas de celulosa y lignina. Los valores obtenidos para FDA se muestran en la Tabla 3, donde el promedio resultante fue de 42,79%.

Nuevamente como referencia comparativa, podemos utilizar a la alfalfa cuyos valores porcentuales de FDA se encuentran entre 21,5 y 31,9 % dependiendo de la época del año y variedad (Romero *et al.*, 2019)

Estos valores de interés, nos indican la capacidad de un animal para digerir el forraje consumido y el tiempo de ese proceso.

Tabla V: Resultados del porcentaje de FDA

Determinación de valores de FDA de <i>Vigna luteola</i>				
N° de muestra	peso de bolsa (gr)	peso de muestra (gr)	peso final (gr)	% FDA
1	0,4945	0,5420	0,7372	44,79
2	0,5029	0,5051	0,7081	40,63
3	0,5277	0,5394	0,7622	43,47
4	0,5239	0,5499	0,7633	43,53
5	0,5305	0,5478	0,7600	41,89
6	0,5047	0,5320	0,7263	41,65
7	0,4920	0,5481	0,7317	43,73
8	0,5176	0,5538	0,7661	44,87
9	0,5019	0,5343	0,7212	41,04
10	0,5221	0,5394	0,7505	42,34
Promedio				42,79

A medida que los porcentajes de FDA aumentan, se reduce la capacidad de digerir la ración consumida, se lentifica la tasa de pasaje y se incrementa el tiempo de permanencia del forraje en el rumen, retardando consecuentemente la rumia. Esto también impacta en el consumo, ya que debe esperar la movilidad al tracto posterior de los bolos alimenticios para realizar nuevas ingestas.

El porcentaje de 42,79 de FDA del Porotillo mostraría que se vuelve a encuadrar dentro de los forrajes de mediana a alta calidad.

VII. d) Digestibilidad

Buxton y Redfearn (1997) consideran que el factor más importante que provoca la disminución de la digestibilidad del forraje a medida que avanza el estado de madurez

es el aumento en el contenido de fibra (particularmente lignina) y la progresiva disminución proporcional de los contenidos solubles de las células.

Tabla VI: Resultados del porcentaje de Digestibilidad estimada (DIVMS)

Determinación de valores de Digestibilidad <i>in vitro</i> de <i>Vigna luteola</i>				
N° de muestra	peso de bolsa (gr)	peso de muestra (gr)	peso final (gr)	% DIVMS
1	0,5088	0,5284	0,6547	72,38
2	0,5345	0,5607	0,6857	73,03
3	0,5180	0,5286	0,6548	74,12
4	0,4975	0,5232	0,6367	73,40
5	0,5298	0,5440	0,6835	71,75
6	0,5105	0,5391	0,6525	73,66
7	0,4875	0,5236	0,6358	71,68
8	0,7475	0,5082	0,6191	72,14
9	0,4898	0,5242	0,6350	72,30
10	0,5075	0,5078	0,6412	73,67
Promedio				72,81

La disminución en la digestibilidad, con el avance de la madurez de los tejidos, afecta negativamente el aprovechamiento de otros nutrientes tales como la proteína bruta (MC Donald *et.al.*, 1988). De allí, la importancia de conocer la cantidad de fibra consumida como la composición química de la misma (Bélangier *et al.*, 2001).

Estimación de la digestibilidad por fórmula (Ustarroz *et al.*, 1997)

$$\% \text{ DIG} = 88.9 - (0.779 \times \% \text{FDA})$$

$$\% \text{ DIG} = 88.9 - (0.779 \times 42.79)$$

$$\% \text{ DIG} = 55, 57\%$$

Según Di Marco (2011) forrajes con una digestibilidad de materia seca menor al 50% son consideradas de baja calidad. En el caso del Porotillo, ambos métodos de cálculo indican valores por encima del 50% de digestibilidad.

A su vez, los resultados obtenidos demuestran un % de digestibilidad superior al sugerido por Leng (1990) y Phillips (1998), quienes indican un valor mínimo de 55 % de digestibilidad.

Porcentajes menores generan un efecto de llenado físico-mecánico del rumen sin completar los requerimientos del animal.

VII. e) Estimación de la concentración energética (CE)

$$CE = \% \text{ DIG} \times 3.6$$

$$CE = 55,87 \times 3.6$$

$$CE = 2,00 \text{ Mcal/EM/Kg/MS}$$

El resultado muestra que la especie estudiada posee 2,00 Mcal/EM/Kg de MS. Este porcentaje de EM supera ampliamente al valor límite de 1,85 Mcal/Kg/MS propuesto por Bayer (2011) para Equivalente Vaca (EV: vacas de cría adultas de 400 kg de peso vivo) para satisfacer sus requerimientos. De acuerdo a este valor, la CE de *V. luteola* cubre los requerimientos de energía diarios para un EV.

VII. f) Consumo Voluntario (CV)

$$\% \text{ de Peso Vivo} = 120 / \% \text{ FDN}$$

$$\% \text{ de Peso Vivo} = 120 / 58,35$$

$$\% \text{ de Peso Vivo} = 2.06$$

El CV, presenta valores referenciales superiores a pasturas de amplio uso y divulgación, tales como Raigrás anual (*Lolium multiflorum* Lam. Var *multiflorum*) y Cebadilla criolla (*Bromus catharticus*), las cuales poseen valores 2.05 y 2.02, respectivamente.

Es importante resaltar, que la estimación de CV diario de MS está inversamente relacionado con el contenido de FDN del recurso forrajero.

El alto porcentaje de fibra constituye el factor más importante en la limitación del consumo de MS por parte de los animales, ya que cuando estos valores son altos (mayores al 60 %) la regulación del CV se produce a través de mecanismos de control físico. Dicho esto, se observarán los mayores consumos de MS cuando el contenido de FDN sea menor.

VIII. g) Comparación de calidad

Tabla VII: Resultados de la comparación de los resultados de PB, Digestibilidad estimada, Concentración energética y Consumo voluntario de *Vigna luteola* con 5 forrajeras del Pastizal del Delta.

Recopilación de datos de 5 especies forrajeras del libro "Plantas de interés ganadero de la región del bajo delta del Paraná (Argentina)" (2014) más los datos obtenidos en el presente trabajo.				
Especies	Proteína bruta (PB)	Digestibilidad estimada	Concentración energética (CE)	Consumo voluntario (CV)
Porotillo (<i>Vigna luteola</i>)	16,69	55,57	2,00	2,06
Cebadilla criolla (<i>Bromus catharticus</i>)	15.4	64.27	2.31	2.02

Raigras anual (<i>Lolium multiflorum</i> Lam. Var <i>multiflorum</i>)	16.32	62.43	2.24	2.05
Canutillo (<i>Panicum elephantipes</i> Nees ex Trin.)	8.14	57.93	2.08	1.61
Paja plateada (<i>Deyeuxia viridiflavescens</i> var, <i>montevidensis</i>)	6.53	53.7	1.93	1.55
Arrocillo (<i>Leersia hexandra</i> Sw.)	13,79	54,99	1,98	1.78

En base a lo ilustrado, se desea comparar la calidad forrajera entre *V. luteola* con otras especies forrajeras.

Las especies seleccionadas, fueron tomadas del libro “Plantas de interés ganadero de la región del bajo Delta del Paraná (Argentina)” en el cual se realizó una caracterización del pastizal natural (PN) de interés ganadero presente en la región. A partir de ello se propuso comparar los valores nutricionales de las especies de mayor y menor valor forrajero para la dieta del ganado de cría con respecto a los valores obtenidos en el presente trabajo sobre *V. luteola*.

Por lo tanto, se puede apreciar en la Tabla 7 los resultados de la comparación

V. Luteola presenta:

- a. Valores inferiores de digestibilidad estimada;
- b. Valores medios de concentración energética (CE);
- c. Valores superiores de consumo voluntario (CV).

IX. CONCLUSIONES

Los datos recopilados a través de los análisis químicos y fórmulas matemáticas, comprobaron que *Vigna luteola* (Jacq.) Benth. (Porotillo), es una forrajera de muy buena calidad nutritiva con valores de PB, DIG y CE comparables a los de otras forrajeras de gran divulgación, logrando la puesta en valor de la especie.

Se cumple la hipótesis que postula que el contenido de PB, FDN, FDA, DIG y CE de *Vigna luteola*, integrante del pastizal del sistema SSP del Delta del Río Paraná, presenta cualidades que merecen su consideración como recurso forrajero aprovechable a lo largo de las distintas estaciones del año y con impacto ambiental positivo.

La revisión bibliográfica y los resultados del presente trabajo, servirán como herramienta para aquellos productores locales que suelen enfrentarse con la carencia de información técnica básica sobre la aptitud forrajera de *Vigna luteola* existente dentro de sus establecimientos silvopastoriles, situación que ha llevado a muchos de ellos a no valorar este recurso como alimento para su ganado.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. 2004.** Factores que intervienen en la producción de biomasa de un sistema silvopastoril leucaena (*Leucaena leucocephala*) guinea (*Panicum maximun*). Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba.
- Anderson G.W. 1987.** Integrated livestock and timber production: Beneficial Systems in Australia. CSIRO. Division of Animal Production. Wembley. 6014. Western Australia.
- ANKOM. 1998.** ANKOM 220 Fiber Analyzer. Manual de Procedimientos Metodológicos del Equipo. ANKON Technology Corp, Fairport, New York 14480, USA.
- AOAC. 1975.** Official Methods of Analysis. 12 th. Ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C., USA.
- Arano, A. 2006.** Ganadería en sistemas silvopastoriles del Delta del Paraná. Publicación de la EEA INTA Delta del Paraná, 6 Pp. Disponible en: www.produccion-animal.com.ar
- Arano, A. y Torr , E. 2002.** Ganadería en el Delta. INTA Informa N  138, EEA INTA Delta del Paraná, 2 Pp.
- Bayer, W. 2011.** Equivalente oveja, oveja patagónica y equivalente vaca. Cátedra de Producción Ovina y Caprina, Fac. Agr. y Vet., UNRC. Disponible en Sitio Argentino de Producción Animal (www.producción-animal.com.ar) 18 Pp.

- Beer J., Harvey C.A., Ibrahim M., Harmand J.M., Somarriba E. y Jiménez F. 2003.** Fonctions de service des systèmes agroforestiers. Proceedings XII World Forestry Congress, Québec. Canada.
- Bélanger, G., Michaud, R., Jefferson, P. G., Tremblay, G. F., y Brégar, A. 2001.** Improving the nutritive value of Timothy through management and breeding. Can. J. Plant Sci. 81: 577–585.
- Betancourt, P., González, J., Figueroa, B. & González, F. 2005.** Organic Matter and soil characterization during restoration processes with cover crop on temperate areas of México. Disponible: <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/art139148.pdf>.
- Bonfils, C. 1962.** Los suelos del Delta del Río Paraná. Factores generadores, clasificación y uso. Revista de Investigación Agrícola. INTA. T.XVI, N°3. Buenos Aires Argentina. PP
- Braun-Blanquet, J. 1979.** Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Ed. Blume, Madrid, España. 820 Pg.
- Burkart, A. 1957.** Ojeada Sinóptica sobre la Vegetación del Delta del río Paraná. Darwiniana. 11(3):561.
- Buxton, D.R. & Redfearn, D.D. 1997.** Plant limitations to fiber digestion and utilization. Am. Soc. Nutrit. Sci.: 814-818.
- Cabrera, A.L. y Zardini, E.M. 1993.** Manual de la flora de los alrededores de Buenos Aires, Ed. ACME, Buenos Aires.

- Carrillo J., K. A. Okada y J. R. Orbea. 1967.** Clave de reconocimiento de leguminosas forrajeras por caracteres vegetativos. Miscelánea N° 9 INTA. EEA Balcarce, 33 p.
- Casaubon E. 2013.** Establecimiento de Sistemas Silvopastoriles: Efecto de la edad del material de multiplicación y manejo del pastoreo con bovinos. Tesis magistral. Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Church, D. C. 1984.** Alimentos y alimentación del ganado. Editorial Agropecuaria Hemisferio Sur.
- Cocimano, M.R.; Lange, A.A.; Menvielle, Emilio E. 1975.** Estudio sobre equivalencias ganaderas. Producción Animal/AAPA, vol 4, Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina: 161-190.
- Di Marco, O. 2011.** Estimación de calidad de los forrajes. Revista Producir XXI. Facultad de Ciencias Agrarias. Unidad integrada Balcarce INTA Balcarce. Buenos Aires, Argentina.
- Dyksterhuis, E. J. 1949.** "Condition and management of range land based on quantitative ecology", en Journal of Range Management, 2, pp. 104-115.
- Faegri, K. & Pijl, L. van der. 1979.** The principles of pollination ecology. Pergamon Press, Oxford.
- Fernández Mayer, C. A. 2017.** Producción de carne y leche bovina en sistemas silvopastoriles. INTA EEA Bordenave.

- Galafassi, G. 2005.** La Pampeanización del Delta. Sociología e historia del proceso de transformación productiva, social y ambiental del Bajo Delta del Paraná. 1a Ed. Extramuros. ISBN 987-43-9082-4
- Gomez, L. 1999.** Plan de trabajo N° 554.014. Productividad forestal de Salicáceas en el Delta del Paraná. Estación Experimental Agropecuaria Delta. INTA. Pp 12.
- González, G.L.; Rossi, C.A.; Pereyra, A.M.; De Magistris, A.A.; Lacarra, H. y Varela, E. 2008.** Determinación de la calidad forrajera en un pastizal natural de la región del Delta bonaerense argentino. *Zootecnia Trop.*, 26(3): 223-225.
- Kandus, P. y A. I. Malvárez. 2002.** Las Islas del Bajo Delta del Río Paraná. Una perspectiva desde la ecología. En: *El Río de la Plata como territorio*. Compilador: Arq.J. M. Bortagaray. ISBN: 950-29-0666-7. Ediciones infinito.
- Kandus, P.; Malvárez, A.I.; Madanes, N. 2003.** Estudio de las comunidades de plantas herbáceas de las islas bonaerenses del Bajo Delta del Río Paraná (Argentina). *Darwiniana* 41: 1-16.
- Kandus, P; Morandeira, N; Schivo, F. 2010.** Bienes y Servicios Ecosistémicos de los Humedales del Delta del Paraná. Fundación para la Conservación y el Uso sustentable de los Humedales. Buenos Aires.
- Leng, R.A. 1990.** Factors affecting the utilization of "poor-quality" forage by ruminants particularly under tropical conditions. *Nutr. Res. Rev.* 3: 277-303.

- Lok, S. 2006.** Estudio y selección de indicadores de estabilidad del sistema suelo-planta en pastizales en explotación. Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas. ICA, La Habana, Cuba. 120 p.
- López Valiente, S., Maresca, S., Rodríguez, A.M., Dunleavy, M., Lacau Mengido, I.M., Palladino, R.A., Miccoli, F., y Quintans, G. 2016a.** Restricción proteica durante el último tercio de gestación en vacas de cría. Evolución de peso vivo, estado corporal, parámetros reproductivos, perfil metabólico y hormonal en la madre. Revista Argentina de Producción Animal 36, 189-293.
- López Valiente, S., Maresca, S., Rodríguez, A.M., Quintans, G., y Palladino, R.A. 2016b.** Restricción proteica durante el último tercio de gestación en vacas de cría. Caracterización de la producción y calidad de leche. Revista Argentina de Producción Animal 36, 189-293.
- Ludwig, F., De Kroon, H., y Prins, H. H. 2008.** Impacts of savanna trees on forage quality for a large African herbivore. *Oecologia*, 155(3), 487-496.
- Lyons, R. K.; Manchen, R.; Forbes, T. D. 1999.** ¿Por qué cambia la calidad del forraje en los pastizales?. *AgriLife Ext.*
- Malvárez, A.I. 1997.** Las comunidades vegetales del Delta del Río Paraná. Tesis Doctoral Fac. de Cs. Exactas y Naturales. UBA, 167 Pg.
- Malvárez, A.I. 1999.** El Delta del Paraná como mosaico de humedales. En: Malvárez, A.I. (ed.) Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica, MAB-UNESCO/ORCYT, Montevideo, Uruguay.

- Martínez, J. M. 2010.** Nutrición animal prácticas de laboratorio. Disponible en:
<https://nutricionanimalpracticass.blogspot.com/2010/03/>.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., y Morgan, C. A. 1988.** Nutrición animal (No. 636.0852 M336 1995.). Acribia.
- Mujica, F. 1979.** Estudio Ecológico y Socioeconómico del Delta Entrerriano. Parte I, Ecología. INTA, Paraná, Entre Ríos. 87 Pp.
- Ojeda, F. S. 2013.** Nectaros extraflorales de especies de Vigna de la Argentina: morfología, origen, función. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. UBA.
- Pedreira, M., S. G. Oliveira, O. Primavesi, M. A. Lima, R. T. S. Frighetto, and T. T. Berchielli. 2013.** Methane emissions and estimates of ruminal fermentation parameters in beef cattle fed different dietary concentrate levels. R. Bras. Zootec 42: 592-598.
- Philips, C.J.C. 1998.** Avances en la Ciencia de la Producción Lechera. Editorial Acribia, España. 417 Pp.
- Pizzio, R; Bendersky, D; Barbera, P; Maidana, E. 2021.** Caracterización y manejo de los pastizales correntinos. INTA Ediciones. EEA Mercedes, Corrientes.
- Quintana R., Bó R., Astrada E., Reeves C. 2014.** Lineamientos para una ganadería ambientalmente sustentable en el Delta del Paraná. Wetlands International. Pp 116.
- Romero, L. A., Aronna, M. S. y Cuatrin, A. 2019.** Producción estacional de materia seca, relación hoja -tallos y calidad de alfalfas multifoliadas. INTA EEA Rafaela. Disponible

en <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/produccion-estacional-materia-seca-t43469.htm>.

Rossi, C. A; De Magistris, A. A; González, G. L; Carou, N. E; De Loof, E. P. 2014. Plantas de interés ganadero de la región del Bajo Delta del Paraná (Argentina). Lomas de Zamora: Editorial UNLZ. Facultad de Ciencias Agrarias. E- book.

Skerman, P.; Cameron, D. y Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Colección FAO. Producción y Protección Vegetal. FAO. Roma, Italia. No.2, 498-503.

Ustarroz, E., Latimori, N. y Peuser, R. 1997. Módulo de Programación Forrajera. Alimentación en Bovinos para Carne. 4° Curso de Capacitación para Profesionales. EEA Manfredi, Pcia. de Cba.: 39:53.

Van Soest P.J. y Robertson, J.B. 1980. Systems of Analysis for Evaluating Fibrous Feeds. En: Pigden WJ, Balch CC, Graham M. (eds.) Standardization of Analytical Methodology in Feeds. Ottawa: International Research Development Center. p. 49-60.

Van Soest, P.J. 1982. Nutritional Ecology of the Ruminant Animal. C.U.P., Ithaca, NY.

Zallocchi, E. M. 1992. Estudio quimiotaxonómico de las especies argentinas de la subtribu phaseolinae: géneros Vigna, Phaseolus, Macroptilium y Dolichopsis, (Phaseoleae-Papilionoideae-Leguminosae). Tesis de posgrado. UBA.

Agradecimientos

A la Ing. Zoot. María Silvia Borlandelli, por su constante colaboración en los análisis de laboratorio y ante todo, por su calidad profesional y humana.

A mi director, el Ing. Zoot. (Dr.) Carlos A. Rossi y Co-Directora, la Ing. Agr. (Dra) Gabriela L. González, por ser pilares fundamentales en mi formación académica y durante todo el proceso de investigación-redacción del presente trabajo.

A la EEA INTA Delta del Paraná, por brindarme un sitio de trabajo y darme la oportunidad de aprender.

Agradecer a mis padres y a mi novia Mica por su amor, estímulo y paciencia diaria. A mi hermano Emanuel, primos, amigos, y toda la familia que supo acompañarme y se interesó durante este largo recorrido.

Por último, agradecer a mis abuelas Matilde y Nelly, que cada día y por siempre estarán en mi corazón.