



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS



*Facultad de Ciencias Agrarias*  
Universidad Nacional del Nordeste

**Trabajo Final de Graduación  
Modalidad TESINA**

**Efecto de la densidad de *Leucaena* sobre la acumulación de biomasa aérea de *Leucaena leucocephala* y *Brachiaria brizantha***

**Alumno:** Cocco Carlos Francisco

**Asesor:** Ing. Agr. (MSc) Luis Gandara

**Año:** 2022

## Resumen

En la región subtropical del norte argentino, la ganadería se desarrolla principalmente sobre pastizales, que son deficientes en proteína para la alimentación del ganado durante casi todo el año y en menor medida mediante la implantación de pasturas.

Entre las especies cultivadas en la región existen dos que se destacan por su adaptación y productividad, una de ellas es *Leucaena leucocephala*, es una especie arbórea que se busca manejar como arbustiva, cuya finalidad es aportar a la dieta animal un alto porcentaje de proteína. Otra es *Brachiaria brizantha*, una de las pasturas megatérmicas más utilizadas en la región, debido a su adaptación y persistencia en suelos ácidos y pobres, aportando principalmente fibra a la dieta. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la densidad sobre la acumulación de biomasa aérea de *Leucaena leucocephala* y *Brachiaria brizantha* cv. *Marandú*. La experiencia se desarrolló en la Estación Experimental Agropecuaria Corrientes perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, ubicada en el departamento de Empedrado, provincia de Corrientes.

En el ensayo se demarcaron parcelas de 15 m de largo y se implantaron 2 hileras apareadas de *Leucaena leucocephala* distanciadas a 1 m y diferentes anchos de callejón entre hileras apareadas de 2, 4 y 8 m. Esto generó los tres tratamientos de densidad de plantación en evaluación: 20.000 (D8), 40.000 (D4) y 60.000. En los entrelineos de la leguminosa se sembró con *Brachiaria brizantha* cv. *Marandú*. Se encontró que los mayores rendimientos de *Leucaena* se obtuvieron con las mayores densidades de la misma, de manera contraria los mayores rendimientos de pastura se obtuvieron con las menores densidades de *Leucaena*. La cantidad de forraje consumible fue igual para las tres densidades, sin embargo, la calidad de la dieta fue directamente proporcional con el aumento de la densidad de Leucaena. Ambas especies suministran una excelente fuente de alimento, sumando los beneficios que brindan los recursos silvopastoriles y servicios ecosistémicos que aportan.

**Palabras claves:** pasturas, consociación, leguminosa, gramínea.

# ÍNDICE

<b>1-Introducción.....</b>	<b>Pág 4</b>
<b>2-Características de las especies.....</b>	<b>Pág 5</b>
<i>Leucaena leucocephala.....</i>	<i>Pag 5</i>
<i>Brachiaria Brizantha.....</i>	<i>Pag 7</i>
<b>3-Objetivos.....</b>	<b>Pág 8</b>
<b>3.1Objetivos generales</b>	
<b>3.2Objetivos específicos</b>	
<b>4-Materiales y Métodos.....</b>	<b>Pág 9</b>
<b>4.1Sítio experimental.....</b>	<b>Pág 9</b>
<b>4.2Sítio experimental.....</b>	<b>Pág 9</b>
<b>4.3Preparación del Terreno.....</b>	<b>Pag 10</b>
<b>4.4Siembra.....</b>	<b>Pag 10</b>
<b>4.5Fertilización.....</b>	<b>Pag 11</b>
<b>4.6Cuidados culturales.....</b>	<b>Pag 12</b>
<b>5 Tratamiento y diseño experimental.....</b>	<b>Pag 12</b>
<b>5.1 Diseño experimental y análisis estadístico.....</b>	<b>Pag12</b>
<b>5.2 Mediciones realizadas .....</b>	<b>Pag13</b>
<b>6 -Resultados y discusiones .....</b>	<b>Pag 14</b>
<b>6.1- Producción de materia seca</b>	
<i>Brachiaria brizantha.....</i>	<i>Pag 14</i>
<i>Leucaena leucocephal.....</i>	<i>Pag 15</i>
<i>Total (Brachiaria + Leucaena) .....</i>	<i>Pag 17</i>
<b>6.3 Medición de Alturas, ramas y densidad de plantas.....</b>	<b>Pag 19</b>
<b>6.4 Evaluación de sombreo .....</b>	<b>Pag 21</b>
<b>7-Conclusiones.....</b>	<b>Pág 22</b>
<b>8-Agradecimientos.....</b>	<b>Pág 23</b>
<b>9-Bibliografía.....</b>	<b>Pág 24</b>

## **1- Introducción**

En el Nordeste argentino (NEA) la actividad ganadera se desarrolla fundamentalmente sobre pastizales naturales, con pastoreo continuo, sin suministro de forrajes ni pasturas cultivadas prácticamente (Pizzio y Royo Pallares, 1994). Una característica de estos pastizales es que están compuestos casi exclusivamente por especies estivales (Benítez et al., 2004), lo que determina una producción desuniforme de forraje a través del año. Se caracterizan por presentar un patrón de crecimiento con 5 meses de alta producción de forraje (noviembre a marzo), 4 meses con producciones medias (abril-mayo y septiembre-octubre) y finalmente 3 meses de producciones muy bajas (junio a agosto) (Pizzio et al., 2001).

Según Royo Pallarés y Goldfarb (1999), las gramíneas estivales introducidas permiten incrementar la productividad secundaria de los pastizales porque suministrarían mayor cantidad y calidad de forraje por unidad de área y estos dos factores permitirían aumentar la carga y la producción por hectárea. Es por esto que en el presente trabajo se utilizó a la forrajera *Brachiaria brizantha*, una de las pasturas megatérmicas más utilizadas en la región, debido a su adaptación y persistencia en suelos ácidos y pobres. A su vez de igual manera que los pastizales, estas pasturas presentan como característica el elevado crecimiento principalmente en primavera, verano, para declinar hasta detener su producción desde el otoño hacia el invierno.

Una de las principales limitantes presentes en los sistemas ganaderos extensivos en pastoreo, es que la calidad de los recursos forrajeros está fuertemente influenciada por la edad de rebrote disponible para los animales, donde debido al rápido crecimiento presente en los pastizales como en pasturas la oportunidad de encontrar una dieta con alto contenido de proteína dependerá exclusivamente de la época del año, biomasa de forraje (disponibilidad) y carga animal utilizada. (Fernández y otros, 1983).

Una de las principales alternativas planteadas para mejorar la performance animal es la inclusión de leguminosas en consociación con los pastizales o pasturas. (Díaz et al., 2012; Paciullo et al., 2014). Entre las especies cultivadas en la región, una de ellas es *Leucaena leucocephala*, es una especie arbórea que se busca manejar como arbustiva, cuya finalidad es aportar a la dieta animal un alto porcentaje de proteína.

Las asociaciones de gramíneas con leguminosas, se pueden definir como la interrelación armónica y equilibrada entre dos o más especies. Estas asociaciones se pueden realizar con leguminosas nativas, que se encuentran en el pastizal o con especies

introducidas y aprobadas (Sánchez, 1998). Crespo (2005) señaló que la utilización de árboles en sistemas de pastoreo mejora la productividad de las gramíneas y suele favorecer el valor nutritivo del estrato herbáceo, así como la estructura y fertilidad general de los suelos.

Establecer dicha asociación requiere de ciertos arreglos durante la siembra, con el fin de evitar competencia (que puede ocasionar desplazamiento o dominio de una de las plantas) entre las especies utilizadas, lo que permitirá poder mantenerlos totalmente estables en la pradera en tiempo y espacio.

La asociación de gramíneas con leguminosas, representa una opción económica, para mejorar la producción animal en las regiones tropicales (Sánchez, 1998 ; Hess y Lascano, 1997).

En décadas pasadas, varios pastos mejorados y especies de leguminosas fueron evaluadas como una estrategia para superar este problema (Goldfarb et al. 1993; Goldfarb et al, 1994; Goldfarb y Casco 1998) con *Leucaena leucocephala* (*Leucaena*) mostrando clara potencial.

## 2- Características de las especies

### • *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit subsp. *Glabrata*

Es un árbol o arbusto caducifolio, de 3 a 6 m (hasta 12 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de hasta 25 cm originario de América tropical (sur de México). Su copa redondeada, ligeramente abierta y rala; mientras que sus hojas son alternas, bipinnadas, de 9 a 25 cm de largo, verde grisáceas y glabras; folíolos 11 a 24 pares, de 8 a 15 mm de largo, elípticos y algo oblicuos. El tronco es usualmente torcido y se bifurca a diferentes alturas. Las ramas son cilíndricas ascendentes. Desarrolla muchas ramas finas cuando crece aislado. La corteza es externa lisa a ligeramente fisurada, gris-negruzca, con abundantes lenticelas longitudinales protuberantes. Las flores son cabezuelas, con 100 a 180 flores blancas, de 1,2 a 2,5 cm de diámetro; flor de 4,1 a 5,3 mm de largo; pétalos libres; cáliz de 2,3 a 3,1 mm. Con respecto a los frutos son vainas oblongas, estipitadas, en capítulos florales de 30 o más vainas, de 11 a 25 cm de largo por 1,2 a 2,3 cm de ancho, verdes cuando tiernas y cafés cuando maduras; conteniendo de 15 a 30 semillas. Las semillas son ligeramente elípticas de 0,5 a 1 cm de largo por 3 a 6 mm de ancho, aplanadas, color café brillante, dispuestas transversalmente en la vaina. La semilla está

cubierta por una cera que retarda la absorción de agua durante la germinación. Posee una raíz profunda y extendida. La raíz primaria penetra en las capas profundas del suelo y aprovecha el agua y los minerales por debajo de la zona a la que llegan las raíces de muchas plantas agrícolas.

Esta leguminosa tolera el pastoreo, es muy palatable y tiene un alto valor nutricional para el ganado con contenidos de proteína bruta de 20 a 27% y digestibilidad de 60 a 70 %. Además, puede fijar nitrógeno del aire gracias a sus nódulos que se forman por la asociación con bacterias del género *Rhizobium* y *Bradirhizobium* (Zárate, 1987)

La implantación puede realizarse de forma pura en un cultivo denso como banco de proteína o en franjas consociada con gramíneas. La densidad y métodos de siembra dependen de la finalidad de la explotación y puede ser en bloques compactos para corte o pastoreo (requiriendo de 15 a 20 kg de semilla/ha), en franjas como pradera mixta de pastoreo empleando de 6 a 10 kg de semilla/ha (Pérez, 1979).

Crece y se desarrolla en lugares donde las precipitaciones varían entre 500 y 3.000 milímetros, adaptándose bien a diferentes tipos de suelo que tengan buen drenaje (Barrantes, 2005). Donde las heladas son leves, el daño consiste en la pérdida de algunas o todas las hojas, pero con el aumento de la temperatura entre heladas, hay un rápido rebrote que puede ser aprovechado por los animales.

La determinación del momento de la cosecha en base a la altura de la planta no está totalmente definida; sin embargo, Kinch y Ripperton (1962) mencionan que es conveniente cosechar cuando la planta alcance 1 a 1,2 m para obtener una mejor calidad del forraje y eficiencia en el manejo de la cosecha. Oakes y Skov (1962) sugieren cortar cuando se tenga entre 1 y 1,5 m de altura, así mismo, Herrera (1967) encontró las mayores producciones cortando a 1,5 m.

Cuando se evaluó la Leucaena como banco de proteína y sembrado en pastizales naturales o establecido con pastos sembrados, ha mostrado un excelente potencial al aumentando la productividad de estos sistemas (Gándara et al., 1986; 1993).

Algunas investigaciones indican que el dosel de los árboles, y la sombra per se crea condiciones de microclima que inciden positivamente en el comportamiento del ganado, como incremento del tiempo dedicado a pastorear y rumiar, baja el consumo de agua, mejora sus procesos de termorregulación, incrementa el consumo voluntario de forraje, baja en la mortalidad de animales jóvenes (mejor condición corporal y producción de leche de las madres y mejor respuesta inmunológicas a enfermedades) y mejoras en el

comportamiento reproductivo del hato, entre otros, que se reflejan en la productividad de los animales (Blackshaw and Blackshaw, 1994).

Esta especie fue introducida en la década de 1970 en Corrientes, mostrando buena adaptación a las condiciones ambientales. Cuando se evaluó la *Leucaena* como banco de proteína y sembrado en pastizales naturales o establecido con pastos sembrados, ha mostrado un excelente potencial al aumentando la productividad de estos sistemas (Gándara et al. 1986; 1993). Sin embargo, estas evaluaciones se realizaron utilizando densidades de leucaena mucho más bajas que las recomendadas para maximizar el rendimiento buscando un stand de 26.667 plantas por ha. (Pachas et al. 2018).

#### • *Brachiaria brizantha*

Es una es una especie herbácea del orden Poales, Familia Poaceae, Subfamilia Panicoideae, Tribu Paniceae. Se caracteriza por ser una gramínea de verano perenne, apomictica, macolladora, muy foliosa, crece en forma de matas bien definidas, cespitosa con tallos erectos o sub-erectos, su porte va de 1,0 - 1,5 metros de altura. Es una especie tiene raíces profundas lo que le permite sobrevivir bien durante períodos de sequía de hasta cuatro meses, manteniéndose verde y con cierto crecimiento. Se adapta a suelos bien drenados de media a alta fertilidad, pero también persiste en suelos arenosos, pobres, pero no en los arcillosos. Requiere suelos con pH 5,0 o mayor, y aunque soporta la acidez, esta no debe ser extrema. No tolera el suelo encharcado o saturado de humedad por un período prolongado. Crece con temperaturas superiores a 19°C, en primavera, verano y otoño, concentrando su floración a fines de abril e inicios de mayo. Es muy sensible al frío y heladas, pero con el aumento de la temperatura, tiene alta capacidad de rebrote. En nuestro país se recomienda en el noreste de Santa Fe, centro – norte de Corrientes, centro y este de Chaco, Formosa y en toda la provincia Misiones.

En el noroeste de Corrientes, con condiciones edáficas más limitantes, la productividad puede ser de 4,2-6,2 TnMS/año. Sus características son favorables a la adaptación a las condiciones ambientales más difíciles y a una variedad de sistemas de cultivo y manejo. Existe una gran cantidad de variedades o genotipos de *Brachiaria* que pueden tolerar bien el pastoreo, diferentes niveles de humedad y diferentes niveles de acidez o salinidad del suelo y que tienen un valor nutricional aceptable en comparación con las leguminosas (Avellaneda et al., 2008; Rincon et al., 2008). Según informes de Clayton y Kabuye

(1996), Lascano et al., (2002); Guevara et al., (2002), algunos materiales de esta especie toleran suelos de baja fertilidad.

La digestibilidad de la materia seca promedio es de 66 % con un rango de 56 % a 75 %. Durante la estación de crecimiento el porcentaje promedio de proteína bruta es de 7 %, con un rango de 4 a 13 % de acuerdo con la edad de rebrote y la fertilización o calidad del suelo (Diaz et al., 2012; Paciullo et al, 2014). No se observaron ataques de insectos y enfermedades que afecte el rendimiento o comprometan la supervivencia de las plantas. Esta especie forrajera es resistente la chicharrita o salivazo (Homoptera cercopidae) (Ferrufino y Lapointe, 1989).

Según Cuartas et al. (2014) existe un efecto positivo para la gramínea cuando se asocia con la leguminosa, ya que se incrementa la proteína y se reduce la FDN en la misma, lo que ocasiona menor llenado ruminal y por consiguiente, mayor consumo (Barahona y Sánchez 2005).

## **3-Objetivos**

### **3.1 Objetivo general:**

Evaluar el efecto de la densidad de arbustos de *Leucaena leucocephala* sobre la acumulación de biomasa aérea de la misma y de *Brachiaria brizantha* (cv.*Marandú*.)

### **3.2 Objetivos específicos:**

\*Determinar el efecto de la densidad arbustos de *Leucaena leucocephala* sobre la altura, numero de ramas, brotes y número de plantas de los mismos.

\*Evaluar el efecto de la densidad de arbustos de *Leucaena leucocephala* sobre la producción de biomasa aérea y la altura de plantas de *Brachiaria brizantha* (cv.*Marandú*.)

## 4- Materiales y métodos

### 4.1 Sitio experimental

El estudio se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria (INTA EEA Corrientes) en Corrientes Provincia, Argentina ( $27^{\circ}40'25.84\text{ S}$ ,  $58^{\circ}45'13.59\text{ W}$ ). El suelo en el sitio se caracteriza como un suelo Argiudol Aquico (pH: 5.9; OM: 1,93%; P: 2 ppm) (Figura 1).

En lo que respecta al clima es subtropical sin estación seca. La temperatura media anual máxima de  $25^{\circ}\text{ C}$  y una temperatura media anual mínima de  $6^{\circ}\text{ C}$ . La temperatura media anual de la provincia es de  $21^{\circ}\text{ C}$  y las precipitaciones son abundantes y oscilan entre los 950 y 1400 mm anuales, que decrecen de noreste a sudoeste con escasas variaciones diarias. Los periodos lluviosos se dan especialmente en los equinoccios de otoño y primavera, siendo el invierno y el verano las estaciones más secas del año Köppen-Geiger 1900.



**Figura 1:** Imagen satelital de la EEA Corrientes del INTA, resaltado en amarillo la ubicación de la parcela donde se realizó el ensayo.

### 4.2 Condiciones del tiempo durante el ensayo

Los registros climáticos (temperatura y humedad) utilizados durante el desarrollo del trabajo se tomaron por medio de una estación meteorológica automática NINBUS ubicada en la estación experimental de INTA Corrientes. Las precipitaciones mensuales registradas durante el período de estudio y la temperatura media mensual son presentadas en la Tabla n°2. Las precipitaciones estuvieron por debajo del promedio histórico, logrando compensar el déficit entrando al otoño, sin embargo, el descenso de la temperatura como factor concluyente en la velocidad de crecimiento de los vegetales también descendió entrando el otoño.

**Tabla N°2:** Precipitación mensual (mm) y temperatura media mensual (°C) en INTA EEA Corrientes. 01/11/2020- 31/05/2021

	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY
Precipitaciones (mm) 2020-2021	161	53	43,8	19	51	194,4	597
Precipitaciones (mm) HISTORICO	145,9	133,0	140,4	128,7	154,4	121,8	229,8
Temperatura (°C) Promedio 2020-2021	25,1	26	27	25,6	24,8	21,9	16,3
Temperatura (°C) Promedio. HISTORICO	23,2	15,6	27,1	26,4	24,7	21,6	19,5

#### 4.3 Preparación del terreno

La parcela se localizó en una medialoma, con pendiente hacia el Río Paraná, a una distancia de 3 km aproximadamente. Anterior al emplazamiento del ensayo, el lote era destinado a pastoreo de ganado bovino.

Se efectuó una labranza primaria mediante el uso de rastra de discos, posteriormente se efectuó la pasada de un paratil, para eliminar piso de arado o compactación que pudiera impedir el normal crecimiento y desarrollo de las plantas.

#### 4.4 -Siembra

La siembra de Leucaena fue manual a chorillo continuo a razón 75 a 100 grs de semilla metro lineal en octubre de 2016. La densidad de plantas buscadas fue de 10 plantas por metro lineal, posicionando una cantidad de 15 a 20 semillas por metro. Se demarcaron parcelas de 15 m de largo, así se implantaron 2 hileras apareadas distanciadas a 1 m y diferentes anchos de callejón entre hileras apareadas de 2, 4 y 8 m (Figura 2,3 y 4). Esto generó los tres tratamientos de densidad de plantación en evaluación: 66667 (D2), 40000 (D4) y 22222 (D8), plantas de Leucaena/ha, respectivamente. Estas tres configuraciones generan diferentes espacios libres de Leucaena, a esta de área la denominaremos superficie útil del callejón (Tabla 1).

En octubre de 2017 se emparejó a 1 m de altura todas las plantas de leucaena. En este momento se preparó el suelo de los callejones mediante la aplicación de un herbicida total, de manera de eliminar la competencia de malezas. Posteriormente se laboreo el suelo mediante el uso de una rastra tres puntos, hasta donde la longitud de los callejones lo permitiera. En el caso del distanciamiento a 2 m se lo laboreo de manera manual. Posteriormente se procedió a la siembra de la pastura *Brachiaria brizantha*. La siembra

fue convencional utilizando los kg de semillas necesarios para obtener 25 plantas/m<sup>2</sup> (7-12 kg semillas/ha). Se sembraron surcos separados a 0,20 m.



**Figura n°2a**

**Figura n°2b**

**Figura n°2c**

**Referencias:** Germinación y emergencia de la especie *Leucaena leucocephala*. Figura n°2a: Germinación 22/10/16 - 6 días desde la siembra. Figura n°2b: 05/11/16 - 22 días después de la siembra. Figura n°2c: 20/11/16 - 41 después de la siembra.

**Tabla N°1.** Marcos de plantación para generar diferentes densidades de plantas para la implantación de Leucaena consociada con callejones de 2 (D2), 4 (D4) y 8 (D8) metros.

	D2	D4	D8
Número de hileras juntas (cantidad)	2	2	2
Distancia entre hileras sembradas (metros)	1	1	1
Distancia entre plantas en la hilera (metros)	0,15	0,15	0,15
Distancia del callejón (metros)	2	40	8
Proyección del efecto de la copa (metros)	1	1	1
Densidad de la plantación (plantas/ha)	66.667	40.000	22.222
Metros lineales de Leucaena/ha	6667	4000	2222
Superficie útil del callejón (Estimado según proyección de la copa)	0%	40%	67%

#### 4.5 -Fertilización:

Como todas las leguminosas, *Leucaena* se ve favorecida con suelos con disponibilidad del elemento fósforo (P). Como el suelo donde se realizó el ensayo presenta valores de P por debajo de 3 ppm, es necesario planificar una fertilización. Por esto en el mes de octubre del 2020 se efectuó la aplicación al voleo de 100 kg de urea y 120 kg. de fosfato diamónico.

#### 4.6- Cuidados culturales

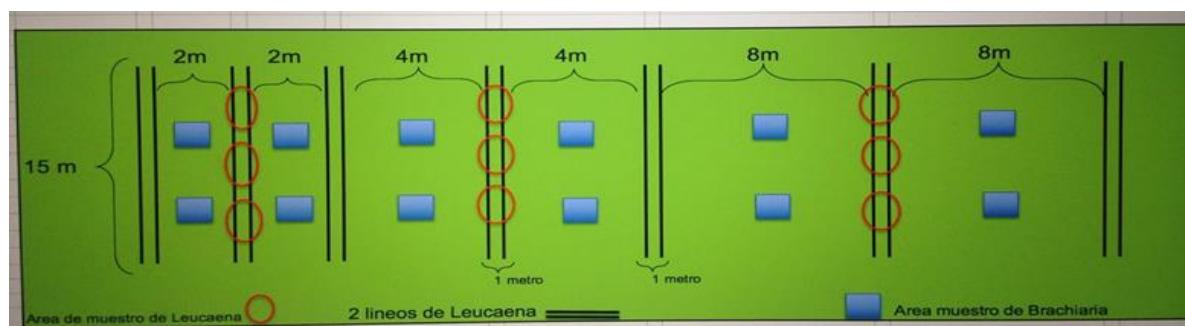
Durante todo el año fue necesario evaluar la condición de las plantas, siendo imprescindible recorrer la parcela diariamente para erradicar hormigas que puedan provocar defoliación y posteriormente la consecuente disminución del stand de plantas. En la tesis se utilizó cebo tóxico tipo Mirex en los caminos de las hormigas.

Cuando las plantas son pequeñas también es importante limitar la competencia de las malezas junto a la hilera, para esto fue necesario carpír o aporcar con asada, además al eliminar malezas, por medio de una ruptura del suelo genera un beneficio a las plantas de Leucaena por la aireación que se genera.

### 5- Tratamiento y diseño experimental

#### 5.1 Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño utilizado fue en bloques completos al azar donde el factor a evaluar son las tres densidades de plantación (D8, D4 y D2), con 3 repeticiones. Cada parcela tenía 15 m de largo y 42 m de ancho. Los datos se analizaron con el análisis de la varianza y las medias fueron comparadas con el test de Tukey ( $p<0,05$ ). Se utilizó el programa InfoStat®.



**Figura N°3.** Croquis del ensayo. En líneas negras se representa las plantas de Leucaena y en verde la pastura (*Brachiaria brizantha*). Con círculos rojos se representa el área de evaluación de Leucaena y en cuadros celeste el área de evaluación de la pastura como así también de toma de datos con ceptómetro.

## **5.2- Mediciones realizadas**

Las tareas realizadas en esta tesis iniciaron en agosto de 2020 con el corte de emparejamiento tanto de la *Leucaena* como, de *Brachiaria brizantha cv Marandú*.

### ***Leucaena leucocephala***

#### **Evaluación de la altura y número de plantas**

a. Previo al corte, se contabilizó el número por metro lineal y número de ramas o rebrotos generados. En ese mismo momento también se midió la altura de las mismas.

#### **Evaluación de la acumulación de biomasa aérea (ABA)**

b. Para la evaluación de la acumulación de biomasa aérea (ABA) se ejecutó cuando las plantas alcanzaron una altura promedio de 2 metros, esta decisión fue tomada debido que es una altura recomendada en trabajos de pastoreo (Gándara, y col, 1986) para que las plantas no se pasen de altura (accesibilidad y alcance por partes del ganado bovino) y después pase a ser un problema para su control. Se realizaron tres cortes, 17 de diciembre 2020, 1 de marzo 2021 y 29 de julio de 2021. El corte se realizó a 1 m del suelo con tijera de mano. Posteriormente, en laboratorio se efectuó el pesaje de la muestra y la separación de hojas y tallos de diámetro inferior a 2mm. Luego las muestras se llevaron a estufa hasta peso constante para determinar materia seca.

### ***Brachiaria brizantha (cv.Marandú.)***

#### **Evaluación de la acumulación de biomasa aérea (ABA)**

En el caso de *Brachiaria brizantha* se efectuaron tres mediciones, el 17 de diciembre 2020, 1 de marzo 2021 y 29 de julio de 2021. En las mismas se tomó altura de las plantas, se procedió con el método de corte y pesada realizando cortes con tijera a 10 cm del suelo, tomando muestras de  $0,25\text{m}^2$ . Las mediciones de altura y cortes se efectuaron con tres repeticiones en cada tratamiento.

Posteriormente, en laboratorio se efectuó el pesaje de la muestra y la separación llevándose a estufa el material fresco para de esta manera obtener materia seca.

La intercepción de radiación fotosintéticamente activa (interceptación de luz - LI) de la gramínea se determinó en cada corte midiendo luz incidente en el cielo abierto (OS) en el medio, próximo y dentro de las líneas de *Leucaena* con un ceptómetro (Cavadevice, Buenos Aires, Argentina) y se expresó como porcentaje de sombra utilizando la siguiente

expresión: % de sombra = 100 (OS - IR). Las mediciones de LI se tomaron en un día soleado entre 11:00 h y 13:00 h. Se registraron treinta mediciones dentro de cada parcela colocando la ceptómetro a lo largo de una transecta.

## 6- Resultados y discusión

### 6.1- Producción de materia seca.

- **Gramínea: *Brachiaria brizantha***

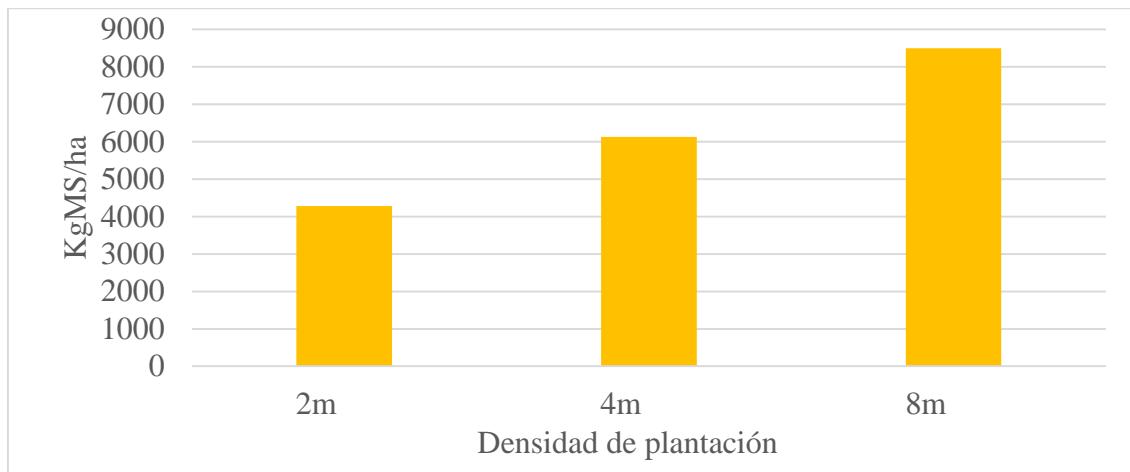
A continuación, en la tabla N°3 y figura N° 6 se presentan los resultados obtenidos donde se observan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos. La producción más alta se registró en D8 con 8.496 kgMS/ha, esto se atribuye a que la capacidad productiva de una comunidad vegetal, depende de su capacidad de realizar fotosíntesis. De esta manera, el potencial de crecimiento de las plantas variará de acuerdo a la proporción de luz interceptada por la comunidad y a la radiación que se pierda hacia el suelo, según la densidad de plantación de la especie arbustiva utilizada (Rhodes, 1973). El tratamiento D4 obtuvo una producción de 6.127,2 kgMS/ha. Por último, el tratamiento con una menor producción fue D2 de 4.277,7 kgMS/ha . Esto se relaciona con el efecto de sombreo que ejerce la leguminosa de mayor porte, ya que, al interceptar un mayor porcentaje de radiación, no permite un normal crecimiento de la gramínea, además de la competencia por los recursos tanto agua y nutrientes que existe a una mayor densidad de plantas de Leucaena por hectárea. Otro factor que influye en una mayor producción de la gramínea a mayor distanciamiento entre callejones es que existe una mayor cantidad de plantas por hectárea, aportando de esta manera a una mayor producción de kilos de materia seca por hectárea.

Además, es importante mencionar el beneficio que genera la consociación con respecto a la gramínea, ya que el microclima que producido por el conopeo de la leguminosa de mayor porte redujo notoriamente el daño por heladas. Este comportamiento, aunque obedece a múltiple factores como interacción árbol-gramínea, condiciones de suelo y clima, grado de modificación del microclima y micronutrientes del suelo, ha sido relacionado con la cantidad y calidad de luz sobre el pastizal y el grado de tolerancia de la gramínea a la sombra (Obispo et al., 2013).

**Tabla N°3:** Producción de materia seca (kgMS/ha) de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú en los diferentes periodos de evaluación y según los tratamientos de densidad de plantación.

		PASTURA					
Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3		Total* (KgMS/ha)	±EE
Oct-Nov-Dic (KgMS/ha)	±EE	Ene-Feb- Mar (KgMS/ha)	±EE	Abr-May-Jun (KgMS/ha)	±EE		
D2	1980c	68,5	1327,5c	59,5	1080c	37,4	4277,7 c
D4	2531,7b	105,4	1890b	65,4	1687,2b	50,6	6127,2 b
D8	3404,7a	141,8	2832a	127	2220a	66,6	8496 a

\*Letras distintas en la columna indican diferencias significativas entre tratamientos de densidad según test de tukey p<0,05.



**Figura N° 4:** Producción de materia seca (kgMS/ha) total de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú según los tratamientos de densidad de plantación.

- **Leguminosa: *Leucaena leucocephala***

Los resultados obtenidos figuran en la tabla 4 y figura 7. Se registraron diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en los tratamientos donde D2 registró 6571,2 kgMS/ha relacionado posiblemente a una mayor densidad de plantas por hectárea (44.444 plantas/ha). Además, el caso de D2, esta alta producción de biomasa aérea nos permite una alta provisión de proteína como recurso forrajero pudiendo ser utilizada como banco de proteína. No obstante, de acuerdo con Vega y Lamela (2003) se debe profundizar la investigación en aspectos como el efecto de la densidad de árboles que puede influenciar la disponibilidad de forraje, debido a una disminución en la persistencia de las gramíneas mejoradas como producto de una menor penetración de los rayos solares en el estrato herbáceo.

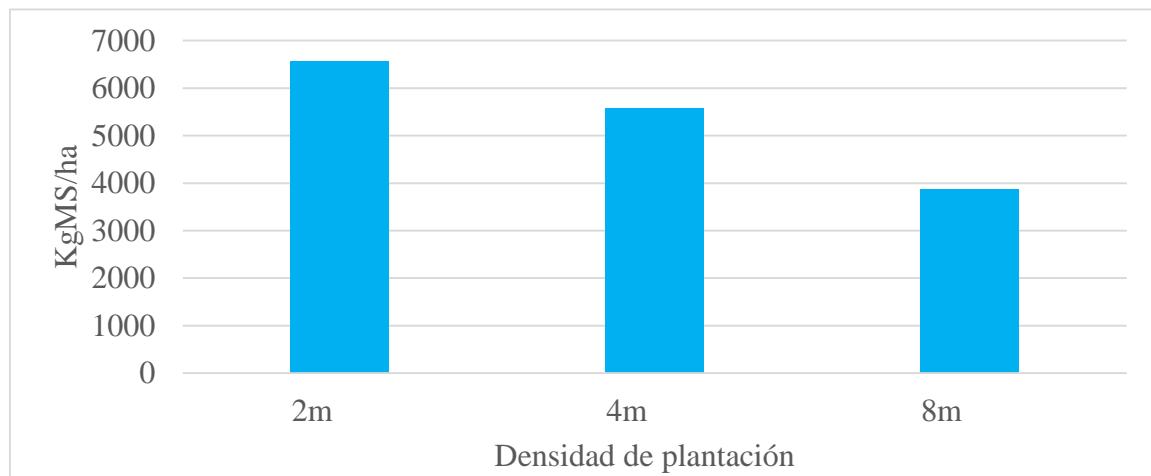
En el tratamiento (D4) se obtuvo una producción intermedia con respecto a los tres anchos evaluados, con una producción de 5580 kgMS/ha. El tratamiento con menor producción

de KgMS/ha fue el tratamiento de ancho de callejón de 8m (D8) obteniendo una producción de 3870 KgMS/ha. Esto puede atribuirse a que la producción en MS, disminuyó al disminuir la densidad de plantación, debido a un menor número de plantas por hectárea (Olivares, 1986). Esta disminución progresiva a medida que aumenta el ancho del callejón se debe en primera medida a que en distanciamientos menores es decir en el de 2 m existe una mayor densidad de plantas de leguminosas por ha con valores de hasta 44.444 plantas por ha, y ocupando de 6.667 metros lineales en la misma, mientras que en el tratamiento de ancho de callejón de 4 metros se logran densidades de 26.667 plantas por ha ocupado a su vez, 2.222 metros lineales, mientras que en anchos de callejón superior, es decir en el de 8m. contamos con 14.815 plantas por ha. Todo lo antes expuesto nos indica que a mayor densidad, se obtiene un mayor aporte de MS/ha.

**Tabla N°4:** Producción de materia seca (kgMS/ha) de *Leucaena leucocephala* en los diferentes periodos de evaluación y según los tratamientos de densidad de plantación.

		LEUCAENA					
Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3		Total* (KgMS/ha)	±EE
oct nov dic (KgMS/ha)	±EE	ene feb mar (KgMS/ha)	±EE	abr may jun (KgMS/ha)	±EE		
D2	3.055,5a	127,3	1.920,6a	80	1.530a	53	6.571,2 a
D4	2.124b	95,2	1.953,6b	58,6	1.396,8b	58,2	5.580 b
D8	1.332c	40	1.509,6c	45,3	990c	34,2	3.870 c

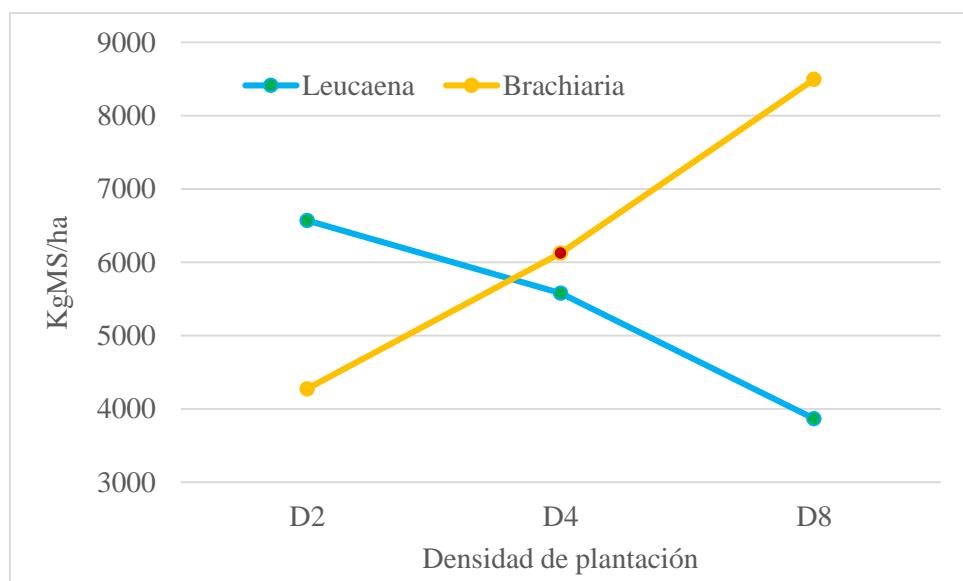
\*Letras distintas en la columna indican diferencias significativas entre tratamientos de densidad según test de tukey p<0,05.



**Figura N° 5:** Producción de materia seca (kgMS/ha) total de *Leucaena leucocephala* según los tratamientos de densidad de plantación.

- **Producción Total: Gramínea + Leguminosa**

Los resultados obtenidos figuran en la tabla 5 y figura 8. Como se vio anteriormente existe una incidencia del ancho de callejón en la producción de biomasa de ambos recursos forrajeros. Desde el punto de vista de la gramínea, se observa que la notoria incidencia produce el sombreado y competencia por recursos a menor ancho de callejón (D2), lográndose producciones superiores en KgMS/ha a medida que el ancho del callejón aumenta, debido a una menor competencia por los recursos, y por existir una mayor densidad de la gramínea. En el caso de la Leguminosa (*Leucaena leucocephala*), a menores distanciamientos (D2) se obtuvo una mayor producción de forraje, esto relacionado a una mayor densidad de plantas por hectárea. Mientras que al aumentar el distanciamiento la producción de la leguminosa disminuía. En síntesis, la producción de Leucaena se relacionó con la densidad de plantación inicial y los rendimientos más altos ocurrieron a la densidad más alta, es decir, el espacio entre hileras más estrecho, mientras que la producción del pasto fue inversamente proporcional a la densidad de leucaena (figura 8).



**Figura 6.** Producción Total (kgMS/ha) del cultivo de *Leucaena* y de *Brachiaria* según la densidad de plantación. Ancho de callejón de 2 metros (D2). Ancho de callejón de 4 metros (D4). Ancho de callejón de 8 metros (D8).

Sin embargo, al evaluar ambas forrajeras por igual, sumando el aporte de producción de KgMS/ha no se obtuvieron diferencias significativas en los tres tratamientos ( $p < 0,05$ ) es decir, el forraje total de la pastura de leucaena-brachiaria fue independiente de la configuración de plantación, y solo varió la proporción de leguminosas y gramíneas junto

con el espacio entre hileras (Tabla 5, Figura 9). Con un espaciamiento estrecho entre hileras, la biomasa del pasto disminuyó, presumiblemente debido principalmente al aumento de la sombra y, en menor medida, a la competencia por los nutrientes y posiblemente el agua, ya que se registraron altas precipitaciones en parte del experimento. Por ejemplo, en el caso del ancho de callejón de 2m (D2), la mayor producción en KgMS/ha de la leguminosa, compensa la va producción de la gramínea. Pachas et al. (2018) también informaron que una mayor biomasa de leucaena y una biomasa reducida de pasto se asociaron con una mayor densidad de leucaena. Mientras que en el ancho de callejón de 8m (D8) el menor aporte generado por la leguminosa se compensa con la alta producción en KgMS/ha generada por la gramínea. A un distanciamiento de 4m (D4) es proporcional la producción de biomasa en ambas pasturas, ya que no existe una disminución del crecimiento de la otra por conopeo excesivo, tal como es representado en la Figura N°9. Lo cual nos lleva a optar por este marco de plantación tipo silvopastoril si se busca una dieta balanceada para el rodeo, aprovechando el aporte de ambas pasturas.

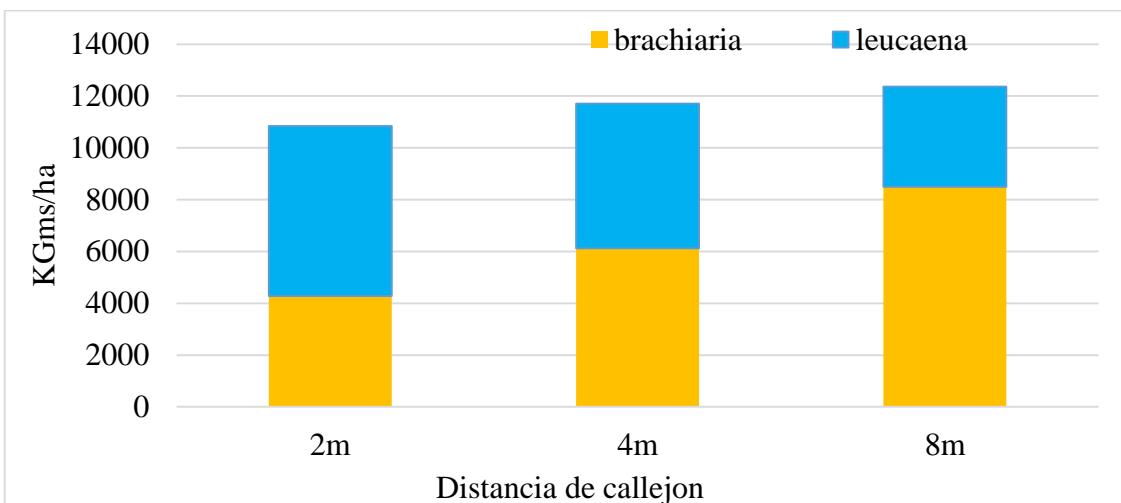
Según Pavetti (1999), Peri (1999) y Lacorte (2004), la incorporación del componente forestal no solo favorece el desarrollo de la forrajera, sino que también mejora el confort animal y los índices productivos del rodeo. El aumento en la carga animal y producción de carne fue asociado a una mayor receptividad de la superficie ganadera producto del reemplazo de especies de menor productividad y calidad por forrajerias con un mayor potencial productivo como *Brachiaria brizantha* cv Marandú y de la combinación con especies de mayor porte cultivadas, en el caso de este trabajo *Leucaena leucocephala*.

La alta producción primaria obtenida en este experimento sugiere que se puede esperar que los animales que pastan en las consociación *Leucaena- Brachiaria* logren mayores ganancias de peso vivo, o que se puedan manejar una mayor carga animal en comparación con ambientes con especies forrajerias nativas. Se necesitan estudios de pastoreo para confirmar estas hipótesis, aunque Gándara et al., (1986) en un estudio de 2 años mostró un incremento del 171% en la producción de carne (ganancia de kg de PV/ha/año) cuando el ganado de carne pastoreaba pastos de leucaena (*L. leucocephala* + *Digitaria decumbens*) en comparación con un pasto naturalizado de *Sorghastrum agrostoides*, *Paspalum notatum*, *Paspalum plicatulum* y *Paspalum urvillei*.

**Tabla N°5:** Producción de materia seca (kgMS/ha) de *Brachiaria brizantha* y *Leucaena leucocephala* según los tratamientos de densidad de plantación.

	Periodo 1		Periodo 2		Periodo 3		total (KgMS/ha)	±EE
	oct nov dic (KgMS/ha)	±EE	ene feb mar (KgMS/ha)	±EE	abr may jun (KgMS/ha)	±EE		
<b>D2</b>	5061,6a	151,9	3330a	115,4	2575,2a	77,33	10737,9 <sup>a</sup>	447,3
<b>D4</b>	4706,4a	141,3	3870a	134,1	3055,5a	127,3	11593,5 <sup>a</sup>	519,8
<b>D8</b>	4860a	168,3	4351,2a	130,7	3142,8a	130,9	12134,7 <sup>a</sup>	505,5

\*Letras distintas en la columna indican diferencias significativas entre tratamientos de densidad según test de tukey p< 0,05.



**Figura N° 7:** Aporte en kgMS/ha en el total de la gramínea *Brachiaria brizantha* y la leguminosa *Leucaena leucocephala* según los tratamientos de densidad de plantación. Ancho de callejón de 2 metros (D2). Ancho de callejón de 4 metros (D4). Ancho de callejón de 8 metros (D8).

## 6.2 Medición de Alturas en ambas especies, y densidad de plantas en Leucaena

La medición de densidad en plantas de la leguminosa se efectuó mediante la contabilización de plantas en el metro lineal, esto se efectuó en varias repeticiones dando como un valor promedio la cantidad de 10 plantas por metro lineal, valor que se recomienda para este tipo de ensayos.

En lo que respecta a las mediciones de alturas de plantas de ambas especies, se observa el efecto que generó el canopeo de la Leguminosa, sobre la gramínea en los tratamientos de menor (2m.) y mayor distanciamiento (8m.).

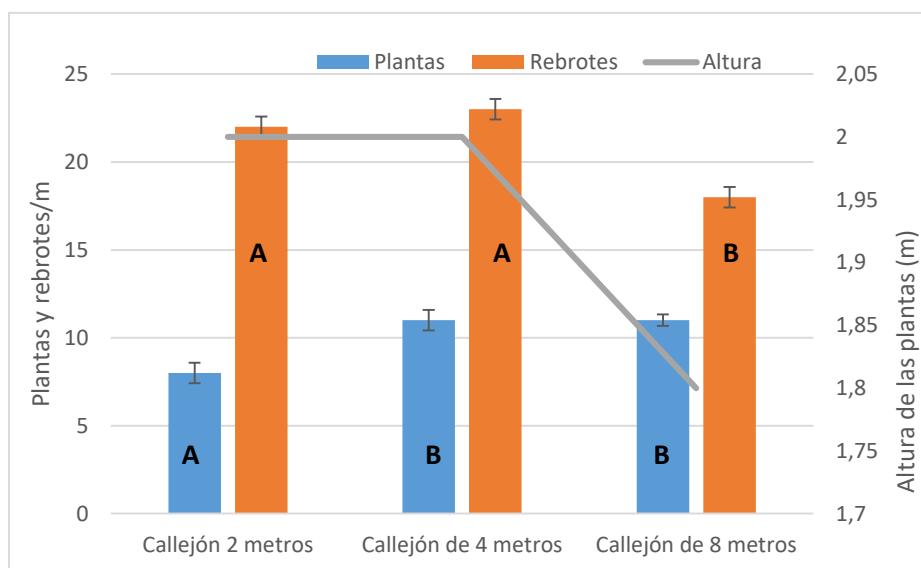
Se obtuvo valores en altura menores en la gramínea en el menor ancho de callejón relacionado con el efecto de sombreo que ejerce la leguminosa de mayor porte, ya que, al

interceptar un mayor porcentaje de radiación, no permite un normal crecimiento de la misma, además de la competencia por los recursos tanto agua y nutrientes.

Sin embargo, en el distanciamiento de callejón de 4 metros en los tres periodos se obtuvo una mayor altura de corte de la gramínea, relacionada a un óptimo distanciamiento gramínea - leguminosa. Con respecto a la leguminosa las alturas variaron en los diferentes periodos debido a factores climáticos y lumínicos. El aumento de este indicador puede ser reflejo de modificaciones en las dimensiones y la forma de las hojas de las plantas, en respuesta a las alteraciones de luminosidad. Las hojas de sombra, normalmente, son mayores en longitud y ancho y también son más delgadas que las producidas bajo elevadas intensidades luminosas (Pentón, 2000).

**Tabla N°6:** Medición de alturas de las forrajerías *Brachiaria brizantha* y *Leucaena Leucocephala*.

	Periodo 1	Altura m	Periodo 2	Altura m	Periodo 3	Altura m
BRACHIARIA	Callejón 8	0.45	Callejón 8	0.80	Callejón 8	0.55
	Callejón 4	0.55	Callejón 4	0.95	Callejón 4	0.65
	Callejón 2	0.40	Callejón 2	0.95	Callejón 2	0.65
LEUCAENA		2.2		2.3		1.9



**Figura N°8:** Número de rebrotos, plantas y altura de las plantas de *Leucaena leucocephala* según los tratamientos de densidad de plantación. Letras distintas en las barras indican diferencias significativas entre tratamientos de densidad según test de tukey  $p < 0,05$ .

### **6.3 Evaluación de sombreo**

Los resultados de sombreo en el tratamiento de mayor densidad de *Leucaena* alcanzaron valores del 75% de sombra (callejones de 2 metros), esto indica la incidencia que existe en las altas densidades de la forrajera de mayor porte, generando un mayor canopeo en anchos de callejones angostos. Debe señalarse que el desarrollo del dosel del árbol puede afectar la productividad y la composición botánica de la pradera (Ruiz et al. 2003).

Para el tratamiento con callejones de 4 metros fue del 55% de sombra por la proyección de las copas de *Leucaena*. Esta densidad de arbustos podría ser el límite máximo permitido para lograr valores altos de ambas especies. Pachas 2017 encontró que la tolerancia a la sombra de las gramíneas en una consociación de tipo silvopastoril es de un 50% de sombra, información obtenida mediante ensayos con Pasto Jesuita gigante (*Axonopus catarinensis*).

En el tratamiento de callejones de 8 metros, el porcentaje de sombreo fue del 25%, esto debido que al existir un mayor ancho de callejón, la intercepción lumínica por parte de la especie de mayor porte es mucho menor. Estos valores de sombra son muy importantes para el desempeño y persistencia del recurso forrajero ya que nos sirven como parámetros para tener en cuenta al momento de efectuar la implantación de las forrajerías, optando por el marco más adecuado teniendo en cuenta el objetivo al cual se desea llegar en términos de mayor o menor necesidad de proteína bruta.

El sombreado aumenta con densidades mayores es decir con anchos menores de callejón, y esto influye en la cantidad de luz interceptada por las hojas, las tasas fotosintéticas y los rendimientos de materia seca. La gramínea disminuye su crecimiento y su sistema radicular pierde desarrollo, reduciendo la exploración del suelo, con lo que baja su capacidad para utilizar agua y minerales (Donald, 1963; citado por Olivares, 1986).

## 7- Conclusiones

Los mayores rendimientos de *Leucaena* se obtuvieron con las mayores densidades de plantas. De manera contraria los mayores rendimientos de *Brachiaria brizantha* se obtuvieron con las menores densidades de *Leucaena*. Dejando en evidencia la influencia del sombreo generado en altas densidades de la leguminosa como se observó en el ancho de callejón de 2 metros de ancho.

Sin embargo el ancho de callejón óptimo donde se puede maximizar la consociación gramínea – leguminosa es en el tratamiento de 4 metros, ya que ambas forrajeras pueden desarrollarse en forma adecuada.

La cantidad de forraje consumible, considerando ambas especies, fue igual para las tres densidades, sin embargo, la el aporte de proteína en la dieta fue directamente proporcional con el aumento de la densidad de *Leucaena*.

La presente tesina, fue útil para evaluar el manejo de la densidad de siembra de *Leucaena*, consociada con una pastura megatérmica. De esta manera obtener información sobre el rendimiento de ambas forrajeras y su interacción, de esta manera lograr diseños de plantación que permitan potenciar la producción tanto primaria como secundaria y pensar en el impacto sobre los servicios ecosistémicos que puedan brindar, principalmente en lo que respecta al bienestar animal.

## Agradecimientos

Todo el trabajo realizado fue posible gracias al apoyo incondicional de mis asesores, los Ingenieros de la EEA INTA el Sombrero: Luis Gándara y Mercedes Pereira, que sin su acompañamiento y asesoramiento este trabajo no se hubiera desarrollado. A mis compañeros pasantes que con su ayuda las tareas de tomas de datos pudieron desarrollarse de forma eficaz.

Y principalmente a mi familia, mi padre y a madre, hermanas y novia, que me brindaron su apoyo, y a mis amigos, que me dieron su contención.

Nada de esto hubiera sido posible sin ustedes. Este trabajo es el resultado de un sinfín de acontecimientos que poco tuvieron que ver con lo académico, sino más bien, con el compañerismo y acompañamiento.

Gracias infinitas a ustedes y, por supuesto, a Dios, por ponerlos en mi camino.

## 6- Bibliografía

- Argel, P. 1988.** Pasto Toledo, nuevo cultivar para zonas tropicales de América. *Pasturas Tropicales*. 22 (3) 38-39.
- Bateman, J.V. 1970.** Nutrición Animal. Manual de Métodos analíticos. México D.F. Herrero. 468 p.
- Barrantes, E. O. 2005.** Bancos Forrajeros. M.A.G. San José C. R. Pp: 26-29. – Blackshaw, J.K; Blackshaw, A. W. Heat stress in cattle and the effect of shade on production and behaviors: A review. Aus. J. Exp. Agr. 34: 285-295. 1994.
- Benítez, C., Fernández, J., Pizzio R., Royo Pallares, O.** 2004. Mejoramiento y carga animal de un campo natural de la Provincia de Corrientes. Serie técnica N° 33. EEA INTA Mercedes.
- Baver, L.D., W.H. Gardner y W.R. Gardner. 1991.** Física de los Suelos- Erosión del suelo. Cap.: Erosión causada por el agua- El factor vegetación.: 481 pp. 1<sup>ra</sup> ed.
- Benítez, C.A. y Fernández, J.G. 1970.** Especies forrajeras de la pradera natural. Fenología y respuesta a la frecuencia y severidad de corte. INTA EEA Mercedes. Serie Técnica N° 10. 13 p.
- Catasús, L. 1997.** Manual de Agrostología. Editorial Academia. La Habana, Cuba. 98 p.
- Conddoti J.J. Berti R. N. INTA- EEA Salta.** Informe de Planes de Trabajo.
- Crespo, G. 2005.** Fertilidad del suelo en ecosistemas de pastizales. III Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. La Habana, Cuba [CD-ROM]
- Cruz, P.; Sierra, J.; Wilson, J.R.; Dulornme, m.; Tournebize, R.** Effects of shade on the growth and mineral nutrition of tropical grasses in silvopastoral systems. Ann. Arid Zone. 38: 335-361. 1999.
- Da Silva, J.H.; Johnson, W.L.; Burns, J.C.; Anderson, C.E.** Growth and environment effects on anatomy and quality of temperate and subtropical forage grasses. Crop Sci. 27:1266-1273. 1987.
- Embrapa. 1985.** Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (Campo Grande). Brachiaria brizantha cv. Marandu. Campo Grande, MS. EMBRAPA – CNPGC. Folder. Ferrufino y Lapointe, 1989).
- Ferrufino, A., Lapointe, S.L. 1989.** Host plant resistance in *Brachiaria* grasses to the spittlebug Zulia colombiana. Entomol. Exp. Appl. 51 (2) 155:162.

- Gándara FR; Goldfarb MC; Arias AA; Ramírez WM. 1986.** Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit como banco de proteína invernal de un campo natural de la provincia de Corrientes. Revista Argentina de Producción Animal 6:562–572.
- Gándara, F.R. ; Goldfarb, M.C. Arias, A. A y Ramirez, W. M. 1986.** Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit como banco de proteína invernal de una campo natural de la provincia de Corrientes. Re. Arg..Prod. Anim. Vol 6 Nº 9 –10 p 561 572
- Goering, N.K., Van Soest, P.J. 1970.** Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures and some application. Washington. 20p. (USDA. Agriculture Handbook).
- Goldfarb MC; Casco JF; Gándara FR. 1993.** Introducción de especies y cultivares forrajeras para el noroeste de la Provincia de Corrientes, período 1978–1990. Producción Animal, Serie Técnica Nº 6. INTA Corrientes, Argentina.
- Goldfarb MC; Casco JF. 1994.** Leucaena in the Northwest Region of Corrientes Province, Argentina. In: Shelton HM; Pigggin CM; Brewbaker JL, eds. Leucaena - Opportunities and limitations. Proceedings of a Workshop held in Bogor, Indonesia, 24–29 January 1994. ACIAR Proceedings 57. ACIAR, Canberra, Australia. p. 159–162. [bit.ly/2UphJVM](http://bit.ly/2UphJVM).
- Goldfarb MC; Casco JF. 1998.** Selection and agronomic characterisation of Leucaena genotypes for cold tolerance. In: Shelton HM; Gutteridge RC; Mullen BF; Bray RA, eds. Leucaena – adaptation, quality and farming systems. Proceedings of a workshop held in Hanoi, Vietnam, 9–14 February 1998. ACIAR Proceedings 86. ACIAR, Canberra, Australia. p. 172–173. [purl.umn.edu/135197](http://purl.umn.edu/135197).
- Goldfarb, M.C. 2002.** Manual de siembra de *Brachiaria Brizantha*. Ed. EEA Corrientes, Centro Regional Corrientes.
- Guevara, E.; Rodríguez, T.; Navarro, L. & Iraida, R. 2002.** Two Levels the Nitrogen Fertilization, Grazing Frequency and Association with *Centrosema brasiliianum* in the Forage Availability of *Brachiaria brizantha*. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Estado Anzoátegui (CIAE). Revista Científica Vol. XII-Suplemento. 2, p. 569-571
- Hess, H. D. y Lascano, C. E. 1997.** Comportamiento del consumo de forraje por novillos en pasturas de gramínea sola y asociada con una leguminosa. Pasturas Tropicales. 19 (2): 12-20.
- Hepner, G.K. 1992.** Efecto de la fitomasa remanente sobre la producción de materia seca, el valor nutritivo y la biomasa de raíces en *Festuca arundinaceae*. Tesis de

Postgrado. Santiago, Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía. 67 p.

**Hernández, M.; Guenni, O.** Producción de biomasa y calidad nutricional del estrato gramoide en un sistema silvopastoril dominado por samán (*Samanea saman* (Jacq) Merr). Zoot. Trop. 26: 439-453. 2008.

**Lascano C, Pérez R, Plazas C, Medrano J, Pérez O, Argel P. Pasto Toledo *Brachiaria brizantha* (CIAT 26110)**, Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. 2002. Villavicencio Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.

**Maddaloni J. y Ferrari L., 2001.** Forrajeras y Pasturas del Ecosistema Templado Húmedo de la Argentina. Parte III.: 303-314 pp

**Miles, J.M.; Maass, B.L. & Do Valle, C.B. 1998.** Biología, Agronomía y Mejoramiento de *Brachiaria*. (Editores). CIAT-Colombia-EMBRAPA.

**Obispo, N.; Espinoza, E.; Gil, Y.; Ovalles, J.L.; Cabrera, F.; Padre, E. 2013.** Relacion de la proporción de sombra en el potrero con el rendimiento, calidad del forraje y ganancia diaria de peso en novillos. Revista Cientifica de la Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad de Zulia.

**Olivares, E.A. 1986.** Competencia: Un concepto fundamental en el manejo de praderas. Departamento de Producción Animal, U. de Chile, Facultad de Ciencias Agronómicas. Publicación docente N° 12. 107 p.

**Pachas, A.N.; Max Shelton, H.; Lambrides, C. J.; Dalzell, S.A.; Murtagh J. G. 2018.** Effect of tree density on competition between *Leucaena leucocephala* and *Chloris gayana* using a Nelder Wheel trial. I. Aboveground interactions. CSIRO PUBLISHING. Crop & Pasture Science, 2018, 69, 419–429  
<https://doi.org/10.1071/CP17311>

**Pentón, G. 2000.** Tolerancia del *Panicum maximum* cv. Likoni a la sombra en condiciones controladas. Pastos y Forrajes, 23:79

**Pérego J.L. 1999.** *Brachiaria brizantha*, implantación, manejo y producción. E.E.A Mercedes, Corrientes, Noticias y Comentarios N° 333.

**Peruchena, C.O. 1997.** "Dietas para la nutrición de bovinos en crecimiento y engorde en el subtrópico". INTA Corrientes. Publicación Técnica N° 13.

- Pizzio, R.M. y Royo Pallares, O. 1994.** Utilización y Manejo de los pastizales del ecosistema. Campos de la Argentina. En II CABJD-PROCISUR. Diálogo XL- Utilización y Manejo de los Pastizales.115-126 pp.
- Pizzio, R.M.; Royo Pallares, O.; Fernández, J.G. y Benitez, C.A. 2001.** Tasa de crecimiento y producción anual de tres pastizales del centro de la provincia de Corrientes. Resúmenes 1º Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales. San Cristóbal, Santa Fé. pp. 49.
- Royo Pallarés, O. y Pizzio, R. 1998.** Producción animal sobre pasturas en la zona campos de Argentina. 17º Reuniao Grupo Campos. Santa Catarina, Brasil. pp. 13-19.
- Renvoize, S.A.; Clayton, W. D. & Kabuye, C.H. 1996.** Morphology, taxonomy, and natural distribution of *Brachiaria*. (Trin.) Giseb. In: Brachiaria: biology, agronomy and improvement. (Eds. Miles, J.W.; Maass, B.L. & do Valle, C.B.). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. p. 1
- Ruiz, T.E., Febles, G., Jordán, H., Castillo, E. & Mejías, R. 2003.** Valoraciones sobre el proceso de introducción de *Leucaena leucocephala* en el sector ganadero. Taller Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Modelos Alternativos. La Habana, Cuba. p. 181
- Sánchez, A. 1998.** Leguminosas como potencial forrajero en la alimentación FONAIAP. Estación Experimental del Estado de Falcón. Venezuela. (<http://www.Ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd50/leguminosas.htm>).
- Scholes, R.J; Archer, S.R.** Tree-grass interactions in savannas. Ann. Rev. Ecol. Syst. 28: 517-544. 1997.
- Veneciano, J.H.<sup>2</sup>, Terenti, O.A.<sup>2</sup> y Privitello, M.L.J. 1994.** Crecimiento Acumulativo de *Melilotus alba*. Medikus, I. Producción y composición morfológica de la forrajimasa. Revista Facultad de Agronomía.
- Zárate S. 1987.** *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit subsp. *glabrata* (Rose). Publicado en: Phytologia 63(4): 304-306
- Zelada, S.E. 1996.** Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la zona Atlántica de Costa Rica. Tesis M. Sc. Turrialba. Costa Rica. p. 88  
[https://inta.gob.ar/sites/default/files/sistemas\\_silvopastoriles\\_con\\_leucaena\\_en\\_argentina\\_radrizzani.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/sistemas_silvopastoriles_con_leucaena_en_argentina_radrizzani.pdf)  
[https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101751/rojas\\_cp.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101751/rojas_cp.pdf?sequence=4&isAllowed=y)