

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DEL ÁREA DE SOMBRA APORTADA
POR ESPECIES NATIVAS PARA EL RODEO LECHERO
EN PROCESOS DE RESTAURACIÓN DEL
ECOSISTEMA**

por

**Enri Fabián BIQUE CASTRO
Joaquín GARRIDO SOARES DE LIMA**

**TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2010**

Tesis aprobada por:

Director:

.....
Ing. Agr. Martha Tamosiunas

.....
Ing. Agr. Luis Gallo

.....
Ing. Agr. Ricardo Mello

Fecha: 20 de agosto del 2010

Autor:

.....
Fabián Bique

.....
Joaquín Garrido

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias por el apoyo incondicional durante todo este proceso.

Al personal del vivero de Toledo que nos brindaron las plantas utilizadas en el trabajo. Particularmente a los Ing. Agr. Rafael Escudero y Carlos Mantero.

También a los Ing. Agr. Martha Tamosiunas, Luis Gallo y Ricardo Mello por la corrección de nuestro trabajo.

Al personal del CRS y a los estudiantes de la UTU que nos facilitaron la tarea de campo y a los Ing. Agr. Jorge Alvarez y Gustavo Osta.

| | |
|--|-------------|
| 3.3.2. <u>Caracterización y descripción de las pasturas</u> | 32 |
| 3.3.3. <u>Técnica de plantación del rodal de Salicáceas</u> | 33 |
| 3.3.3.1. <u>Preplantación</u> | 34 |
| 3.3.3.2. <u>Plantación</u> | 35 |
| 3.3.3.3. <u>Posplantación</u> | 39 |
| 3.3.4. <u>Técnica de plantación del rodal de nativos</u> | 39 |
| 3.3.4.1. <u>Evaluación de la oferta de materiales para la implantación</u> | 40 |
| 3.3.4.2. <u>Preplantación</u> | 41 |
| 3.3.4.3. <u>Plantación</u> | 42 |
| 3.3.4.4. <u>Posplantación</u> | 46 |
| 3.3.5. <u>Definición de parámetros de crecimiento</u> | 46 |
| 4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> | 48 |
| 4.1. <u>ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)</u> | 48 |
| 4.1.1. <u>Caracterización mensual del comportamiento del ITH</u> | 50 |
| 4.1.2. <u>Caracterización horaria mensual del comportamiento del ITH</u> | 50 |
| 4.1.3. <u>Perdida teórica de producción</u> | 51 |
| 4.2. <u>ENSAYO DE SALICÁCEAS</u> | 52 |
| 4.2.1. <u>Oferta de forraje en kilos de materia seca por hectárea</u> | 52 |
| 4.2.3. <u>Evolución de las especies arbóreas</u> | 53 |
| 4.3. <u>ENSAYO DE NATIVAS</u> | 55 |
| 4.3.1. <u>Caracterización de la pastura correspondiente al ensayo de nativos</u> | 55 |
| 4.3.3. <u>Evolución de las especies arbóreas nodrizas</u> | 56 |
| 4.3.4. <u>Evolución de las especies arbóreas de nativas</u> | 57 |
| 5. <u>CONCLUSIONES</u> | 62 |
| 5.1. <u>CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA</u> | 63 |
| 6. <u>RESUMEN</u> | 64 |
| 7. <u>SUMMARY</u> | 65 |
| 8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> | 66 |
| 9. <u>ANEXOS</u> | CD adjunto. |

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

| Cuadro No. | Página |
|--|--------|
| 1. Escala de efectos del ITH..... | 6 |
| 2. Porcentajes de Parámetros del Valor Nutritivo de la MS de hojas de Sauce y Álamo | 17 |
| 3. Producción láctea media (2006-2009) del CRS | 27 |
| 4. Distribución de las Especies en el Ensayo de salicáceas..... | 37 |
| 5. Composición de especies y número de individuos en las filas nodrizas | 43 |
| 6. Constitución del ensayo de especies nativas en función de las especies y su distribución por filas..... | 43 |
| 7. Especies y cantidad de ejemplares del cuadro de nativas discriminadas según origen de los plantines | 43 |
| 8. Temperaturas y humedad relativa del aire para el período octubre a febrero 2009-2010 | 48 |
| 9. Comparación ITH medio e ITH máximo entre el período en estudio y las normales climáticas (1980-2008) tomadas del INIA Las Brujas..... | 49 |
| 10. Pérdida teórica de producción según ITH del período | 51 |
| 11. Descripción cualitativa de las especies del ensayo de salicáceas tras la primera medición (28/10/2009) | 53 |
| 12. Descripción cualitativa de las especies del ensayo de salicáceas tras la segunda medición (28/11/2009) | 53 |
| 13. Parámetros de crecimiento de las Salicáceas | 54 |
| 14. Descripción cualitativa de las especies nodrizas tras primera medición..... | 56 |
| 15. Descripción cualitativa de las especies nodrizas tras la segunda medición | 57 |
| 16. Parámetros de crecimiento de la especie nodriza <i>P. cv. Harvard</i> | 57 |

| | |
|--|----|
| 17. Descripción cualitativa del cuadro nativas tras la primera observación | 58 |
| 18. Descripción cualitativa del cuadro nativas tras la segunda observación..... | 59 |
| 19. Parámetros de crecimiento de las especies arbóreas nativas..... | 60 |
| Figura No. | |
| 1. Variación espacial del ITH en enero, promedio 1961-1990 (Cruz y Saravia, 2008)..... | 7 |
| 2. Zonas térmicas, temperatura del aire, temperatura interna y producción de calor en animales homeotermos (Bianca, 1972)..... | 8 |
| 3. Curva de producción de animales expuestos a estrés por calor respecto a la curva de producción sin afectar (Ravagnolo et al., 2000)..... | 10 |
| 4. Disponibilidad de sombra en el CRS | 28 |
| 5. Distribución espacial de los ensayos en el Centro Regional Sur | 31 |
| 6 Representación esquemática del diseño tresbolillo..... | 35 |
| 7 Representación esquemática del diseño del rodal de Salicáceas..... | 38 |
| 8. Diseño de plantación del rodal del nativo | 46 |
| 9. Horas de ITH al mes con valores mayores al nivel crítico..... | 49 |
| 10. Cantidad de días con ITH mayor a 72 en diciembre - enero – febrero | 50 |
| 11. ITH promedio por franja horaria diciembre - enero – febrero | 51 |
| 12. Oferta MS ha-1 en el ensayo de Salicáceas..... | 52 |
| 13. Oferta MS ha-1 en el ensayo de nativos..... | 55 |

1. INTRODUCCIÓN

El Centro Regional Sur (CRS) de Facultad de Agronomía (Universidad de la República) es un centro donde se desarrollan las actividades universitarias (docencia, investigación y extensión) además de las actividades habituales de producción de los rubros como objeto de enseñanza.

El área lechería perteneciente al Departamento de Producción Animal y Pasturas tiene un sistema de producción lechero a escala comercial que ocupa la mayor superficie y demanda un uso intensivo del recurso suelo dentro del Centro. Esta unidad es un área demostrativa para productores de la zona, donde se realizan investigaciones que contribuyen al desarrollo de sistemas de producción sostenibles. Con este cometido, se están desarrollando proyectos de investigación en sistemas de tratamiento de las aguas residuales del tambo, en el riego de pasturas, y eficiencia de producción. En esta última línea se encuentra la incorporación de sombra para el rodeo como prevención de eventuales pérdidas de eficiencia en la conversión de pasto a leche, derivadas del estrés térmico provocado por altas temperaturas en los meses estivales.

En respuesta a esta preocupación se propuso una línea de trabajo para desarrollar una alternativa factible del punto de vista técnico y económico que permita incorporar áreas de sombra con plantaciones de especies arbóreas sin afectar las áreas de pastoreo capaces de ser mejoradas. Se evaluaron los indicadores de gestión que permitirán a largo plazo identificar las buenas prácticas en el manejo de un área de protección permanente durante el verano.

Se evaluará el impacto que la sombra natural tiene en el funcionamiento del tambo desde el punto de vista de la producción del rodeo y del uso del suelo. En el predio, existen áreas de drenaje natural que en parte fueron represadas como forma de tener reservas hídricas para fines agrícolas; los terrenos adyacentes a las mismas representan áreas con limitantes para el uso agrícola por la característica hidromórfica de los suelos. Con la idea de no resentir la oferta forrajera y optimizar el uso del recurso suelo; se estableció la plantación sobre estas áreas marginales.

El proyecto se inicia con la determinación de una línea de base productiva que será la base para la evaluación de eficiencia en los sucesivos años, la implantación de las especies nativas con un testigo de uso habitual, mediciones de diferentes parámetros

durante el desarrollo del rodal y por último la evaluación del uso como sombra. Este trabajo se desarrolla en la primera etapa definición de línea de base e implantación.

Como parámetros de la línea de base se registraron las condiciones meteorológicas, para el período octubre-febrero (2009-2010) a los efectos de calcular el Índice de Temperatura y Humedad (ITH). El ITH es un indicador que identifica la ocurrencia de estrés térmico en el rodeo lechero. Se registró la producción de leche del período así como eventos anormales que pudiesen provocar disminución de la producción lechera normal. Los datos del período experimental se contrastaron con las normales climáticas registradas en el INIA “Las Brujas”. Este fenómeno condiciona tanto el comportamiento del rodeo lechero como el posible manejo en pos de mitigarlo.

Se evaluó el uso del suelo del CRS en el sistema lechero, con el objeto de identificar zonas marginales del punto de vista de la oferta forrajera. En común acuerdo con los responsables del manejo forrajero, se delimitaron dos parcelas para el seguimiento de la relación sombra /tapiz representativas de los suelos hidromórficos con tapiz tipo campo bruto, que permiten evaluar el comportamiento de diferentes especies arbóreas y herbáceas.

Las parcelas se plantaron en dos sistemas diferentes, una de ellas con especies exóticas de rápido crecimiento (salicáceas) conocidas por generar sombra en el corto plazo, con una técnica de mínimo laboreo (plantación en pozos), la otra forestada con especies nativas con un laboreo total previo para control de gramilla a los efectos de reducir la competencia sobre las mismas.

Las especies forestales exóticas usadas en forma tradicional para sombra (eucaliptos, casuarinas) compiten con suelos forrajeros y son intolerantes a los suelos con hidromorfismo acentuado. Las nativas y las salicáceas en cambio, se encuentran mejor adaptadas a suelos con esas características y son buenas proveedoras de sombra. Ellas permitirían desarrollar un área de sombra sin reducir la oferta forrajera invernal (por su condición de caducifolias) y en verano se podría compensar el déficit causado por la sombra con la aptitud forrajera de sus hojas (álamos y angico). A su vez tienen la capacidad de promover el desarrollo de las gramíneas al ser fijadoras de nitrógeno atmosférico (angico).

La técnica de implantación se seleccionó considerando las restricciones existentes en los predios lecheros relacionados con el CRS: capital reducido que no se

destinaría a insumos especiales promotores del crecimiento, sin excedentes de mano de obra, con equipos de laboreo de suelo propios y uso intensivo del suelo.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

Desarrollar una alternativa técnica que permita incorporar áreas de sombra en establecimientos lecheros con plantaciones de especies arbóreas.

1.1.2. Objetivos específicos

Identificar y evaluar la línea de base del proyecto, que permita conocer el punto de partida de la intervención.

Determinar el número de días con condiciones favorables para la ocurrencia de estrés térmico durante los meses más cálidos en la zona sur del país.

Evaluar el potencial forestal de los suelos que podrían estar disponibles para uso de sombra sin restringir la oferta forrajera de los tambos.

Ajustar una técnica de plantación de especies forestales del ecosistema local, para predios lecheros del Sur de Canelones.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ESTRES POR CALOR EN GANADO LECHERO

En América Latina, la ganadería de leche especializada y de doble propósito se practica en zonas bajas que generalmente se caracterizan por alta precipitación, humedad relativa y temperatura ambiental (French, 1994).

Normalmente el término estrés se usa para indicar una condición ambiental adversa para el bienestar animal. El origen de esta condición podría ser climático, nutricional, fisiológico, social o una combinación de los anteriores. Puede considerarse estrés a cualquier amenaza a la homeostasis. Los tres componentes más importantes que incluye el concepto de estrés serían: el estímulo (agente estresante), el “sistema” que lo procesa y la respuesta (comportamiento, producción, etc.). Un evento puede ser considerado estrés cuando los tres componentes están presentes (Van Lier, 2003).

Los factores que predisponen la ocurrencia de estrés por calor son ambientales e intrínsecos del animal. Los elementos del primero pueden actuar en forma aislada o conjunta y provocar la ocurrencia de estrés por calor, estos son, radiación, temperatura y humedad del aire. El efecto de temperaturas extremas es fuertemente dependiente de los factores del animal, como ser, estado fisiológico, aclimatación previa a altas temperaturas, genotipo, tipo de alimentación (relación forraje/concentrado) y otros factores relacionados a enfermedades, manejo y transporte (Turner et al., 1989).

El indicador de estrés térmico en el que se basa este trabajo es el índice de temperatura y humedad (ITH).

2.1.1. Índice de temperatura y humedad

Las medidas obtenidas directamente desde los animales permiten conocer los niveles de “calor” que éstos tienen en distintas situaciones. La temperatura rectal, la temperatura timpánica, la frecuencia respiratoria y cardíaca son las variables más comúnmente utilizadas. A medida que se fue conociendo la influencia de los elementos del clima en el balance calórico de los animales, se han propuesto indicadores meteorológicos para estimar la carga de calor a que se ven sometidos en determinados ambientes. Esto cuenta con la ventaja de poder realizar estudios relacionados al balance de energía animal utilizando información disponible en las estaciones meteorológicas.

Sin embargo, la aplicación de indicadores meteorológicos requiere conocer la representatividad temporal y espacial de la red de estaciones meteorológicas (Camargo y Hubbar, Rotondo y Seyler, citados por Cruz¹).

Thom (1959) plantea que el índice de temperatura y humedad (ITH), ha sido ampliamente utilizado para estimar los niveles de estrés por calor. El índice desarrollado fue originalmente aplicado para detectar niveles de estrés por calor en los humanos. Posteriormente se desarrollaron distintas ecuaciones para ser aplicadas sobre el ganado lechero.

El ITH es un índice bioclimático que combina elementos del ambiente como temperatura y humedad con el fin de poder caracterizar un ambiente caluroso. Diferentes autores han propuesto distintas formulas para el cálculo de dicho índice (Valtorta, citado por Azanza y Machado, 1997).

Berry et al., citados por Azanza y Machado (1997) plantean:

$$\text{ITH} = \text{TA} + 0.36 \text{ TPD} + 41.2:$$

TA= temperatura del aire (°C).

TPD= temperatura del punto de rocío (°C).

Jonson, citado por Azanza y Machado (1997) plantea:

$$\text{ITH} = \text{DBT} - (0.55 - 0.55 \text{ HR}/100) (\text{DBT} - 58):$$

DBT= temperatura del termómetro seco (°F).

HR= humedad relativa (%).

Una conversión muy utilizada en la región y aplicada en Argentina, es la de Valtorta y Gallardo, citados por Cruz¹.

$$\text{ITH} = (1,8 \text{ T} + 32 \text{ a}) - (0,55 - 0,55 \text{ HR}/100) (1,8 \text{ T} \text{ a} - 26):$$

Donde Ta: temperatura del aire (°C).

HR: Humedad del aire (%).

¹ Cruz, G 2010. Biometeorología del calor sobre la producción de leche de vacas Holstein en Uruguay. Tesis Magíster en Ciencias Agrarias opción Ciencia Animal. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 71 p. (sin publicar).

Johnson et al., citados por Saravia y Cruz (2003) demostró que para el ganado lechero Holando, el ITH crítico es de 72. Por encima de este valor comienza a disminuir la producción de leche y el animal pone en funcionamiento los mecanismos homeostáticos para regular la temperatura interna. En el siguiente cuadro se presenta la magnitud del estrés según el ITH.

CUADRO No. 1. Escala de efectos del ITH.

| ITH | CATEGORIAS |
|----------|---|
| < o = 70 | Normal |
| 70 a 72 | Alerta – aproximándose al límite crítico de producción de leche |
| 72 a 78 | Alerta – por encima del límite crítico de producción de leche |
| 78 a 82 | Peligro |
| > a 82 | Emergencia |

Fuente: du Preez et al., citados por Saravia y Cruz (2003).

Según Johnson et al., citados por Saravia y Cruz (2003), en condiciones controladas de temperatura y humedad y utilizando la estimación: $[T^{\circ} \text{bulbo seco} + 0,36 T^{\circ} \text{ punto de rocío} + 41,2]$, el umbral de ITH en que comienza a disminuir la producción de leche es de 72.

Collier, citado por Saravia y Cruz (2003) ha reportado que pueden ocurrir disminuciones productivas entre ITH 68 y 75 en animales con altos niveles de producción de leche o aclimatados a ITH menores.

Según González (2004), la producción tiene una asociación negativa con el ITH del día previo al control lechero, así también la producción de proteína, aunque la amplitud de las disminuciones es menor para los animales con acceso a sombra. Concluyó que a pesar de no ser numerosos los días con ITH mayor a 72 (19 en 50 que duro el ensayo), se registra una mejoría en la producción de leche y de proteína por efecto de suministrar sombra a las vacas durante el periodo del día de más calor, 10:00 a 16:00 horas; Bartaburu (2000) en cambio considera de 9:00 a 18:00 horas. Este efecto se manifiesta por una mayor persistencia de la producción de leche y por una condición corporal mayor que del lote que permaneció al sol.

En los sistemas de producción lechera del Uruguay los animales se encuentran expuestos al ambiente exterior. Para el verano, existen evidencias que indican que la zona Norte de nuestro país se encuentra fuera del rango óptimo de temperatura y humedad relativa (Flamenbaum, Cruz y Saravia, citados por Saravia, 2009). Las estimaciones del ITH según la conversión realizada por Valtorta y Gallardo (1996), arrojaron valores promedio para el Norte del país en enero superiores al valor considerado crítico para producción de leche según Johnson et al., citados por Saravia y Cruz (2003). Al mismo tiempo, la probabilidad de ocurrencia de días de enero con valores de ITH por encima del valor crítico en Salto y Artigas superó el 60% (Cruz y Saravia, 2008). Localidades ubicadas al Sur del Río Negro no fueron incluidas en el análisis probabilístico, por lo que no se ha estudiado aún el comportamiento de la variable ITH en meses y años particulares para estas zonas.

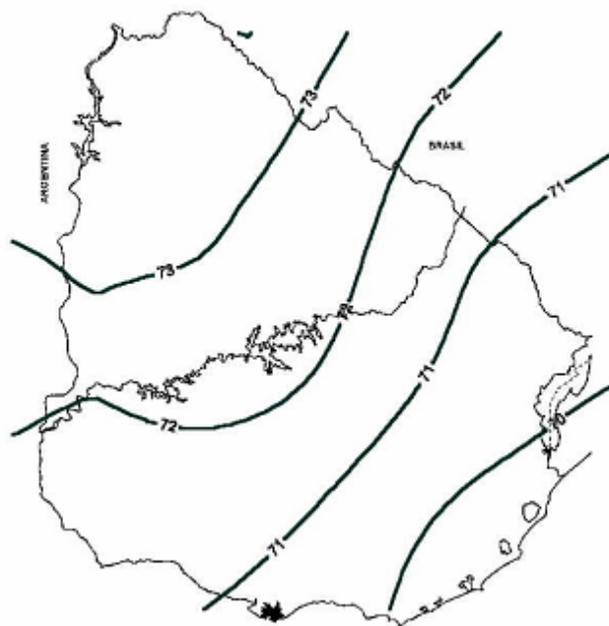


FIGURA No. 1. Variación espacial del ITH en enero, promedio 1961-1990 (Saravia y Cruz, 2008).

Saravia y Cruz (2008) demostraron que el ITH promedio para el mes de enero es mayor a 72 (fig. No. 1) para el norte del país y al sur el ITH es menor al nivel crítico.

2.1.2. Interacción entre el animal y el ambiente

El efecto ambiental sobre la salud y el bienestar de los animales homeotermos involucra complejas interacciones entre factores del ambiente y del animal. Los factores ambientales incluyen el efecto directo de la temperatura del aire, humedad, velocidad del viento y radiación solar. También influyen de forma indirecta sobre la cantidad y calidad del alimento y sobre la evolución de patógenos¹.

Bianca (1972) demuestra en la figura No. 2, que existen diferentes rangos de temperatura del ambiente que afectan al rodeo. A su vez define a la Zona Termoneutral como el rango de temperatura del aire dentro del cual la producción de calor interna del animal no es afectada y dentro de este rango la utilización del alimento es óptimo. Los límites de esta zona son las temperaturas críticas superior e inferior señaladas como B' y B respectivamente. La temperatura crítica es la menor o mayor temperatura del aire a la que un animal puede mantener su temperatura corporal normal, sin que se altere su tasa metabólica basal. El estado fisiológico del animal puede predisponer a la influencia del ambiente. Las temperaturas críticas varían con la edad, grado de aislamiento y la producción de leche. Cualquier referencia a las temperaturas críticas debe tener en cuenta el ambiente al que normalmente están expuestos los animales; el acondicionamiento previo afecta la cobertura corporal y la intensidad del metabolismo¹.

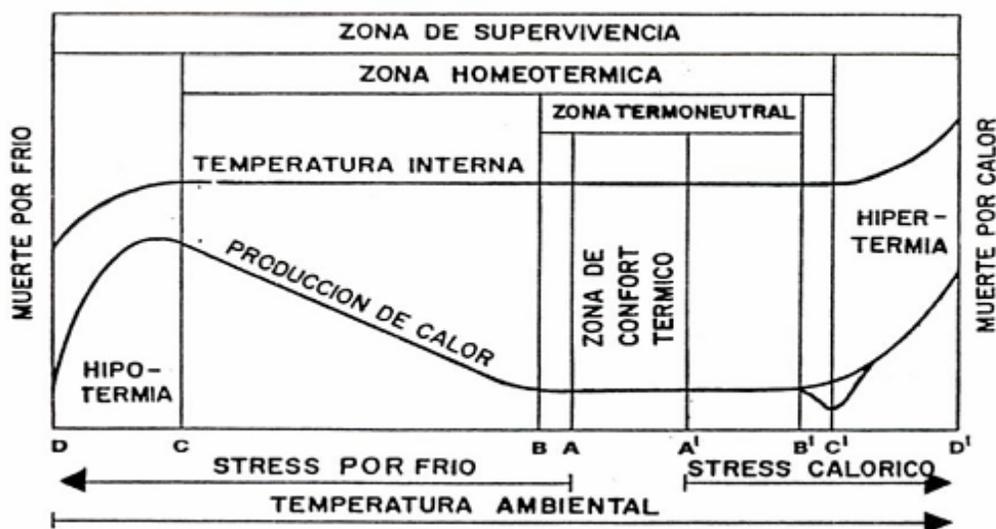


FIGURA No. 2. Zonas térmicas, temperatura del aire, temperatura interna y producción de calor en animales homeotermos (Bianca, 1972).

La figura No. 2 expresa el rango térmico que es posible el control fisiológico de la homeotermia, es más estrecho en el caso del calor que en el caso del frío. El control del estrés por calor depende en gran medida de los procesos evaporativos de disipación de calor, mientras que en el estrés por frío existe un amplio margen de control de la homeotermia a expensas del incremento en la producción metabólica de calor¹.

2.1.3. Efectos del estrés calórico

1. Efecto sobre los hábitos de pastoreo: En medios térmicos elevados los bovinos tienden a reducir su producción de calor mediante anorexia voluntaria. Esta reducción del consumo de alimento como mecanismo para reducir la carga térmica se refleja consecuentemente en su conducta de pastoreo, ya que, al pastar menos, reducen tanto el consumo de alimentos (la fermentación a nivel del rumen y la digestión generan calor) así como la actividad muscular desplegada en la búsqueda de los mismos. Estos animales cambian sus hábitos de pastoreo, realizando éste en horas de la noche donde las temperaturas son más frescas. Este efecto de la radiación solar en la conducta del pastoreo sobre los bovinos es importante pues indica la necesidad de suministrar buen pasto nocturno a los animales que tienen que soportar temperaturas diurnas de 27°C. o más, o suministrarles potreros con sombras (preferiblemente naturales de árboles) en el caso que la variación de temperatura entre el día y la noche sea inferior a 11°C. (Salvador s.f., Daniel y Couto s.f., González 2004).
2. Efecto sobre la nutrición: Aparte de disminuir la nutrición si disminuye el pastoreo como se explico en el punto anterior, la vaca con estrés calórico tiende a perder más saliva y minerales como sodio y potasio, además de la posible acidosis ruminal por el efecto de pérdida de saliva (Hall, 2000).
3. Efectos sobre el crecimiento: Como ya se menciona las altas temperaturas ambientales disminuyen el apetito, reducen la ingestión de alimentos y horas de pastoreo por lo cual el animal se ve afectado indirectamente en cuanto a crecimiento por no cubrir sus requerimientos nutricionales (Salvador, s.f.).
4. Efecto sobre la reproducción: Klausmann, citado por Daniel y Couto (s.f.) afirma que tras una experiencia de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles con eucalipto en Brasil, la reducción de calor mejora la reproducción a causa de: una pubertad más precoz, un alargamiento de la vida productiva, una menor pérdida embrionaria, calores más regulares y menor proporción de machos necesarios para la monta. A su vez mejora la tasa de supervivencia de los terneros debido a: una mejora de la

calidad de vida de las madres, partos más fáciles, mayor producción de leche, el aumento probable de la resistencia a las enfermedades.

5. Efecto sobre la producción: la disminución en la ingesta alimenticia frecuentemente reduce la producción de leche, entre un 5 - 10 % (Bartaburu, 2000). Flamenbaum (1994) sugiere que por cada punto del ITH mayor al nivel crítico hay una disminución del consumo de 0.23 kg. de forraje por día y una eventual disminución de 0.26 kg de leche por día por vaca. La densidad de la leche es de 1.03 g/ml. (Nasanovsky et al., 2001). Además de la disminución en la producción de leche también varía la composición de la misma, disminuye el rendimiento en grasa y disminuye la proporción de los ácidos grasos. Los sólidos no grasos también disminuyen (Salvador, s.f.).

Cuando el ganado en lactación es expuesto a una temperatura ambiente fuera de su zona de termoneutralidad, tiene lugar un ajuste metabólico para mantener la zona de homeotermia. En situaciones de estrés por calor, el animal reduce su consumo de alimento y la producción de calor asociado al metabolismo. Si el agente estresante no se presenta a niveles críticos, el animal tiende a aclimatarse en ese ambiente adverso. Tal vez pueda posteriormente, compensar la reducción de rendimiento del período de estrés cuando este esté ausente. Seguido de la aclimatación, el animal puede reanudar sus niveles casi normales de actividad pero permanecen afectados los niveles de productividad. La duración e intensidad del estrés ambiental determina si el animal se aclimata y eventualmente compensa. La figura No. 3 representa la variación de la curva de productividad en relación a una situación original sin stress (Ravagnolo et al., 2000).



FIGURA No. 3. Curva de producción de animales expuestos a estrés por calor respecto a la curva de producción sin afectar (Ravagnolo et al., 2000).

Ingraham et al., citados por Saravia (2009) señalan que la capacidad de disipar el calor corporal y alcanzar la temperatura normal en 24 horas tiene efectos importantes: si el excedente de calor no fue disipado en el período nocturno, la producción de calor del siguiente día continúa sobre la anterior lo que provoca aumento del estrés por acumulación sucesiva.

2.1.4. Alternativas para mejorar el confort térmico

Todas las medidas tanto de manejo como las modificaciones del ambiente que puedan llevarse a cabo y ayudarán a mejorar el confort del animal, reduciendo su temperatura y mejorando la performance productiva y reproductiva.

La disponibilidad de agua para brebaje en ambientes cálidos puede transformarse en una de las principales limitantes para vacas de alta producción, ya que estas son capaces de consumir más de 100 lts. de agua por día. Se debe asegurar cantidad y calidad del agua de bebida. Un punto a destacar es el acceso a las fuentes de agua. Las vacas lecheras tienen tendencia a tomar agua inmediatamente luego del ordeño. La localización de las mismas en función de la provisión de sombras tendría un mejor efecto en el consumo de agua. Las vacas usualmente no abandonan la sombra para ir a un bebedero que esta a pleno sol. La disponibilidad de tajamares o piscinas posibilita que el animal además de beber agua pueda ingresar y refrescarse².

En cuanto al manejo nutricional se recomienda proveer una mínima cantidad de fibra para mantener una adecuada fermentación ruminal. La fibra de los forrajes debe ser de alta digestibilidad, ya sea praderas, silajes o heno. Los concentrados deben tener un buen aporte energético, pero se debe tener cuidado con el exceso de almidón, que podría traer problemas a nivel ruminal (acidosis). Las fuentes de grasa son útiles como aporte energético ya que no producen calor de fermentación. Ingredientes como la semilla de algodón o la semilla de soja pueden cumplir esta función. La cantidad de grasa sobre la dieta total no debería ser mayor al 5 a 5.5 % de la materia seca².

Adecuar los horarios de pastoreo. En épocas de calor, las vacas tienden a pastorear más durante los momentos frescos del día (a la noche y a la mañana temprano). Proveer de ración suplementaria en las horas de mayor calor cuando lo animales comen menos. Se puede intentar que los animales coman más si en esos

² Van Lier, E.; Petrocelli, H. 2009. Com. personal.

horario se lleva a las vacas a piquetes con sombra y se aprovecha para suplementar en ese momento (silajes, concentrados, etc.) (Salvador, s.f.).

Los animales en condiciones de ambientes cálidos buscan naturalmente la sombra, lo que permite reducir la carga calórica en 30% a 50% (Collier et al., 2006). La sombra artificial por su costo y durabilidad es menos recomendada. Sin embargo, es común su utilización en las zonas subtropicales y templadas. El uso de materiales como madera, aluminio, teja o malla poli sombra son efectivos (González, 2007).

Otras medida es el enfriamiento artificial de establos y corrales y la ventilación forzada (edificios cerrados). El enfriamiento por aspersión de agua para mojar las vacas en climas cálidos, reduce efectivamente los incrementos de temperatura corporal. En verano, la evaporación se convierte en el mecanismo principal de disipación de calor pero la humedad alta reduce su eficiencia (González, 2007).

En los países subtropicales se recomienda el asperjado de agua ya sea alternado con 7,5 litros cada 30 segundos con intervalos de 2,5-3,0 horas o flujo continuo con una línea de aspersión de 2,8 litros por minuto (Armstrong, 1994). Cálculos realizados por Flamembaun, citado por González (2007) indican que el sistema de enfriamiento para 500 vacas se paga con 0,8 kilos de leche diarios por vaca durante 150 días.

El otro mecanismo recomendado es la ventilación forzada, que se usa comúnmente adicionado o complementado con el anterior. Los ventiladores son montados a 2,75 a 3,0 metros de altura con ángulos de 30 grados de la vertical, ocupando un espacio de cerca de 2 metros (diámetro de 0,61 a 0,91) cada 6 metros de longitud. Se calcula un flujo de aire de 28 metros cúbicos por vaca (González, 2007).

Por último, la sombra proporcionada por árboles es uno de los métodos más sencillos, económicos y eficientes ya que no sólo disminuye la incidencia de la radiación, sino que también produce una disminución de la temperatura del aire por la evaporación desde las hojas (Amstrong 1994, Gallardo 1995, Lesser 1995, Jacobsen 1996, Valtorta y Gallardo 1996, Saravia y Cruz 2003).

Según Altieri (1999), los árboles moderan los cambios de temperatura dando como resultado temperaturas máximas más bajas y mínimas más altas bajo los árboles, en comparación con las áreas abiertas. La disminución de la temperatura y la reducción

del movimiento del aire debido al dosel de los árboles reducen el promedio de evaporación.

En verano beneficia a la producción poseer entre 11 y 14 m² de sombra/vaca durante las horas de mayor radiación (Baucells y Fargas, 2000).

Este método para mejorar el confort de las vacas en producción ha sido evaluado en diferentes países. El resultado común ha sido siempre un incremento en la producción de leche 10-15% (Gallardo, 1995); 10-19% (Jacobsen, 1996); 8.8% (Azanza y Machado, 1997); 4.8% en leche corregida al 4% de grasa (Invernizzi y Marziotte, 1998).

Valtorta y Gallardo (1996); citan como desventajas de los árboles que se utilizan solo como sombra, que su desarrollo es un proceso lento, costoso y que son afectados negativamente por los excesos de heces y orina acumulados en el suelo, llegando incluso a producir su muerte.

Saravia y Cruz (2003), tras el estudio de las condiciones térmicas de incidencia directa de sol, sombra natural y artificial durante los meses de verano en el departamento de Salto, encontraron que las temperaturas máximas se diferenciaron significativamente entre sí y se ordenan en forma decreciente de la siguiente manera: exposición directa al sol (44.8° C), bajo sombra artificial (36.0° C) y bajo sombra natural (32.8° C). Los autores concluyeron que el uso de sombra (natural o artificial) resulta una técnica efectiva para disminuir el impacto de la radiación solar directa sobre los animales en los momentos del día en que ocurren condiciones para provocar estrés calórico, presentando la sombra natural mayores ventajas en la capacidad de reducción de las temperaturas máximas.

En el verano de 1984 por un período comprendido entre el 17 de enero y el 10 de febrero, en la Estación Experimental Agropecuaria (E.E.A.) en la INTA Rafaela (Santa Fe, Argentina), evaluaron la incidencia del libre acceso a sombra natural de Paraíso (*Melia Azedarach*) en la producción de leche de vacas Holando Argentina con una producción promedio de 17 lts. Se formaron dos grupos, uno con acceso a sombra natural y el otro sin acceso a sombra, de 10 vacas cada uno. El promedio de temperatura registrada al sol y a la sombra fueron de 32.8 +/- 4 ° C y 29, 7 +/- 2.9 ° C respectivamente. Obtuvieron para el grupo con acceso a sombra natural un incremento en la producción de leche del orden del 7% con respecto al grupo sol (Comerón et al., citados por Invernizzi y Marziotte, 1998).

Los mejores resultados de la sombra natural (árboles) en el comportamiento productivo, resulta probablemente de la mejora del microclima con temperatura y humedad del aire y el suelo más favorables (Castro, citado por Daniel y Couto, s.f.). Estas ventajas probablemente favorecieron la crianza frecuente de animales bajo el eucalipto, tal como puede observarse alrededor de los asentamientos y en praderas de la región centro-sur de Brasil (Lima, citado por Daniel y Couto, s.f.).

Con la divulgación apropiada del potencial de la agroforestería para las fincas, quizás sea factible una planificación de intervenciones que permitan mayores beneficios como los obtenidos con los cercos vivos, las barreras contra el viento, con la sombra, la conservación de la tierra y del agua, la producción de madera y leña, la protección de los animales durante tiempos malos, y otros (Lima, citado por Daniel y Couto, s.f.).

En los últimos años la integración de árboles en pasturas para proveer sombra a los animales y para diversificar la actividad ganadera ha recibido mucha atención por los investigadores en América Latina (Pezo e Ibrahim, 1996).

Además de las afirmaciones ya destacadas, existen otras ventajas que se desarrollan en los párrafos posteriores, que estimulan la posibilidad de ampliar la integración de la forestación y la lechería, donde ambos rubros pueden verse beneficiados.

2.2. INTERACCIÓN BOVINO – FORESTAL

La agroforestación es un sistema sustentable de manejo de cultivo y de tierra que procura aumentar los rendimientos en forma continua, combinando la producción de cultivos forestales arbolados, con cultivos de campo o arables y/o animales de manera simultánea o secuenciales sobre la misma unidad de tierra, aplicando además prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local (Consejo Internacional para la investigación en Agroforestería, citado por Altieri, 1999).

El concepto de agricultura sustentable es una respuesta relativamente reciente a la declinación en la calidad de la base de los recursos naturales asociada con la agricultura moderna (Altieri, 1999). Éste sugiere que, el concepto de sustentabilidad ha dado lugar a mucha discusión y ha promovido la necesidad de proponer ajustes mayores

en la agricultura convencional para hacerla ambientalmente, socialmente y económicamente más viable y compatible.

Los sistemas silvopastoriles son una opción agropecuaria que involucra la presencia del árbol interactuando con los componentes tradicionales que son el pasto y el animal. Este conjunto es sometido a un sistema de manejo integrado tendiente a incrementar la productividad y el beneficio neto del sistema a largo plazo (Ruiz y Febles, 1994). Los árboles dentro de este modelo agropecuario, juegan un papel importante desde el punto de vista de beneficios ecológicos; ayudan a conservar la biodiversidad de especies animales que participan en la dispersión de semillas y contribuyen a la regeneración natural del bosque (Harvey y Haber, 1999); genera productos e ingresos adicionales (madera, postes, leña, etc.), restauran ecológicamente las pasturas degradadas; reducen la dependencia de insumos externos; ayudan a contrarrestar los impactos ambientales negativos propios de los sistemas tradicionales (biodiversidad, fijación de carbono, de agua, suelo, etc.); y permiten intensificar el uso del recurso suelo sin reducir el potencial productivo a largo plazo (Pezo e Ibrahim, 1998).

Durante los últimos años, se presentó un incremento de las técnicas no convencionales en la producción animal, dentro de las cuales están los Sistemas Agroforestales (SAF), que encuentran hoy su punto más alto de aceptación a nivel comercial, investigativo y de desarrollo agropecuario. Bajo la presión de producir alimentos en sistemas que mantengan estables su producción y rentabilidad a largo plazo, sin generar inequidad social y preservando los recursos naturales bajo el paradigma de la sostenibilidad, han cobrado especial importancia el uso de árboles forrajeros como fuente viable para la alimentación animal y más recientemente el manejo de sistemas silvopastoriles que integran el uso de pasturas, árboles y animales con diferentes objetivos y estrategias de producción (Giraldo, 1996).

2.3. TÉCNICAS DE ESTABLECIMIENTOS DE BOSQUES

Según Cozzo (1976), el establecimiento o recuperación de bosques puede definirse como forestación. Ayudando a la regeneración natural de bosques, o creándolos directamente el hombre en terrenos donde no había antes o era insuficiente.

Cozzo (1976), Hawley y Smith (1982) coinciden en una serie de prácticas que son comunes en toda forestación: vivero, plantación y cuidados posteriores.

Para la propagación agámica-clonal se siguen dos técnicas en el uso de este material: plantando directamente las estacas en el lugar definitivo del bosque, o disponiéndolas en un vivero para que allí broten y enraícen, llevándolas al campo al año siguiente. El sitio destinado a esta tarea se denomina vivero de barbado. Estas estacas así producidas reciben el nombre de barbados. La familia más conocida por este sistema de propagación son las salicáceas (Cozzo, 1976).

Para la propagación sexual existen dos técnicas, sembrando la semilla en contenedores, o sembrándolas en almácigos. Se obtendrán entonces plantines en envase y en el segundo caso a raíz desnuda (Hawley y Smith, 1982).

Al seleccionar plantines, se priorizan plantas jóvenes pero suficientemente rustificadas, con una altura aproximada de 25 a 30 cm. y con un sistema radicular bien desarrollado. Estas características posibilitan soportar de mejor forma los cambios drásticos de ambiente a pleno campo (Cozzo, 1976).

Según Hawley y Smith (1982) la plantación consiste en el establecimiento de árboles en la superficie deseada, después que han pasado con éxito la fase crítica de la germinación durante la primera fase de desarrollo. Se define la densidad de plantación, estación de plantación, preparación del sitio, métodos de plantación y cuidados posteriores (Cozzo 1976, Hawley y Smith 1982).

El espaciamiento debe ser determinado en cada situación, y se basara en consideraciones generales tales como, forma de crecimiento de la especie, clase de reservas plantada, sobrevivencia esperada, objetivos de la administración y tratamientos silvícolas (Cozzo 1976, Hawley y Smith 1982). Por su parte Cozzo (1976) plantea que para las latifoliadas de gran porte (*Populus*, *Paulownia*, etc.) se puede aplicar un marco de plantación de a 3 * 3 m. hasta 4 * 4 m., de modo que posibilita el cierre del dosel y sombrear rápidamente el suelo. Mayor espaciamiento es posible si se asocia a otros cultivos de suelo.

2.3.1. Descripción del cultivo de Salicáceas

Los álamos, género *Populus*, y los sauces, género *Salix*, pertenecen a la familia de las Salicáceas, incluida en el orden de las Salicales del grupo de las Amentiflorea; éste se caracteriza por sus flores unisexuadas con periantio ausente o insignificante. Las

Salicáceas son plantas leñosas, y presentan ciertas particularidades que, si bien se aproximan a un buen número de plantas cultivadas, le dan un carácter original en relación a otros árboles productores de madera. Ello es la consecuencia del hecho que se propagan esencialmente por vía vegetativa, en vez de por semillas; son plantas dioicas y la hibridación es frecuente entre árboles de tipos diferentes y de sexos complementarios (FAO, 1980).

Esta familia se clasifica entre las especies de luz o especies heliófilas; se desarrollan corrientemente a campo abierto y se comportan como especies pioneras que ocupan espacios vacíos. De esta forma, los sauces y los álamos son a menudo las primeras leñosas que colonizan naturalmente los aterramientos provocados por las crecidas en los valles de los grandes ríos (FAO, 1980).

Originalmente las plantaciones de sauce y álamo se utilizaron con el fin de luchar contra la erosión hídrica, la recuperación de tierras anegadas, como cortinas forestales y también para sanear los terrenos que reciben los efluentes de establecimientos tamberos. Con el transcurrir de los años, se orientó a sistemas silvopastoriles y al aprovechamiento de follaje como alimento del ganado (Rossi y Torr , 2006).

Estos dos géneros presentan ciertas aptitudes forrajeras. Las revisiones bibliográficas realizadas mostraron una carencia de información a nivel nacional sobre la utilización forrajera de las hojas de estas dos salicáceas. Sin embargo en Argentina Rossi y Torra (2006) efectuaron una serie de análisis químicos sobre las hojas de Sauce y  lamo que abarcó los componentes de PB (Proteína Bruta), FDN (Fibra Detergente Neutro), FDA (Fibra Detergente Acido), Taninos (Polifenoles totales) y Digestibilidad (estimada por la fórmula en base al FDA).

CUADRO No. 2. Porcentajes de Parámetros del Valor Nutritivo de la MS de hojas de Sauce y  lamo.

| ESPECIES | PB | FDA | TANINOS | DIGESTIBILIDAD ESTIMADA |
|----------------|---------|--------|---------|-------------------------|
| <i>Populus</i> | 17.44 % | 36.6 % | 2.83 % | 60.38 % |
| <i>Salix</i> | 18.68 % | 40.4 % | 1.35 % | 57.42 % |

Fuente: Rossi y Torr  (2006).

Como se puede ver los porcentajes PB son similares a los de pastos de buena calidad como por ejemplo el Raigrás criollo (*Lolium multiflorum*). Es una de las gramíneas de mejor calidad que crece en estos pastizales y cuyo contenido de PB en la etapa vegetativa es de 16,3 % (Rossi y Torr , 2006).

2.3.1.1. Características del cultivo de *Populus deltoides* cv. 'harvard'

Según la FAO (1980), el género *Populus* est  presente de forma esporádica en todos los bosques de las regiones templadas del hemisferio norte, en algunas zonas puede formar espontáneamente bosquetes o pequeños macizos cuya producción, sin embargo, no ha competido jams  con la de los árboles de otras especies que constituyen la mayoría de los bosques.

A juicio de Cortizo (2005), el cultivo de  lamo tiene importancia a nivel mundial debido a su rápido crecimiento, adaptabilidad a diferentes sitios de cultivo, facilidad de clonación y variados usos de la madera (debobinado, aserrado, celulosa y aglomerados).

Tiene gran plasticidad desde el punto de vista climático y edáfico, pudiendo nacer en suelos pedregosos pobres y secos. Se disemina fácilmente sobre terrenos abandonados y riberas de los ríos, e incluso torrentes, lo que hace interesante para luchar contra la erosión. Brota fácilmente de cepa y su multiplicación artificial por estaquilla es fácil (Mi os y Trabal, 1990).

La hibridación interespecífica ha sido una de las estrategias que ha producido uno de los mayores avances en programa de mejoramiento dado que permite explotar la variabilidad genética disponible entre varias especies, capturar efecto de heterosis y aumentar la capacidad de explotar un rango más variado de ambiente (Cortizo, 2005).

El cultivar 'harvard' (ex cv. '63/51') se originó de semilla obtenida por fecundación natural, importada en 1948 de los Estados Unidos, más precisamente de Stoneville, en el delta del Mississippi (33  N) (Mi os y Trabal, 1990).

2.3.1.2. Características del cultivo de *Salix Humboldtiana* (Sauce Criollo)

El género *Salix* comprende un gran número de especies, unas 300 aproximadamente representadas principalmente en las regiones frías y templadas frías del hemisferio norte y algunas del hemisferio austral (Rehder, citado por FAO, 1980).

El *Salix humboldtiana* es la única Salicácea espontánea de América de Sur, esta especie crece en América subtropical, en la Argentina hasta el norte de la Patagonia, Brasil, Paraguay y Uruguay. Habita en los bordes de los ríos y arroyos en todo el Uruguay y con más frecuencia en el noroeste del país. Es un árbol dioico de buen porte, alcanza hasta 10 m. de altura, con ritidoma espeso, escamoso en pequeñas placas; de hojas estrechas, lampiñas y verdes (FAO, 1980).

Follaje caduco, verde claro, ramillas colgantes. Sus hojas son simples, alternas, linearlanceoladas, de borde aserrado, glabras, ápice agudo, base cuneada de 6 a 12 cm. de largo (Brussa y Grela 2007, Muñoz et al. 2007).

Presenta flores aperiántadas, en amentos. Los masculinos de 7 cm. de largo, amarillentos; los femeninos verdes, de 3-3,5 cm. de largo. Florece en primavera y su fruto es una cápsula marrón claro, con numerosas semillas algodonosas en su interior. La madera es blanda y liviana, se utiliza para la fabricación de envases (Brussa y Grela 2007, Muñoz et al. 2007).

2.3.2. Descripción del cultivo árboles nativos

El cultivo de especies nativas tiene la ventaja de establecer plantas adaptadas a sitios naturales, con un determinado clima, suelo y ambiente biótico (Anderson, citado por Hawley y Smith, 1982).

Cuando se habla de plantas indígenas o autóctonas de un país, se debe tener en cuenta que el criterio de nativa es el perteneciente a una región biogeográfica, más precisamente fitogeográfica, que puede involucrar varios países (Muñoz et al., 2007).

En la regionalización biogeografía de América Latina, Cabrera y Willink (1973) identifican al territorio uruguayo en el Distrito Uruguayense de la Provincia Pampeana, que pertenece a su vez al Dominio Chaqueño de la Región Neotropical. El Distrito Uruguayense comprende el territorio brasileño, Uruguay y las provincias argentinas de Entre Ríos y Santa Fe. Predomina aquí la pradera de “flechillas”, pero además existen selvas ribereñas parecidas a las de la Provincia Paranaense, bosques xerófilos y matorrales en las serranías donde aparecen varias especies arbóreas de los montes ribereños.

Muñoz et al. (2007) sugiere que las plantas indígenas de una región se caracterizan porque no necesitan ningún tipo de cultivo y además se reproducen y se extienden sin la necesidad de la intervención del hombre. Si las condiciones del sitio son favorables permite que la especie prospere allí. La multiplicación y el cultivo de las plantas indígenas no implican grandes dificultades, la mayoría se propagan por semilla, sobre todo árboles y arbustos. Existen una serie de normas que son comunes para la multiplicación por semilla, tierra mantillo, abrigo con relación a la temperatura y siembra en lugares sombreados y protegidos del exceso de sol principalmente en verano. La germinación es rápida con excepción que exigen tratamientos especiales tales como hidratación, escarificación, uso de ácidos y aguas con altas temperaturas, etc. Afirman que durante las primeras etapas de vida las plántulas deben ser protegidas tanto de las bajas como de las altas temperaturas, exceso de asoleamiento y cuidado, naturalmente que no falte agua. Destacan que existe una falsa convicción de que las plantas nativas son de crecimiento lento, esto es cierto para algunas de ellas en tanto otras son sumamente veloces.

2.3.2.1. *Parapiptadenia rigida* (Angico)

Parapiptadenia rigida pertenece a la familia Fabáceas (Leguminosae - Mimosoideae). Su área de dispersión corresponde a Brasil austral, Paraguay, norte de Argentina y del Uruguay. Su hábitat y distribución en el Uruguay corresponde principalmente a los bosques de quebradas de Rivera y Artigas (Brussa y Grela, 2007).

Ocupa generalmente las zonas más bajas y húmedas de éstas, y forma el estrato superior del dosel. También crece en bosques ribereños, en los mismos departamentos, en este ambiente pueden encontrárselo además en los bosques del río Uruguay y afluentes (Brussa y Grela, 2007).

Son árboles que pueden alcanzar gran tamaño, hasta unos 25 m. de altura y 80-90 cm. de diámetro a la altura del pecho. Fuste recto, copa amplia y globosa, corteza oscura y rugosa (Lombardo 1964, Brussa y Grela 2007, Muñoz et al. 2007).

Follaje semipersistente, de textura fina, oscura y lustrosa. Las hojas son compuestas, bipinnadas, 4 a 9 yugadas, alternas con pecíolos glabros o pubérulos, con folíolos muy pequeños discolores, oblongos o lanceolados, asimétricos, 7-10 mm. de largo y 1.5-2.5 mm. de ancho. De margen entero, con tres o cuatro nervaduras principales

bien marcadas y láminas con la cara superior verde oscuro y la inferior más clara (Lombardo 1964, Brussa y Grela 2007, Muñoz et al. 2007).

Las flores están agrupadas en espigas axilares, poco vistosas. Corola con cinco pétalos soldados en la base. Esta especie florece en enero, aunque pasa relativamente inadvertida, la fructificación tiene lugar en otoño (Lombardo 1964, Brussa y Grela 2007, Muñoz et al. 2007).

Los frutos son una legumbre comprimida lateralmente (de 10-16 cm de largo), castaño oscura, semillas achatadas, redondeadas, rodeadas por ala, color castaño rojizas (Lombardo 1964, Brussa y Grela 2007, Muñoz et al. 2007).

La propagación se da fácilmente por semilla. Su madera, dura y con gran durabilidad natural, es muy utilizada en carpintería. Se utiliza además como árbol ornamental y para sombra por su rápido crecimiento y rusticidad (Brussa y Grela, 2007).

Shelton (1998), menciona que la incorporación de leguminosas arbóreas mejora los rendimientos, el valor nutritivo y la distribución estacional de las pasturas, contribuyendo al incremento de la producción animal. Entre las leguminosas arbóreas nativas, surge *Parapiptadenia rígida* (angico) como una especie promisoría para la agroforestación.

Las leguminosas se caracterizan por fijar nitrógeno atmosférico en sus nódulos radiculares y almacenarlo en el área foliar (hojas, peciolo, tallos tiernos y frutos) en forma de proteína cruda, cuyo contenido varía entre 10 a 35%. Su forraje contiene fibra larga, nitrógeno no proteico, proteína y grasa (Leng, citado por Botero y Russo, s.f.).

2.3.2.2. *Myrsine laetevirens* (Canelón)

Esta especie pertenece a la Familia Myrsinaceae, es característica de casi toda América del Sur tropical, Bolivia, Paraguay, Brasil, Argentina y Uruguay. Alcanza su límite sur en las costas del Río de la Plata (Lombardo 1964, Brussa y Grela 2007).

Su hábitat y distribución en el Uruguay este árbol es característico de los bosques en todo el país, adquiriendo sus mayores portes en quebradas. Al ser su madera rechazada por los montadores, en los bosques serranos secundarios los ejemplares adquieren roles protagónico en las laderas y zonas altas en general formando el estrato

superior del dosel, dando una idea aproximada del perfil original del bosque. Caracteriza a los bosques marítimos siendo muy frecuente en éstos (Brussa y Grela, 2007).

Árbol de poca altura pudiendo lograr 6 a 8 m. Fuste relativamente recto con 80 cm. de diámetro, copa amplia, corteza parda grisácea y algo rugosa con pliegues transversales. Follaje oscuro, lustroso y persistente (Brussa y Grela, 2007).

Hojas simples, alternas, obovadas oblongas a espatuladas, íntegras, verde oscuro brillantes en el haz, más claras y opacas en el envés, glabras, ápice obtuso o emarginado casi continuadas hacia la base en corto pecíolo (Lombardo 1964, Brussa y Grela 2007, Muñoz et al. 2007).

Flores unisexuales agrupadas en inflorescencia fasciculada, de 3 a 15 en cada axila, poco vistosa. Presentan 5 pétalos de color blanquecino, soldados hacia el tercio basal (Brussa y Grela, 2007).

El fruto es una drupa globosa, castaño rojizo a negruzco, de 3 - 4 mm. de diámetro, con una semilla parda (Brussa y Grela, 2007).

Florece desde enero a mayo, la floración pasa relativamente inadvertida, no así su fructificación que se destaca en otoño e invierno (Brussa y Grela, 2007).

La propagación Brussa y Grela (2007) lo definen como un árbol rústico, de crecimiento relativamente rápido que se adapta fácilmente al cultivo manteniendo su porte arbóreo. Se multiplica por semilla, la recolección de frutos tiene lugar en invierno, se macera la pulpa y se la siembra en mantillo con buen tenor de humedad.

2.1.2.3. *Schinus molle* (Anacahuita)

Esta especie se ubica dentro de la familia Anacardiaceae, es característica en casi toda América tropical, alcanza su límite sur en Argentina y Uruguay donde se localiza en el norte y noreste (Brussa y Grela, 2007).

Es característico en los bosques ribereños, serranos y de quebradas; ocupa generalmente la zona de media ladera y cornisas, formando parte del estrato superior del dosel. Puede encontrárselo además en los bosques del Río Uruguay y afluentes en zonas próximas a las praderas. Artigas, Cerro Largo, Paysandú, Rivera, Salto, Tacuarembó,

Treinta y Tres. Tanto en el Uruguay como en otras partes del mundo se comporta como una especie invasora (Brussa y Grela, 2007).

2.3.2.4. *Citharexylum montevidense* (Tarumán)

Dentro de la familia Verbenaceae está la especie *Citharexylum montevidense*, que pertenece a la región del Noreste de Argentina, sur de Brasil, Paraguay y Uruguay. Es común en todos los tipos de bosques del Uruguay, principalmente en el norte y este, puede crecer tanto en las afueras como en la parte más densa del bosque, donde adquiere las mayores dimensiones, ocupando el estrato superior del dosel (Brussa y Grela, 2007).

Árbol polígamo dioico, de porte mediano a grande, de hasta 15 m. de altura, de fuste recto, corteza gris verdosa, con surcos longitudinales finos. Presenta copa amplia, bien desarrollada, generalmente sobresaliente en el dosel del bosque. Es común que presente numerosos rebrotes desde la base del fuste y las raíces (Brussa y Grela, 2007).

El follaje es persistente o semipersistente si crece aislado y expuesto, verde lustroso, ramillas cuadrangulares, de entre nudos largos, características por portar espinas axilares divergentes y rectas, de hasta 2 cm. de largo. Sus hojas son simples, opuestas y decusadas, con suposición casi dística en las ramillas criáceas, láminas espatuladas, obovadas, de 2-4 cm. de ancho * 5-9 cm. de largo, nervadura central prominente en el envés, glabras, con margen entero o apenas ondulado en hojas adultas, con la parte superior aserrada en los rebrotes. Pecíolos largos, difícil de diferenciar de la base (Brussa y Grela, 2007).

Las flores se agrupan en inflorescencias, racimos espiciformes axilares o terminales, erguidas o péndulas, hermafroditas o masculinas, estas últimas más cortas y densas. Florece a fines de primavera y fructifica en verano. Muy interesante por su floración vistosa y perfumada, y por el notable efecto en el paisaje producido por la profusa fructificación (Brussa y Grela, 2007).

El fruto es una drupa, elipsoide u ovoide, de color rojo lustroso, muy llamativas, de alrededor de 1 cm. de largo, pirena muy dura con dos semillas. Se reproduce por semillas, las que deben ser separadas de la pulpa al recogerse los frutos. También por retoños (Brussa y Grela, 2007).

2.3.2.5. *Quillaja brasiliensis* (Palo jabón)

Esta especie pertenece a la familia Rosaceae se distribuye Noreste de Argentina, sur de Brasil y Uruguay. Crece en bosques ribereños y quebradas de Treinta y Tres y Cerro Largo y en diferentes tipos de bosques de Rivera, Tacuarembó, Artigas y Salto, donde es un componente importante de la estructura del bosque (Brussa y Grela, 2007).

Árbol de gran porte para nuestro medio, que puede alcanzar los 15-20 m. de altura, generalmente con un único fuste recto, de corteza gris oscuro hasta negro, con fuertes hendiduras longitudinales y una copa globosa (Brussa y Grela, 2007).

El follaje es persistente, verde claro a veces con reflejos amarillentos, lustroso. Sus hojas son simples, alternas, coriáceas, láminas elípticas, lanceoladas, a veces falcadas. De 1.5-3 cm. de ancho y 4-8 cm. de largo, nervadura central bien demarcada y de color amarillento, nervaduras secundarias subparalelas a la nervadura central, con tendencia a unirse en los extremos. Glabras, de margen entero en hojas adultas y con dientes notorios aunque escasos en hojas juveniles. Pecíolos cortos o ausentes (Lombardo 1964, Brussa y Grela 2007, Muñoz et al. 2007).

Flores agrupadas en inflorescencias paucifloras, axilares con flores masculinas y femeninas en el mismo pie (plantas monoicas), actinomorfas, cáliz verde amarillento de 5 sépalos, corola de 5 pétalos mucho más angostos que los sépalos. Florece en primavera-verano y fructifica en verano-otoño. Interesante por el contraste de su follaje. Sus hojas, ramas y corteza poseen altas concentraciones de saponinas, que producen abundante espuma en el agua y puede ser utilizada en la limpieza (Lombardo 1964, Brussa y Grela 2007, Muñoz et al. 2007).

Su fruto es muy característico, seco, formado por 5 folículos unidos solo por su base, de dehiscencia longitudinal, cada uno con una gran cantidad de semillas muy tenues. De color gris al madurar, los frutos caen del árbol una vez que maduran las semillas. Se reproduce muy bien por semillas, las que se deben sembrar en almácigos apenas cubiertas (Brussa y Grela, 2007).

2.3.2.6. *Schinus molle* (Molle ceniciento)

Especie característica de casi toda América tropical, alcanza su límite austral en el sur de Brasil, Argentina (Misiones) y norte y noreste del Uruguay. Miembro de la familia Anacardiaceas, es un árbol característico de los bosques de serranías y cumbres de las quebradas en los departamentos del norte y noreste del país, alcanzando el límite sur en el norte de Maldonado. Habita en zonas abiertas formando parte en muchas ocasiones de matorrales en pedregales y cornisas o en el borde exterior de bosques ribereños en zonas secas. Artigas, Cerro Largo, Lavalleja, Maldonado, Paysandú, Rivera, Salto, Tacuarembó y Treinta y Tres (Brussa y Grela, 2007).

Árbol de 3-7 m. de altura y 30-60 cm. de diámetro. Fuste variable, generalmente con varios tallos principales, ocasionalmente único, copa amplia y globosa, corteza pardo grisácea, lustrosa, multicolor, lisa, desprendiéndose en placas orbiculares (Lombardo 1964, Brussa y Grela 2007, Muñoz et al. 2007).

El follaje es gris o verde grisáceo, opaco, persistente, resinoso, dispuesto en ramillas no colgantes. Las hojas son compuestas, paripinnadas, o con folíolo apical reducido a una saeta o uña, alternas, raquis alado, folíolos unicolores, de 2-2.5 cm. * 0.3 a 0.8 cm., nervadura principal bien marcada y numerosas nervaduras secundarias notorias, margen íntegro o irregularmente dentado (principalmente en renuevos y plantas jóvenes) (Lombardo 1964, Brussa y Grela 2007, Muñoz et al. 2007).

Lombardo (1964), Brussa y Grela (2007), Muñoz et al. (2007) describen las flores como agrupadas en inflorescencias paniculadas, axilares o terminales más cortas que las hojas, blanco verdosas, vistosas. Planta polígama dioicas, con cinco pétalos de color amarillo crema, las masculinas con filamentos más largos que en las hermafroditas, estas últimas con ovario sésil, verdoso. Florece en diciembre fructificando en el otoño. Tanto los frutos como el follaje confieren a esta especie un significativo uso ornamental.

El fruto es una drupa, globosa (de 4-5 mm. de diámetro), con epicarpo violáceo, mesocarpo oleoresinoso y endocarpo óseo, con semilla única. Se propaga mediante semillas, las que se siembran directamente previa rotura del epicarpo de los frutos (Brussa y Grela, 2007).

2.4. ANTECEDENTES DEL ESTABLECIMIENTO

2.4.1. Manejo del rodeo lechero

En la unidad de lechería del CRS, la raza vacuna que se maneja es Holando, en un principio se comenzó a utilizar genética de origen americano, principalmente proveniente de Canadá. A partir de 2007-2008 se optó por la incorporación de genética Neozelandesa. Desde el 2008 se usan toros Jersey como repaso (sobre todo de vaquillonas) por lo que hay algunas hembras nacidas en 2009 y 2010 que son cruza ("Kiwi")³.

La disposición del rodeo en plena lactancia se diferencia en función de los antecedentes de producción. Se distinguen allí dos categorías: grupo de punta y grupo de cola. El grupo de punta es integrado por las vacas de mayor producción y aquellas con menos de 90 días posparto (la parición se concentra de marzo a setiembre), y el resto del rodeo se define como lote de cola. Esta medida permite premiar al conjunto de animales de mayor producción, es decir que aquellas vacas que integran el primer grupo tienen la posibilidad de ingresar primeras a la sala de ordeño, salir e ingresar directamente al pastoreo en forma más inmediata así como el acceso a la sombra con anticipo. No existe diferencia en cuanto a la constitución de la alimentación, sino que la diferencia se basa en la oportunidad de acceder a un lapso mayor o menor de pastoreo.

En cuanto a la designación de los potreros, aquellos más próximos se destinan al rodeo en producción y los más lejanos a la sala de ordeño se dedican a la cría y recría, de esta manera se disminuye la pérdida de energía (por caminar, estrés por calor, etc.) y se gana en horas de pastoreo con beneficio en producción. Las mejoras forrajeras que se ofrecen en verano por lo general están próximas al tambo, pero a veces esto no es posible, ya sea por realizar rotación de cultivos o medidas de manejo y conservación de suelo. Además se considera la disponibilidad de sombra siempre priorizando el rodeo en producción.

En cuanto al horario de ordeño se maneja uno solo para todo el año sin realizar diferenciación entre invierno y verano. Se realizan dos ordeños diarios, el matutino se lleva a cabo desde las 3:00 hasta las 4:00, posteriormente (4:45) el ganado ingresa a pastoreo en franja (mejoras forrajeras estacionales) hasta las 10:30 y luego los animales

³ Armand-Ugón, H.; Mello, R. 2010. Com. personal.

tienen acceso a sombra natural, que puede ser el rodal de eucaliptos No. 1 o cualquiera de las escotaduras en el rodal de ciprés (Figura No. 3) permaneciendo allí hasta la hora 14:30. El ordeño del turno vespertino se realiza desde la hora 15:00 a 16:00; seguidamente el ganado se lleva a un potrero con buen piso donde pasará la noche. Cabe destacar que la sala de ordeño cuenta con dos aspersores de los cuales actualmente uno funciona en forma correcta.

En el siguiente cuadro se presenta la producción lechera promedio registrada en el período 2006 – 2009 (Anexo No. 1, en el CD adjunto). La dotación de vacas en ordeño es variable, pero en todos los años rondan entre las 130 a 160 cabezas. Cabe destacar que dentro de los valores de producción se tuvieron en cuenta todas las vacas que se encontraban en ordeño, las de punta y las de menor producción.

CUADRO No. 3. Producción láctea media (2006-2009) del CRS.

| Promedio /mes (2006-2009) | No. vacas en ordeño | Lts. de leche/vaca/días | Remisión total (lts.) |
|--------------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| OCTUBRE | 149 ± 4 | 25 ± 2 | 111463 |
| NOVIEMBRE | 153 ± 9 | 21 ± 3 | 96709 |
| DICIEMBRE | 153 ± 9 | 17 ± 1 | 80584 |
| ENERO | 141 ± 17 | 17 ± 1 | 73155 |
| FEBRERO | 130 ± 22 | 14 ± 1 | 55900 |

Como se mencionó en los párrafos precedentes, además del horario de ordeño, la disponibilidad y el estado de la sombra es una medida clave para controlar el estrés en los meses más cálidos.

2.4.2. Disponibilidad de sombra natural

La reserva de sombra natural en el establecimiento se estimó mediante fotointerpretación (Googler Earth) y se constató la condición de los rodales in situ.

En la Figura No. 4 se puede observar la ubicación de los rodales que ofrecen sombra al ganado; por otro lado se destaca su cercanía a la sala de ordeño.



FIGURA No. 4. Disponibilidad de sombra en el CRS.

Como se observa en la figura, por proximidad al tambo, el rodal de *eucaliptus* No. 1 y las escotaduras 1 y 2 situadas en el rodal de ciprés componen la oferta de sombra que el rodeo lechero tiene. El primero comprende un área de copa de 11.400 m² y la escotadura 1 y 2 tienen 1.100 y 1.500 m² respectivamente, lo que brinda una oferta total de 14.000 m². Esta área presupone, según la bibliografía, que existiría sombra para sostener 1000 vacas en ordeño en los meses más cálidos. El problema principal de estos rodales es que no tienen el manejo adecuado para este fin, lo que condiciona el ingreso de los animales por la presencia de tocones, ramas laterales bajas y un sotobosque sucio, factores que predisponen a la ocurrencia de lesiones, ya sea a nivel de la ubre o en otras partes del cuerpo de los animales.

En resumen, existe oferta de sombra, pero las principales limitantes para su uso son: en primer lugar la mala distribución, ya que la mayoría está ubicada en el sector sur del tambo condicionando el uso de los potreros de este sector para los meses de verano y en segundo lugar, la distancia a la sala de ordeño, demandando un recorrido aproximado hasta el rodal más cercano de 850 m. (Figura No. 4, rodal de eucaliptus No. 1 y escotadura 1), y 970 m. al rodal más lejano (Figura No. 4 escotadura 2).

En la Figura No. 4 además se ubican los dos ensayos recientemente instalados, los cuales ofrecerán una alternativa en el sector centro norte, en un sitio próximo al tambo y a fuentes de agua. La cercanía al tambo del rodal de nativas es de 160 m. y de 220 m. al rodal de salicáceas.

Cerca del tambo en el sector este hay un rodal de eucaliptus definido como No. 2, y al sur del mismo se sitúa una cortina de acacias que se utiliza para las vacas en parto. Se suma a la oferta de sombra natural un rodal de sauces, ubicados al norte de la represa mayor del CRS, y un conjunto de árboles aislados, constituido mayoritariamente por espinillos, situados al norte de la estación, que se utiliza para la cría.

Hay además cuatro cortinas de casuarinas, ubicadas en las orillas de alambrados; su función principal es la protección contra el viento y carece prácticamente de importancia para sombra.

2.5. PRINCIPALES HIPÓTESIS

En la zona sur del país se presentan condiciones de humedad y temperatura que predisponen la ocurrencia de un potencial estrés térmico.

Es posible desarrollar una técnica de plantación que permita generar sombra en base a la inclusión de ejemplares nativos.

El uso de ejemplares nativos es compatible con el uso pastoril del área.

El establecimiento de sombra con árboles es posible en suelos con cierto grado de hidromorfismo.

Las especies arbóreas seleccionadas tienen la ventaja de estar adaptadas a ecosistemas naturales.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACION Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El ensayo fue llevado a cabo en la Estación Experimental Centro Regional Sur de la Facultad de Agronomía (CRS), ubicado sobre camino Folle en el kilómetro 35,500 en la localidad de Progreso perteneciente al Departamento de Canelones.

La fase de plantación tuvo comienzo el día 3/8/2009, llegando a su fin el día 27/11/2009, lo que corresponde a un periodo aproximado de 5 meses. El lapso de plantación de los montes fue de 77 días, desde el 11 de agosto hasta el 20 de octubre. Respecto a las mediciones de los árboles, la primera se hizo el 28/10/2009, mientras la segunda fue el 28/11/2009.

Los cuidados posteriores a la plantación comenzaron a ejecutarse el 20/11/2009 hasta el 27/12/2009.

3.2. ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

Uno de los objetivos primarios de este estudio, es comprobar si efectivamente existió estrés térmico durante el período de octubre 2009 - febrero 2010 en la zona sur del país. Más precisamente en Canelones, Juanicó, donde se encuentra el Centro Regional Sur. Se evaluó a través del ITH, para su cálculo, se utilizaron registros de temperatura y humedad del aire de la estación meteorológica automática ubicada en el mismo CRS cerca de la sala de ordeño. Los sensores realizan el registro de temperatura y humedad cada 15 minutos y los datos se almacenan automáticamente en la computadora de la estación. Por practicidad se analizó por hora, utilizando el promedio de los 4 datos que caen en ese lapso de tiempo.

A partir de los cálculos se realizó un estudio estadístico del comportamiento del ITH. Se analizó todo el período y cada mes por separado y dentro de éste el comportamiento que tuvo el indicador a lo largo de las 24 horas del día.

3.3. ESTABLECIMIENTO DE LAS ESPECIES ARBÓREAS

Para evaluar el comportamiento y la capacidad de generar sombra de distintas especies arbóreas, se establecieron dos ensayos de plantación. Estos ensayos son

definidos en Silvicultura como rodales, porque son áreas que comprende un cultivo más o menos homogéneo en términos de edad, composición de especies y condición.

El ensayo de salicáceas es un rodal constituido por dos especies arbóreas, que son consideradas pioneras y de rápido crecimiento según prueba la revisión bibliográfica. Este ensayo se ubica al Oeste de la represa menor del CRS y al este del la Unidad de Producción de cerdos (Figura No. 5).



FIGURA No. 5. Distribución espacial de los ensayos en el Centro Regional Sur.

El ensayo de nativos, se compone de un mix de especies seleccionadas que tienen importancia promisoriosa en la restauración de ecosistemas nativos deteriorados y fomentan un desarrollo sostenible. Estas especies demandan cuidados especiales sobre

todo en las etapas iniciales de crecimientos (Muñoz et al., 2007). El rodal se sitúa al norte de las piscinas de efluentes del Tambo y al sur de la represa menor (Figura No. 5).

3.3.1. Descripción y uso de los suelos afectados

Son suelos saturados lixiviados cuya característica fundamental es la diferenciación textural, normalmente resultante de procesos de lixiviación de arcillas (Braga et al., 2003).

Según Braga et al. (2003), la presencia de un horizonte argilúvico fuertemente desarrollado trae como consecuencia la aparición de fenómenos de hidromorfismo, evidenciados en colores de matiz grisáceo, moteado y concreciones de hierro y manganeso. La saturación en bases en general es alta en todo el perfil y siempre aumenta significativamente en todo el perfil.

Los suelos presentes son asociaciones de Argisoles Eútrico Melánicos y Planosoles Eútricos Melánicos, Lac (sedimento limo arcilloso) (Braga et al., 2003). Por las características de estos sitios se utilizaba como estar y pasaje del ganado hacia el tambo.

3.3.2. Caracterización y descripción de las pasturas

Para determinar la línea de base en cuanto al comportamiento de este sitio, se realizó una caracterización de las pasturas en el área de plantación. Se analizó la oferta forrajera en kg. MS ha⁻¹ y luego se determinó la composición botánica de las especies que predominan en estos bajos.

La disponibilidad forrajera preexistente en las zonas de plantación se estimó por el método de doble muestreo. El mismo combina dos técnicas, obteniendo dos tipos de muestras, una directa (destrutivo) que se logró cortando la fitomasa aérea, y otra indirecta (no destructivo/visual), que presenta datos de la variable que se correlacionan con la fitomasa aérea. Cabe mencionar que por problemas en los tiempos, las mediciones de las pasturas correspondientes al ensayo de nativos fueron tomadas en el mes de agosto del 2009 y el área se encontraba libre al ingreso del ganado. En cambio, las mediciones de las pasturas correspondientes al ensayo de Salicáceas fueron muestreadas en noviembre del mismo año, con la diferencia que, al ya encontrarse el ensayo instalado, el área estaba cercada limitando el ingreso del ganado a pastorear.

En la práctica en primer lugar se recorrió toda el área objeto del relevamiento para establecer el grado de homogeneidad de la pastura. El siguiente paso fue determinar una escala de 3 puntos. Para dicha tarea se utilizó como unidad de muestreo un cuadrado de 0.3 m. de lado. Se comenzó por elegir visualmente y con el cuadrado de muestreo, aquel punto que represente a juicio del observador la situación de mayor rendimiento, siendo los atributos más importantes densidad y altura. Una vez elegido el punto se identifica con el no. 3. Para los siguientes puntos se procedió de manera análoga, eligiendo a continuación el otro punto extremo, o sea el de menor rendimiento y se identificó con el no. 1. Por último, se caracterizó el punto no. 2 que representó al valor de rendimiento intermedio.

Con una planilla y el cuadrado que se empleó para marcar la escala, se realizó un muestreo aleatorio, se recorrió la pastura y cada vez que se depositó el cuadrado se estimó, para el contenido del mismo, su similitud a uno de los tres puntos de la escala y se anotó en la planilla, se levantó el cuadrado y caminando el número de pasos prefijados se repitió la operación.

Una vez completado el muestreo se procedió a estimar el rendimiento de forraje de cada punto de la escala para expresarlo en kg/ha. de materia seca (MS). Para esto se eligieron dos cuadrados lo más parecido posible al punto correspondiente de la escala y se cortaron a ras del suelo, individualizándolos en bolsas de nylon separadas. La tercera muestra es la pertinente a la propia escala, y de esta manera se obtuvieron tres repeticiones de cada punto. Las muestras se pusieron a secar hasta que el peso seco fue constante.

El rendimiento se estimó mediante una regresión de los valores de MS de cada una de las repeticiones de la escala cortada, utilizando para la ecuación el promedio del valor de escala observado.

3.3.3. Técnica de plantación del rodal de Salicáceas

Éste rodal se fundamentó en la obtención de sombra en el mediano a corto plazo. Con este fin se establecieron 3 filas de la especie *Populus deltoides cv. harvard* (ex cv. `63/51`), y una fila de *Salix humboldtiana*, la primera de origen exótico y la segunda autóctona. Se optó por esta distribución para generar sombra lo antes posible y para eso se necesita que ocurra el cierre de copa rápidamente, el ancho y la orientación de la

cortina determina la superficie de sombra a disponer. La orientación de las filas de este rodal es de norte a sur, y en el lado oeste hay un alambrado que limita el área de la UPC (Unidad de Producción de Cerdos).

3.3.3.1. Preplantación

Compuesta de varias operaciones, desde el diseño del rodal, la procedencia y disposición de las plantas en el ensayo (plantines, barbados, estacas, etc.), así también las primeras tareas en el sitio como el control de hormigas y laboreo.

Para disponer de plantas con mayor crecimiento para la plantación, en julio del 2008 se realizó un vivero de barbados de *Populus deltoides cv. Harvard*. Las plantas permanecieron allí hasta agosto del 2009, donde se extrajeron en su mayoría por medio de una máquina de descalzado usada comúnmente en fruticultura. Luego del retiro de los barbados de álamos del vivero (desviverado), se llevaron al sitio de plantación con el sistema radicular cubierto con aserrín húmedo para instaurarlos definitivamente, evitando así el estrés y la deshidratación de los mismos. Cuando hubo un desfase entre el descalzado y la plantación, los barbados se mantuvieron en aserrín húmedo hasta el día de su plantación.

En paralelo a esta actividad, se realizó con frecuencia semanal, de forma manual y localizada el control de hormigas preventivo. Se buscaron los caminos y se siguió el recorrido de las hormigas para llegar a la olla, de no encontrarla, se agregaba una dosis de producto químico a 20 cm. de los caminos. El producto utilizado es un cebo tóxico en forma de granulado perteneciente al grupo químico Fenilpirazol, con FRIPONIL al 0.003.

En este caso se optó por no realizar laboreo, la decisión se basó en que se debía usar una técnica que demandara poco uso de maquinaria y de mano de obra. Por otra parte el área es lindera a una presa y en caso de hacer movimientos de tierra se corría el riesgo de generar procesos erosivos en la ladera o contaminación con sólidos en suspensión en la presa. El uso del área como senda de paso obligó a alambrear el perímetro para evitar el ingreso del ganado al rodal.

El diseño de plantación empleado es de tresbolillo (Figura No. 6), de manera de establecer equidistancias entre las plantas, disminuir la competencia entre las mismas y

permitir el rápido cierre de copa. Se adecua bien en zonas ventosas y en lugares donde se quiere dar un aspecto de bosque natural (Buresti y Mori, citados por Loewe, 2003).

En la Figura No. 6 se representa un esquema del diseño de plantación tresbolillo.

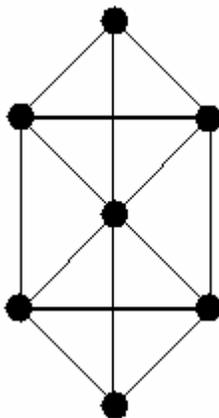


FIGURA No. 6 Representación esquemática del diseño tresbolillo.

El marco de plantación es de 3 * 3 m., equivalente a una densidad de plantación de 1282 plantas por hectárea, siendo esta densidad mucho mayor que la habitualmente usada para estas especies (277 árboles/há.). Se optó por ésta para que posibilite el cierre del dosel lo antes posible y lograr el cometido primordial de este proyecto (disponer de sombra rápidamente).

Por otro lado según, FAO (1980), Rossi y Torrá (2006), plantean que las cepas de esta especie tienen la capacidad de generar nuevos brotes (rebrotos) que pueden utilizarse para forraje de ganado (hojas con alto contenido de proteína bruta). También permite reservar algún ejemplar para planta madre, lo que significa tener una fuente de propagación para realizar nuevas plantaciones dentro del establecimiento o destinarlas a la venta si la situación lo amerita.

3.3.3.2. Plantación

Se procedió a realizar la marcación correspondiente de cada individuo según el diseño definido. En la práctica se enterró una estaca en los extremos de la fila y se ató una cuerda lo más tirante posible, de manera que ésta se mantuviera en línea recta y así

asegurar la distribución espacial y la equidistancia buscada. Luego con la regla se fue colocando una estaca cada 3 m. indicando el lugar correspondiente de cada individuo.

Siguiendo las recomendaciones de la FAO (1980), para la implantación de la especie *Populus*, se perforó el suelo con una mecha (accionada por la toma de fuerza del tractor y con sistema de tiro integrado al tractor de tres puntos) en el lugar que correspondía a cada árbol. El diámetro de la perforación fue de 0.30 m., a una profundidad de aproximadamente 0.40 m. Esta técnica permitió que con las dimensiones de los barbados de un año, se lograra una buena ubicación del sistema radicular sin que quedara retorcido. Tampoco fue necesaria la poda de las raíces y por tanto se disminuyó el estrés y la posibilidad de desecación.

Al colocar el ejemplar en el orificio, se le agregó primero la tierra que fue removida por la mecha, luego una fertilización estérter de aproximadamente 3 kg de compost y nuevamente tierra. Como último paso, a medida que se fue plantando, cada ejemplar fue regado a razón de 5 litros.

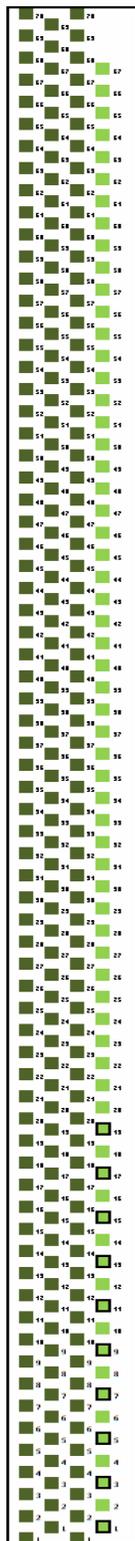
En cuanto a la especie *Salix*, se procedió a realizar un orificio con una barreta donde se colocaron las macro-estacas de 2 cm diámetro y de 0.40 m. de largo en promedio (Cozzo, 1976). Este procedimiento permitió que, al menos, dos yemas quedaran enterradas para que logren enraizar. Luego de colocadas se presionó el suelo para evitar que quede aire en el orificio. Por último, se regó cada una de las plantas con aproximadamente 5 lts. de agua el mismo día en el que fueron plantadas. Al igual que en los álamos, todas estas actividades deben realizarse en invierno cuando las yemas se encuentran aún en dormancia (FAO 1980, Cozzo 1976, Hawley y Smith 1982).

Finalmente el rodal se constituyó por 276 individuos, de los cuales el 75,7 % pertenece a la especie *Populus deltoides cv. harvard*, y el 24,3 % son *Salix humboldtiana*. Se divide de la siguiente forma: 70 individuos en la primera fila, 69 y 70 en la segunda y tercera fila respectivamente, completando un total de 209 cultivares de la especie *Populus*. Mientras que en la cuarta fila se plantaron 67 *Salix*, de los cuales 10 de ellos son barbados con 1 año de crecimiento, y los 57 restantes son de macro-estacas. Las filas pertenecientes a la especie *Populus deltoides cv. harvard* se ubican en la cota superior de este ensayo, en tanto que la especie *Salix humboldtiana* se sitúa en el sector más bajo del relieve que pertenece a la parte más próxima a la represa menor. El resumen se puede ver en el cuadro 4.

CUADRO No. 4. Distribución de las Especies en el Ensayo de salicáceas.

| Especies/ procedencia | <i>Salix humboldtiana</i> | | <i>Populos cv. harvard</i> |
|------------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| Filas | Barbado | macro- estaca | Barbado |
| Uno | | | 70 |
| Dos | | | 69 |
| Tres | | | 70 |
| Cuatro | 10 | 57 | |

En la Figura No. 7 se puede observar la distribución espacial de las especies consideradas en el ensayo de salicáceas.



DISEÑO DEL ENSAYO DE SALICÁCEAS

REFERENCIAS

- *Populus deltoides* cv. 'harvard'.
- *Salix humboldtiana* (barbados).
- *Salix humboldtiana* (macro-estacas).

1-2 Número de individuos por fila.

— Alambrado.

Norte



FIGURA No. 7 Representación esquemática del diseño del rodal de Salicáceas.

Las dimensiones del rodal de salicáceas es de 15 m. de ancho * 216 m. de largo, por lo cual se estima un área de copa efectiva de 3240 m². Según el criterio de Baucells y Fargas (2000), permitirá el acceso de 232 vacunos en plena lactancia.

3.3.3.3. Posplantación

Una vez implantado el monte (agosto, setiembre), fue necesario continuar con prácticas silvícolas para asegurar un correcto establecimiento de los individuos (hasta febrero). En este sentido se continuó con control de hormigas una vez por semana manteniendo el mismo método (Cozzo, 1976).

En cuanto al control de malezas, se minimizó la intervención llevándose a cabo únicamente cuando la vegetación espontánea se antepone a la altura de los ejemplares. Las intervenciones se limitaron al control con rotativa (chirquera) en la entrefila y con la vegetación residual se realizó un mulch para un control localizado en la base de cada individuo durante los primeros 3 meses (Cozzo, 1976). Dentro de la fila la vegetación existente se dejó intacta, de manera de evitar o disminuir el impacto en la biodiversidad. En diciembre, debido a que la evapotranspiración es mayor y por ende la disponibilidad de agua por árbol es menor, se optó por continuar con la pasada de rotativa en la entrefila y se sustituyó el mulch natural por la aplicación de un herbicida de contacto (Superquat, al 10%) para un control localizado y de mayor eficiencia.

3.3.4. Técnica de plantación del rodal de nativos

Para Altieri (1999) es común que en ecosistemas naturales (sistemas complejos) que preexistan una gran variación de especies (biodiversidad) con distintas edades, niveles de dosel, tasa de crecimientos, etc., lo que permite que los individuos más jóvenes crezcan a media sombra. Este hábito de crecimiento de población admite que ejemplares más jóvenes y susceptibles a diversos agentes sean protegidos por el crecimiento en conjunto de la comunidad (desempeñan un efecto nodrizas). Los individuos más viejos protegen a los jóvenes y cuando los más longevos cumplen su ciclo de vida (crecen, se desarrollan y mueren) los demás integrantes de la comunidad ya están preparados para hacer frente a factores estresantes (viento, sol, etc.).

Para cultivar especies nativas fue necesario generarle un ambiente similar en las que ellas sobreviven naturalmente (ecosistema natural), y darles condiciones ecológicas

para mejorar su desempeño. Finalmente el rodal está constituido por dos poblaciones de árboles con fines diferentes, las filas bordes o nodrizas y la población de nativos que crecerán de forma protegida en su interior.

3.3.4.1. Evaluación de la oferta de materiales para la implantación

Se determinó la oferta de árboles nativos con posibilidad de ofrecer sombra para ganado lechero. Esta actividad se realizó en varias etapas, la primera de ellas consistió en contactar a técnicos referentes en el área de especies nativas para investigar cuáles son los posibles viveros proveedores de árboles nativos y que especies dentro son más probable encontrar en el mercado⁴. Este primer paso, sumado a la búsqueda en diferentes medios, (internet, guías, etc.) permitió identificar y ubicar los posibles viveros que puedan trabajar en plaza con árboles nativos. A la vez se visitó un vivero cercano a Facultad de Agronomía (avenida Garzón No. 780) llamado Targetta, el cual nos derivó hacia otros colegas que trabajan en la zona, y que lo abasten principalmente con árboles nativos en casos puntuales.

Se realizaron visitas personales a varios viveros privados y puntualmente al vivero de Toledo (MGAP. Dirección Forestal) el cual es de carácter público, todos estos situados en la zona sur del país (Montevideo, Canelones) con posibilidad de trabajar con árboles nativos. También se consultó vía telefónica a otros viveros dedicados a la producción de nativos en distintas zonas del país.

En suma la oferta de árboles nativos es prácticamente inexistente a escala comercial. Los viveros que producen este tipo de árboles lo hacen para cubrir la demanda con fines ornamentales, siendo raro que dispongan con más de 15 ejemplares por especie. Se hace excepción al vivero de Toledo, que es el banco de germoplasma de especies arbóreas del MGAP y tiene una gran diversidad de plantas, que en casos puntuales de aquellas especies más demandadas si hay mayor disponibilidad. Esta fue la principal fuente proveedora de plantas junto con la Estación Experimental Bernardo Roosegurt de Facultad de Agronomía (EEBR).

Los técnicos consultados, resaltaron que la limitante principal para la producción de árboles nativos es la poca demanda que existe en el mercado. En el caso hipotético de que ésta se desarrolle, estarían dispuestos a ampliar su stock, lo que hace pensar en la

⁴ Brussa, C.; Gago, J. 2009. Com. personal.

factibilidad de un acuerdo con anticipo entre vivero y productor. Aun la utilización de nativas no es algo que se acostumbre en el Uruguay, los estudios de esta índole recién están comenzando.

El precio unitario promedio por planta es relativo, depende principalmente de la edad y el tipo y tamaño del envase. En líneas generales van desde \$12 el menor costo, hasta un valor máximo \$150. En cuanto a la oferta de variedad de árboles nativos, los más encontrados fueron *Schinus molle* (anacahuita), *Enterolobium contortisiliquum* (timbó), *Salix humbltdiana* (sauce criollo), *Schinus lentiscifolius* (molle ceniciento) entre otros.

3.3.4.2. Preplantación

Se procedió a eliminar los hormigueros practicando la misma sistemática del ensayo de salicáceas antes de comenzar los laboreos de suelo.

Se comenzó con las primeras operaciones de laboreos, que consistió en dos pasadas de excéntricas para desagregar el suelo y mejorar el contacto con el sistema radicular al momento de la plantación. Posteriormente se pasó una niveladora (Land Plain) que permite disminuir las variables que puedan sesgar las evaluaciones de las especies implantadas.

Como se citó en los párrafos precedentes, este rodal está integrado por dos poblaciones con finalidades distintas. Por este motivo el diseño de plantación de las nodrizas es diferente al diseño de nativas ubicado en su interior.

El diseño de plantación empleado para las nodrizas fue igual al utilizado en el ensayo de salicáceas, método de tresbolillo para que se dé rápidamente el cierre de copa y desempeñar su cometido.

Para las especies arbóreas nativas el marco de plantación fue de 3 * 3 m. con un diseño cuadrado. Se mantuvieron 6 m. de distancia entre las filas perimetrales del cuadro de nativas y el borde 2 de nodrizas.

3.3.4.3. Plantación

Salvo la preparación inicial del suelo, el método de plantación para las filas bordes (nodrizas) fue igual al ensayo de Salicáceas. Se perforó el suelo con mecha, se agregó la tierra, el compost y finalmente se regó. Los barbados de *Populus* para esta oportunidad se extrajeron en forma manual, lo que aparejó algunos daños mecánicos en el sistema radicular por parte de la pala de corte utilizada para la tarea. A su vez la plantación de estos pies se realizó fuera de fecha, cuando ya las yemas estaban en movimiento y en muchos casos el tallo ya con hojas. Para reducir el riesgo de desecación se le removieron las mismas, disminuyendo el área foliar y por ende la evapotranspiración. Sólo se descalzaban los individuos que iban a ser plantados ese mismo día, no siendo necesario en esta oportunidad colocarlos en aserrín húmedo.

En cambio para las nativas, la técnica de plantación presentó varias diferencias a los casos anteriores. Se optó por remover la tierra con pala de pocear logrando una excavación suficiente para colocar el cepellón y sustrato correspondiente a cada planta (Hawley y Smith, 1982). La fertilización estárter de aproximadamente 1 kg. de compost, se complemento con el agregado de una dosis de 1 kg. de cama de pollo lo que posibilitó un mayor aporte de nutrientes. Se mezcló previamente y luego se adhirió una dosis de 2 kg/planta, cuidando que la mezcla no quedara en contacto directo con la raíz para evitar riesgos de quemado. Este complemento nitrogenado no se aplicó en los ejemplares de *Parapiptadenia rígida*, dado que podría inhibir la simbiosis con los microorganismos fijadores de nitrógeno (Shelton, 1998).

La población nodriza (filas bordes) demandó un total de 147 individuos; no obstante, sólo se dispuso de 127 árboles manteniéndose constante el marco de plantación de 3 * 3. Los individuos faltantes fueron suplementadas con otras plantas nativas de más desarrollo. Las especies nativas *Citharexylum montevidense* (tarumán) y *Quillaja brasiliensis* (palo jabón) se instauraron en la esquina contraria al viento dominante. La primera se ubicó en el sector sureste del ensayo de especies arbóreas nativas y la segunda en la línea perteneciente al sur. Debido a que los vientos preponderantes en el sitio son provenientes del norte y noreste, esta disposición permite evitar la exposición de las plantas a estos vientos. En el cuadro siguiente se puede observar la constitución de las filas de nodrizas.

CUADRO No. 5. Composición de especies y número de individuos en las filas nodrizas.

| ESPECIES | NÚMERO DE INDIVIDUOS |
|--------------------------------------|----------------------|
| <i>Citharexylum montevidense</i> | 5 |
| <i>Populus deltoides cv. harvard</i> | 112 |
| <i>Quillaja brasiliensis</i> | 10 |
| Total general | 127 |

En el interior de estas filas nodrizas se instauraron las especies nativas a evaluar, *Mirsyne laethevirens* (canelón), *Schinus lentiscifolius* (molle), *Schinus molle* (anacahuita) y *Parapiptadenia rigida* (angico)

CUADRO No. 6. Constitución del ensayo de especies nativas en función de las especies y su distribución por filas.

| ESPECIES | FILAS | | | | | | | | | | | | | | TO T. |
|-------------------------------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | |
| <i>Myrsine laetevirens</i> | | | | | | | 7 | 7 | 7 | 15 | 15 | 3 | | | 54 |
| <i>Parapiptadenia rigida</i> | 12 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 4 | 4 | 4 | | | | | | 99 |
| <i>Schinus Lentiscifolius</i> | | | | | | | 4 | 4 | 4 | | | | | | 12 |
| <i>Schinus molle</i> | | | | | | | | | | | | 12 | 15 | 15 | 42 |
| Total general | 12 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 207 |

CUADRO No. 7. Especies y cantidad de ejemplares del cuadro de nativas discriminadas según origen de los plantines

| ESPECIE | ORIGEN DE PLANTAS | | TOTAL |
|-------------------------------|-------------------|--------------|-------|
| | Envase | Raíz desnuda | |
| <i>Myrsine laetevirens</i> | 54 | | 54 |
| <i>Parapiptadenia rigida</i> | 12 | 87 | 99 |
| <i>Schinus lentiscifolius</i> | 12 | | 12 |
| <i>Schinus molle</i> | 42 | | 42 |
| Total general | 120 | 87 | 207 |

Este rodal se ubica al sur de la cañada menor y al norte de las piscinas de afluentes del tambo, y las filas de las nativas se orientan en esta dirección buscando maximizar el uso de la radiación solar.

El diseño de este rodal (figura No. 8) se hizo en bloque de especies diferentes y dentro de estas distintas fuentes de procedencias (envase vs. raíz desnuda), de manera que permita evaluar el comportamiento de las especies. Éste diseño permitirá evaluar la conducta de un rodal puro, representados en la figura con un círculo rojo, así también analizar si existe interacción entre especies, simbolizadas por flechas de color amarillas. De esta forma el centro del rodal concentra todas las posibilidades de interacciones, siendo la única excepción la especie *Schinus molle* que en principio no estaban considerada en la planificación. En consecuencia esta especie solamente podrá interactuar directamente con la especie *Myrsine Laetevirens*.

La planificación original se basa en optimizar el uso de la radiación solar, para lograr una incidencia más uniforme a lo largo del día y así disminuir las variables que puedan sesgar los resultados.

El primer bloque corresponde a todos los individuos de la especie *Parapiptadenia rígida* de procedencia a raíz desnuda, se estableció en el sector Oeste del cuadro. Limita al este con las especies *Schinus lentiscifolius*, *Parapiptadenia rígida* en envase y *Myrsine Laetevirens*.

El segundo bloque está formado por *Schinus lentiscifolius* y se ubica en la zona central del cuadro al sur. Contigua al oeste por el bloque anterior, al norte por *Parapiptadenia rígida* en envase y al este por *Myrsine Laetevirens*.

El tercer bloque se constituye por *Parapiptadenia rígida* de procedencia en envase y se localizó en el centro. Confinado al oeste por su misma especie pero diferente procedencia, al sur *Schinus lentiscifolius* y finalmente al este y norte por *Myrsine Laetevirens*.

El cuarto bloque pertenece a la especie *Myrsine Laetevirens* situada en la zona central norte. Delimitada al oeste con el bloque 1, al sur y al oeste con el bloque 3 y 2 respectivamente y por ultimo al este con el bloque 5.

El quinto y último bloque es el de la especie *Schinus molle* establecido al este. Lindera con el bloque 4 al este.

DISEÑO DEL ENSAYO DE ESPECIES ARBÓREAS NATIVAS

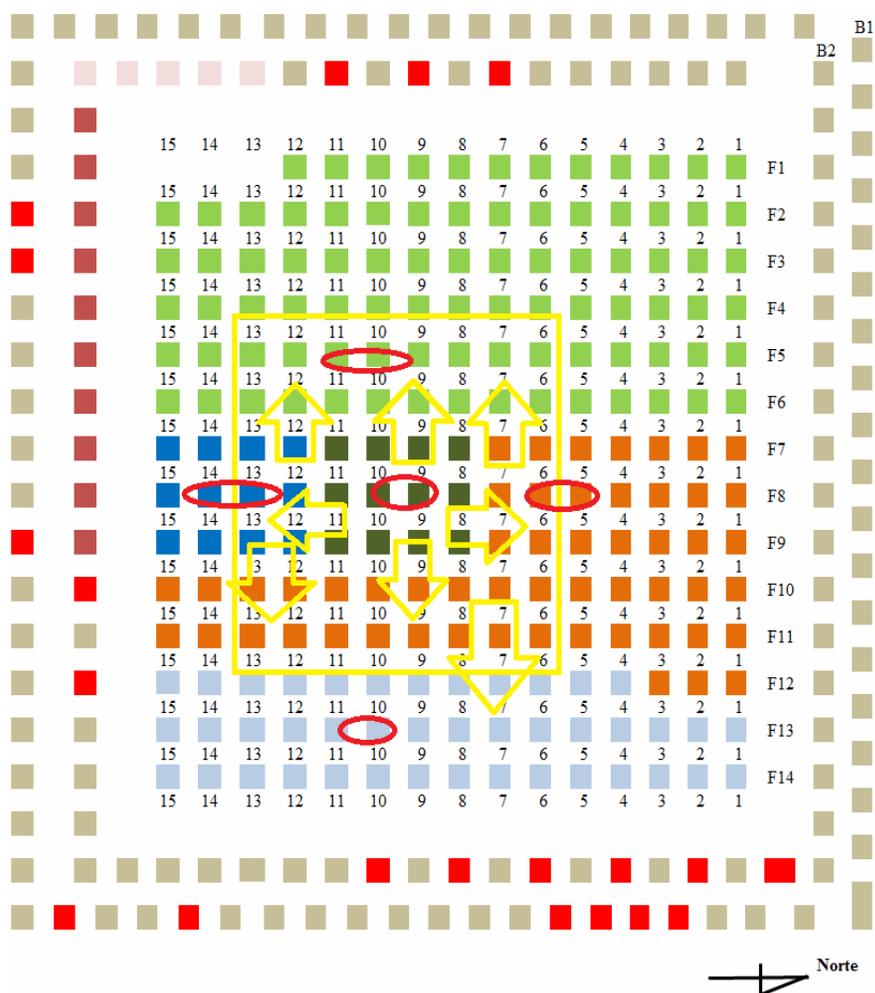


FIGURA No. 8. Diseño de plantación del rodal del nativo.

| REFERENCIAS | | |
|-------------|---|--|
| | B1 y B2: borde 1 y borde 2 respectivamente | |
| | <i>Populus deltoides cv. harvard</i> | |
| | No se plantó por faltantes | |
| | <i>Qillaja brasiliensis</i> | |
| | <i>Cihtarexylum montevidensis</i> | |
| | <i>Parapiptadenia rigida</i> (raíz desnuda) | |
| | <i>Schinus lentiscifolius</i> | |
| | <i>Parapiptadenia rigida</i> (en envase) | |
| | <i>Myrsine Laetevirens</i> | |
| | <i>Schinus molle</i> | |

Este rodal de arboles nativos presenta 60 * 60 m. de lado, estimándose 3600 m² de área de copa. Según el criterio de Baucells y Fargas (2000), permitirá el acceso de 257 vacunos en plena lactancia.

3.3.4.4. Posplantación

Se continuó con el control de hormigas y el control de malezas. En cuanto a este último se empleó una técnica de supresión mecánica (se cubre el suelo con una lámina que impida la entrada de sol para evitar el desarrollo de malezas). Se empleó con este fin desechos de nylon de silo, un residuo abundante y común en predios lecheros. Con la cantidad de material con el que se dispuso se procedió a colocar alrededor de cada plantín un disco perforado de aproximadamente 0,5 m. de radio, tamaño que se considera insuficiente para el objetivo planteado.

Los fuertes vientos y sol directo presentes en el sitio, motivó a la realización de mecanismos de protección para disminuir la exposición de los individuos al estrés y evitar bajas en la población objetivo. Se diferenciaron dos sistemas debido a los limitados recursos económicos, aunque lo conveniente es proceder con un sistema de protección único para todas las plantas disminuyendo las variables dentro del ensayo. En todo el sector noreste del cuadro de nativas donde se ubican las especies con menos síntomas de estrés, se efectuó una cortina con una malla sintética (sombrite) de 80% de retención de luz. En el sector suroeste donde sitúan individuos más afectados como, *Parapiptadenia rigida* que se implantaron a raíz desnuda se usó un sistema de protección individual con los mismos materiales. Merece destacar que para el caso de *Shinus Molle* no se utilizó ninguna de estas dos protecciones. Otro aspecto a destacar fue que esta especie dispuso de un tutor que guiaba el crecimiento y evitaba la tortuosidad.

3.3.5. Definición de parámetros de crecimiento

Se definió que en la primera mensura in situ se recabarán, datos de diámetros de cuello (medida sobre el nivel del suelo) y altura de tallo principal (desde la base hasta la última yema viva). Para las mediciones mensuales se continuó con el parámetro de altura total del tallo principal o, en caso de que estuviese quebrado, se medía el siguiente. De esta manera se pudieron estimar y evaluar los indicadores de prendimiento y crecimiento para los dos ensayos.

La toma de datos se comenzó por el sector norte de la población, correspondiendo a los individuos número uno de cada fila. La fila número uno comienza del lado noroeste, la cual corresponde a los ejemplares de angico a raíz desnuda. De este modo todos los individuos fueron censados e identificados.

Para la medición del diámetro de cuello se utilizó un calibre digital del CRS y la precisión de la mensura fue en milímetros (mm.). Respecto a la altura se empleó una cinta métrica de hule y se midió la altura del último brote, expresándose en metros (m.). Respecto a las fechas de medición la primera se realizó el 28/10/2009 y la segunda exactamente el mes siguiente (28/11/2009).

A su vez se designó un código numérico que describe como se encuentra cada individuo, correspondientes al carácter cualitativo de la situación de los rodales. En este sentido se definen: menos (-1) equivale a los individuos no plantados por faltante (pero que deberían haberse plantado); cero (0) describe a los plantines que están necrosados (muertos); uno (1) ápice seco pero brotando desde la base; dos (2) pertenece a las plantas que presentan síntomas de estrés; tres (3) se encuentran en buen estado, es decir, han prendido y presentan síntomas de buena vitalidad; y cuatro (4) ejemplares desfoliados pero con el tallo aún verde. Cabe destacar que en aquellos individuos que estaban desfoliados y con ápices necrosados (código 4) la altura medida fue hasta la última yema verde.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ÍNDICE DE TEMPERATURA Y HUMEDAD (ITH)

4.1.1. Caracterización mensual del comportamiento del ITH

La temperatura promedio en el período de estudio (octubre a febrero; 2009-2010) fue de $19.9^{\circ}\text{C} \pm 5.5$ de desvío estándar (DE) y la humedad relativa 76% (± 17 DE). La temperatura máxima promedio fue de $25.1 \pm 4.7^{\circ}\text{C}$. con una máxima absoluta de $33,8^{\circ}\text{C}$. ocurrida el 1^{ero} de febrero entre las 16:00 y 17:00 horas. La mínima absoluta fue de $3,4^{\circ}\text{C}$ dándose el 15 de octubre entre las 03:00 y 04:00 horas (Anexo No. 2, en el CD adjunto).

En el cuadro No. 8 se presentan los datos de temperatura (T°) y humedad (HR) discriminada por mes, observándose como es de esperar, una temperatura media y máxima media superior para el mes de enero sobre el resto de los meses. En cambio febrero es la que posee la humedad relativa media más alta y corresponde al 84%.

Cuadro No. 8. Temperaturas y humedad relativa del aire para el período octubre a febrero 2009-2010.

| MES | T° MEDIA (° C) | T° MAX MEDIA (°C) | T° MAX ABSOLUTA (°C) | T°MIN ABSOLUTA °C | HR MEDIA % |
|-----------|-------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------|
| OCTUBRE | 14,6 | 20,1 | 31,8 | 3,4 | 74 |
| NOVIEMBRE | 19 | 23,9 | 29,9 | 6,65 | 79 |
| DICIEMBRE | 20,1 | 25,2 | 33,3 | 8,6 | 76 |
| ENERO | 23,5 | 29,5 | 33 | 11,6 | 72 |
| FEBRERO | 22,3 | 27,1 | 33,8 | 9,3 | 84 |

A continuación se compara el ITH medio e ITH máximo medio (con sus respectivos desvíos) de los registros climáticos 1980-2008 tomados de la estación meteorológica del INIA Las Brujas con los tomados en la estación del CRS. No se observaron diferencias significativas entre ambos registros, tanto para el ITH medio como para el ITH máximo medio. Para ambos casos enero fue el mes con mayor ITH mientras que octubre fue el mes con los valores inferiores. Los promedios de ITH mensuales no lograron superar el umbral crítico (>72) pero si ocurrió esta condición para el ITH máximo medio para los meses de diciembre, enero y febrero.

CUADRO No. 9. Comparación ITH medio e ITH máximo entre el período en estudio y las normales climáticas (1980-2008) tomadas del INIA Las Brujas (Anexo No. 2, en el CD adjunto).

| MES | ITH MEDIO | | | ITH MAX MEDIO | | |
|------------------|-----------|-----------|------------|---------------|-----------|------------|
| | 1980-2008 | 2009-2010 | DIFERENCIA | 1980-2008 | 2009-2010 | DIFERENCIA |
| OCTUBRE | 61 ± 5 | 58 ± 8 | -3 | 69 ± 6 | 66 ± 6 | -3 |
| NOVIEMBRE | 64 ± 5 | 65 ± 6 | 1 | 73 ± 6 | 71 ± 4 | -2 |
| DICIEMBRE | 68 ± 4 | 67 ± 6 | -1 | 77 ± 6 | 73 ± 4 | -4 |
| ENERO | 71 ± 4 | 71 ± 6 | 0 | 80 ± 5 | 78 ± 3 | -2 |
| FEBRERO | 70 ± 4 | 70 ± 6 | 0 | 79 ± 5 | 76 ± 4 | -3 |

Para la figura No. 9 se presenta la cantidad de horas al mes en que el ITH supera el umbral crítico (>72). Para enero se registraron 336 horas con ITH mayor al crítico, febrero con 282, diciembre con 135, noviembre y octubre simplemente con 75 y 36 horas respectivamente (Anexo No. 2, en el CD adjunto).

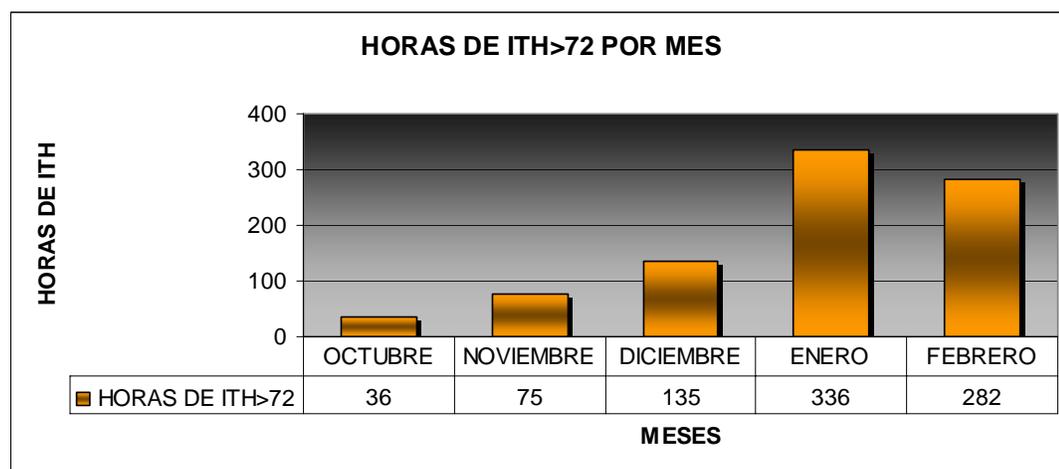


FIGURA No. 9. Horas de ITH al mes con valores mayores al nivel crítico.

4.1.2. Caracterización horaria mensual del comportamiento del ITH

Al ser octubre y noviembre meses con bajo riesgo de estrés calórico solo se analizarán por franja horaria los meses de diciembre enero y febrero.

En la figura No. 10 se presenta la cantidad de días en los que el ITH es mayor o igual a 72 según la hora en el que ocurre. La cantidad de días totales para diciembre, enero y febrero es de 90 días. A partir de las 9:00 horas hasta las 20:00 horas se observa que más del 50 % de los días el ITH pasa el umbral crítico, tendiendo el pico máximo en la franja de 13:00 a 14:00 horas y 14:00 a 15:00 horas con 64 y 63 días respectivamente, lo que equivale a un 71% de los días analizados (Anexo No. 2, en el CD adjunto).

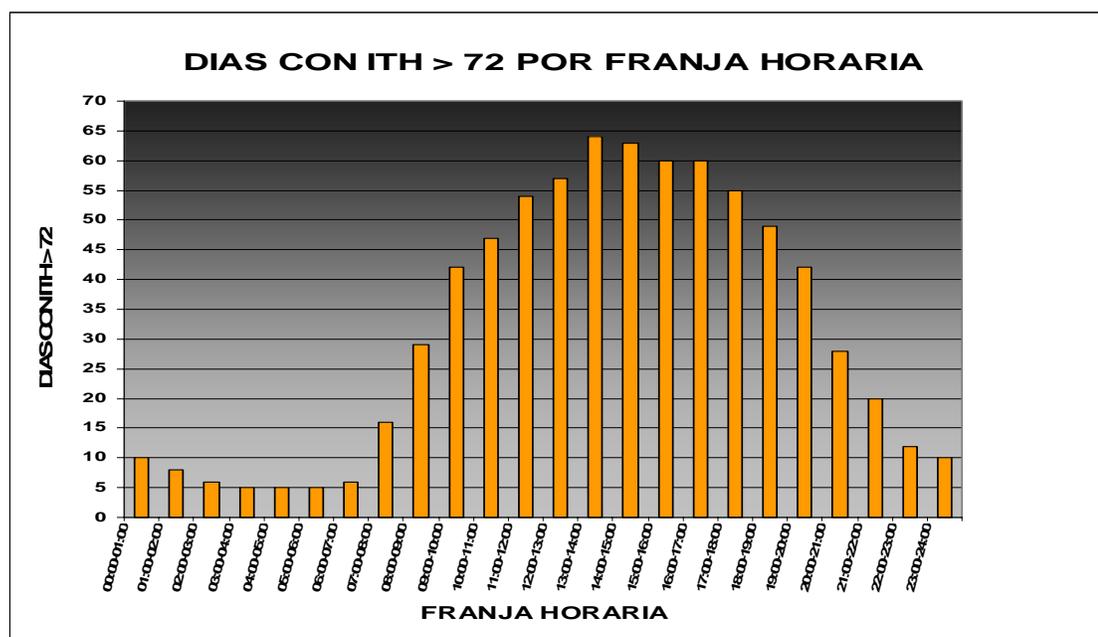


FIGURA No. 10. Cantidad de días con ITH mayor a 72 en diciembre - enero – febrero.

En la figura No. 11 se presenta el ITH promedio por franja horaria, el pico se corresponde con las horas de mayor frecuencia de ocurrencia del evento (ITH>72). El ITH promedio entonces para el lapso de 13:00 a 14:00 horas y 14:00 a 15:00 con un valor de 74 para ambos casos.

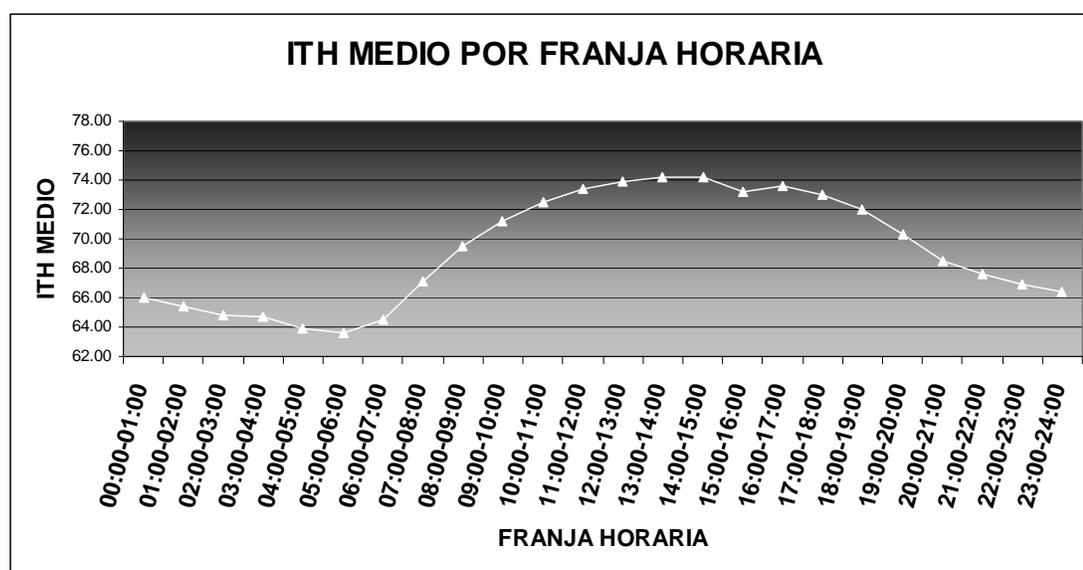


FIGURA No. 11. ITH promedio por franja horaria diciembre - enero - febrero

4.1.3. Perdida teórica de producción

En el cuadro siguiente se expresa la pérdida de producción láctea durante el periodo analizado y bajo el supuesto de Flamenbaum (1994) y considerando la densidad de la leche según Nasanovsky et al. (2001) (Anexo No. 2, en el CD adjunto).

CUADRO No. 10. Perdida teórica de producción según ITH del período.

| MES | Perdida kg. leche/vaca | Perdida kg. de leche/tambo | Perdida lts. leche/vaca | Perdida lts. leche/tambo |
|------------------|------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------------|
| DICIEMBRE | 0,78 | 127 | 0,76 | 123 |
| ENERO | 5,64 | 880 | 5,48 | 854 |
| FEBRERO | 10,86 | 1520 | 10,54 | 1476 |
| TOTAL | 17,28 | 2527 | 16,78 | 2453 |

En el cuadro anterior se observa que en condiciones de déficit de sombra para el rodeo lechero, la pérdida en kg. de leche por vaca para todo el período diciembre-

febrero 2009-2010 sería de 17.28. Lo que en el total del tambo y en equivalencia a litros, las pérdidas serían de 2453.

4.2. ENSAYO DE SALICÁCEAS

4.2.1. Oferta de forraje en kilos de materia seca por hectárea

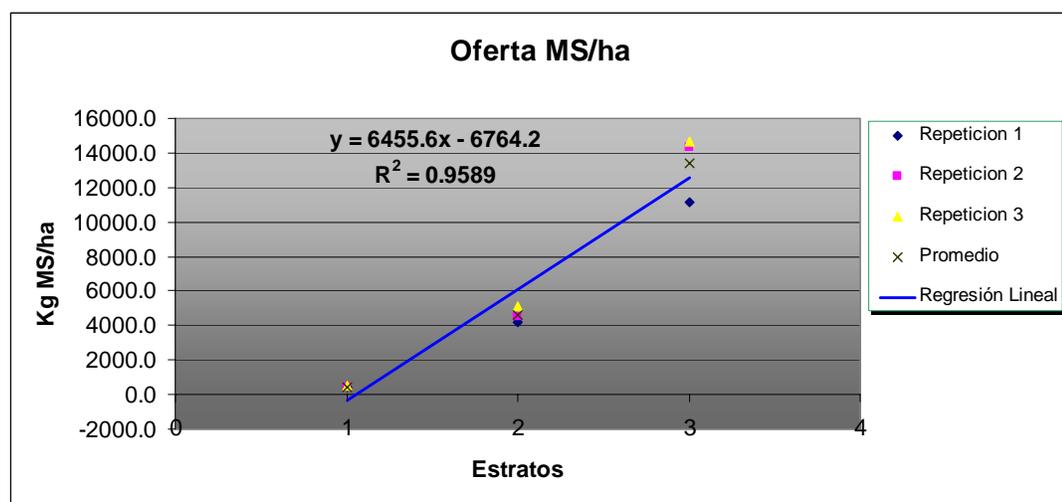


FIGURA No. 12. Oferta MS ha⁻¹ en el ensayo de Salicáceas.

Este gráfico se desprende de los datos recabados del doble muestreo. Dichos números se presentan en el (Anexo No. 3, en el CD adjunto). Lo que se obtiene a partir del gráfico es un modelo lineal de cómo se comporta la disponibilidad de la pastura. El modelo se describe mediante la siguiente función: $y = 6455.6x - 6764.2$. El valor de $x = 1.88$ y se obtuvo a partir de la frecuencia que tiene cada estrato en la hectárea; dando una estimación de la oferta forrajera en kg. MS ha⁻¹ de 6.855,9. Al secar las muestras tomadas se obtuvo en promedio un % de MS en relación al peso fresco de 30,5.

Las especies que predominan en la zona del ensayo de salicáceas eran *Juncus sp.*; *Eryngium sp.*; *Anthemis cotula*; *Convolvulus arvensis*; *Plantago lanceolata*; *Erodium cicutarium*; *Erodium malacoides*; *Marrubium vulgare*; *Eupatorium sp.*; *Bartsia trixago*; *Rumex sp.*; *Veronica repens*. Las gramíneas que se encontraron fueron *Bromus catharticus*; *Paspalum notatum*; *Lolium multiflorum*; *Schizachyrium scoparium*; *Cynodon dactylon* y la única leguminosa presente fue *Adesmia bicolor*.

4.2.3. Evolución de las especies arbóreas

En primera instancia se evaluó el prendimiento de las especies tras la plantación, así como su estado después de una categorización cualitativa con el fin de describir la situación del rodal. A posteriori, se analizaron estadísticamente los parámetros de crecimiento para poder extraer conclusiones sobre el comportamiento de las especies consideradas (Anexo No. 4, en el CD adjunto).

CUADRO No. 11. Descripción cualitativa de las especies del ensayo de salicáceas tras la primera medición (28/10/2009).

| ESPECIES | MUERTOS | BUEN ESTADO | DESFOLIADO |
|-------------------------|---------|-------------|------------|
| <i>Populus barbado</i> | 5 | 201 | 3 |
| <i>Salix barbado</i> | 2 | 8 | |
| <i>Salix m. estacas</i> | 5 | 52 | |

Los datos arrojan un prendimiento de los *Populus* del orden del 96 %, un 2,5 % de especies que aún no han brotado y el 1,5 % restante pérdida por muerte (tallo totalmente necrosado).

En cuanto a la especie *Salix humboldtiana* se estima que, un 80 % de los individuos originados por barbado se estableció con éxito, mientras el 20 % restante murió. En cambio para macro-estacas el 91 % se implantó bien. En líneas generales, para la especie existió un 90 % de prendimiento en primera instancia.

Según fila de plantación la situación reveló los siguientes datos: de los 70 individuos plantados en la fila uno, solamente 4 plantas murieron (código 0) y las restantes se encuentran prendidas y en buen estado (3). Mientras que en la fila dos se perdió 1 individuo (0) y 2 ejemplares estaban en estado desfoliado (4). Sin embargo, la fila tres tiene 1 ejemplar en estado desfoliado y los restantes en buenas condiciones (3).

CUADRO 12. Descripción cualitativa de las especies del ensayo de salicáceas tras la segunda medición (28/11/2009).

| ESPECIES | MUERTOS | BUEN ESTADO | SINT. DE ESTRÉS |
|-------------------------------|---------|-------------|-----------------|
| <i>P. deltoides barbado</i> | 10 | 170 | 29 |
| <i>S. humbold. barbado</i> | 2 | 6 | 2 |
| <i>S. humbold. m. estacas</i> | 27 | 30 | |
| Total | 39 | 206 | 31 |

Según se aprecia en el cuadro No. 12 la evolución de los individuos del rodal de salicáceas, destaca que finalmente hay un 95 % de supervivencia en álamos el cual es un indicador común según Cozzo (1976) para los barbados, sin embargo 29 ejemplares comenzaron a presentar síntomas de estrés. En tanto que para sauces se registra un 56,7 % de sobrevivencia incluyendo las dos procedencias. Al considerar las distintas procedencias de *Salix humboldtiana*, se evidencia que los barbados se mantuvieron constantes respecto al prendimiento mientras que los más afectados fueron los procedentes de macro-estacas dando un 52,6 % de prendimiento.

Respecto a *Salix humboldtiana*, que es la especie más afectada, se agregan otras razones, entre ellas se destacan que las ramas de las que se sacaron las macro-estacas, hacía varios días que se habían descartado, lo que hace evidente que estaban expuestas a deshidratarse. Para recuperarlas fue necesario colocarlas en agua desde el día que fueron donadas hasta la plantación⁵. Como se mencionó anteriormente, el laboreo fue mínimo, no se le hizo grandes controles de malezas y no contó con fertilización estándar.

En el caso de las plantaciones por estacas Cozzo (1976) plantea la necesidad de suelos ricos sobre todo en los horizontes superficiales, debido a que los nutrientes se agotan rápidamente dado el escaso desarrollo radicular que presenta este sistema. En el cuadro No. 13 se describen los parámetros estadísticos estimados para las dos especies consideradas en el ensayo de salicáceas.

CUADRO No. 13. Descripción de los parámetros de crecimiento de las Salicáceas.

| ESPECIES | DIAM. DE CUELLO (milímetros) | TASA DE CRECIMIENTO (metros/mes) |
|---------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| <i>P. deltoides</i> | 20 ± 4 | 0,12 ± 0,14 |
| <i>S. humbold</i> | 11 ± 3 | 0,16 ± 0,09 |

La especie *Populus deltoides cv. harvard* presenta un diámetro de cuello medio de 20 mm., y un desvío estándar de 4 mm., en tanto la altura media de los ejemplares estuvo en 1,21 m. ± 0,32 y se estima que el incremento medio mensual fue de 0,12 m.

Los barbados de *Salix humboldtiana* manifestaron un incremento de 0.16 m con un desvío de 0.09. Posee un diámetro de cuello medio de 11 mm. con un desvío estándar de 3 mm.

⁵ Escudero, R. 2009. Com. personal.

4.3. ENSAYO DE NATIVAS

4.3.1. Caracterización de la pastura correspondiente al ensayo de nativos

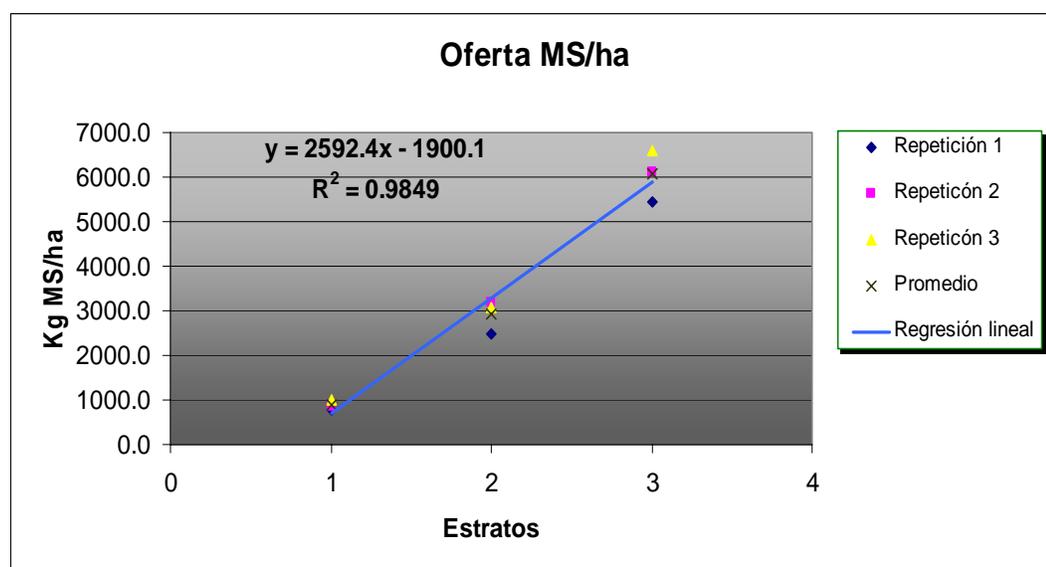


FIGURA No. 13. Oferta MS ha⁻¹ en el ensayo de nativos

Los datos recabados de donde parte este gráfico tuvieron la misma metodología que en el caso anterior, el muestreo fue el mismo salvo la diferencia en las fechas. Para estas circunstancias se muestreó en agosto y el área se encontraba bajo pastoreo continuo. El modelo de regresión lineal que se obtiene se describe mediante la fórmula: $y = 2592.4x - 1900.1$. El valor para x logrado por las frecuencias de los distintos estratos es igual a 1.63. Sustituyendo en la fórmula se estima una disponibilidad de MS ha⁻¹ de 2.334,2 kg (Anexo No. 3, en el CD adjunto).

Las especies predominantes en el área del ensayo número dos fueron *Carex sp.*, *Rumex sp.*, y las gramíneas *Stipa neesiana*, *Paspalum dilatatum*, *Holcus lanatus* y *Cynodon dactylon*.

4.3.3. Evolución de las especies arbóreas nodrizas

A continuación, se hace una breve descripción cualitativa y un análisis de los indicadores de crecimiento, que brindará información acerca de la bondad de las especies plantadas (Anexo No. 5, en el CD adjunto).

CUADRO No. 14. Descripción cualitativa de las especies nodrizas tras primera medición.

| ESPECIES | MUERTOS | BROTE BASAL | SINT. DE ESTRÉS | EN BUEN ESTADO | DESF. |
|------------------------|---------|-------------|-----------------|----------------|-------|
| <i>C. montevidense</i> | | 4 | 1 | | |
| <i>P. cv. Harvard</i> | 4 | 10 | 18 | 46 | 34 |
| <i>Q. brasiliensis</i> | | 10 | | | |
| Total general | 4 | 24 | 19 | 46 | 34 |

En el cuadro No. 14 se describe la población de nodrizas, la cual reveló que la mayoría (4/5), o sea un 80 % de los individuos de la especie *Citharexylum montevidense* sufrieron un gran estrés luego de ser plantados, el que se manifestó en un desfoliado general, que culminó con el ápice seco y luego brotaron desde la base (código 1). Solamente un individuo aún presentó síntomas de estrés (2). Algo similar demostró el comportamiento de la especie *Quillaja brasiliensis* que el 100% de los individuos estuvieron sin hojas y en ese momento comenzaron a brotar desde la base (1).

Sin embargo, la especie *Populus deltoides cv. harvard* manifestó un 3,6 % de pérdidas (murieron), un 8,9 % comenzaron a brotar desde la base, un 16 % presentó síntomas de estrés, el 30 % estaban defoliados y el restante 41,7 % crecían en excelentes condiciones. Esta situación se puede explicar, en primer lugar, por haberse plantado fuera de fecha y segundo por el método de extracción de los barbados del vivero llevada a cabo en forma manual con pala de corte y de diente, que pudo causar daños mecánicos al sistema radicular de los individuos. La fecha de desviverado y plantación (25/09/2009) fue tardía, razón por lo cual las plantas estaban en movimiento de yemas y muchas se encontraban brotadas y con hojas. Esta situación propició la deshidratación y posterior muerte de los individuos afectados.

Al comparar los población de *Populus deltoides cv. harvard* del ensayo de salicáceas con los establecidos en las filas nodrizas del ensayo de especies arbóreas nativas, se destacan grandes diferencias en sobrevivencia: un 95 % y 54.4 % respectivamente, esto demuestra la importancia de la fecha de plantación y la técnica de desviverado, dos variables que pudieron haber determinado la viabilidad de esta especie.

CUADRO No. 15. Descripción cualitativa de las especies nodrizas tras la segunda medición.

| ESPECIES | MUERTOS | BROTE BASAL | SINT. DE ESTRES | EN BUEN ESTADO |
|------------------------|---------|-------------|-----------------|----------------|
| <i>C. montevidense</i> | | | | 5 |
| <i>P. cv. harvard</i> | 40 | 9 | 5 | 58 |
| <i>Q. brasiliensis</i> | 1 | | 9 | |
| Total general | 41 | 9 | 14 | 63 |

Como se puede apreciar, la especie *Citharexylum montevidense* ha evolucionado positivamente ya que el 100% prendió y en buenas condiciones de crecimiento. Por su parte, la otra especie nativa involucrada, *Quillaja brasiliensis*, también ha evolucionado aunque con mayores dificultades, ya que el 90 % presentó síntomas de estrés y 1 individuo murió, lo que representa un 10 % de pérdidas. En tanto los *Populus deltoides cv. harvard* fueron los más afectados como se anticipaba tras la primera observación. En este caso se constató un 35,7 % de pérdidas por muerte, 7,1 % brotaron desde la base, 2,7 % de la población está con síntomas de estrés y el 54,4 % restante está creciendo de forma favorable. Es evidente que las condiciones de desviverado y trasplante determinó el éxito de esta especie.

CUADRO No. 16. Parámetros de crecimiento de la especie nodriza *P. cv. Harvard*.

| ESPECIES | DIAM. DE CUELLO (milímetros) | TASA DE CRECIMIENTO (metros/mes) |
|-----------------------|------------------------------|----------------------------------|
| <i>P. cv. Harvard</i> | 22 ± 6,0 | 0.12 ± 0,06 |

Como se destacó en el cuadro anterior los individuos de mayor diámetro de cuello corresponden a la especie *Populus deltoides cv. harvard*, que tienen 22 ± 6 mm. de espesor. En cuanto a la altura inicial y final media expresada en m. es de 1,23 y 1,35 respectivamente, evidenciando una tasa de crecimiento de 0,06 m. (6 cm.) por mes.

4.3.4. Evolución de las especies arbóreas de nativas

Como se puede constatar en el cuadro siguiente, la situación del rodal de árboles nativos en la primera observación (a excepción de *Parapiptadenia rígida* a raíz desnuda), es que la mayoría de la población se encontró en buen estado, independientemente de la especie considerada. Esto significa que el prendimiento de las diferentes especies, en general, fue bueno (Anexo No. 6, en el CD adjunto).

Si llevamos las observaciones a porcentajes, se constata un 82,6 % de individuos prendidos sobre el total de la población nativa. El restante 17,4 % estaba en estado defoliado, es decir, aún sin brotar pero con signos vitales (tallos verdes y con savia) y corresponden a los ejemplares de la especie angico de procedencia a raíz desnuda. Esto demuestra la importancia del método en el que se disponen los plantines. La diferencia entre raíz cubierta y raíz desnuda a la hora de cultivar plantas nativas es un factor a tener en cuenta según lo observado en los primeros días pos-plantación.

Para *Parapiptadenia rigida*, se plantaron 99 ejemplares, 87 a raíz desnuda y 12 a raíz cubierta. En su globalidad 64 % de éstos se encontraban en buen estado y los restantes estaban desfoliados. Si se consideran solo los ejemplares que se establecieron a raíz desnuda, un 58,6 % de prendieron y estaban en buen estado, mientras que el 41,4 % se hallaban aún sin brotar. Cabe destacar que varios de estos individuos, al ser transportados en estas condiciones (raíz desnuda) sufrieron estrés aun antes de ser plantados y ya se veían desfoliaciones parciales. Luego se agravó aún más esta sintomatología. En contraposición, al considerar los plantines en envase se constató un 100 % de prendimiento (3).

CUADRO No.17. Descripción cualitativa del cuadro nativas tras la primera observación.

| ESPECIES | MUERTOS | SINT.DE ESTRÉS | EN BUEN ESTADO | DESF. | TOTAL |
|------------------------------------|---------|-------------------|-------------------|-------|-------|
| <i>P. rigida</i> en envase | | | 12 | 0 | 12 |
| <i>P. rigida</i> a raíz desnuda | | | 51 | 36 | 87 |
| <i>Myrsine laetevirens</i> | 1 | 4 | 49 | | 54 |
| <i>Schinus lentiscifolius</i> | | | 12 | | 12 |
| <i>Schinus molle</i> | | | 42 | | 42 |
| Total general | 1 | 4 | 166 | 36 | 207 |

CUADRO No. 18. Descripción cualitativa del cuadro nativas tras la segunda observación.

| ESPECIES | MUERTOS | BROTE BASAL | SINT.DE ESTRÉS | EN BUEN ESTADO | TOTAL |
|------------------------------------|---------|----------------|-------------------|-------------------|-------|
| <i>P. rigida</i> en envase | | | | 12 | 12 |
| <i>P. rigida</i> a raíz desnuda | 14 | 45 | 4 | 24 | 87 |
| <i>Myrsine laetevirens</i> | 1 | | 4 | 49 | 54 |
| <i>Schinus lentiscifolius</i> | | | | 12 | 12 |
| <i>Schinus molle</i> | | | | 42 | 42 |
| Total general | 15 | 45 | 8 | 139 | 207 |

El cuadro anterior permite comparar el comportamiento de las especies y la evolución que han tenido, desde la medición anterior hasta la actual.

Esta evolución permite concluir que prácticamente todas las especies tuvieron el mismo comportamiento en cuanto a la supervivencia. En donde existieron diferencias fue en la disposición con la que se presentaban los plantines.

Como era de esperar *Parapiptadenia rigida* a raíz desnuda es el caso más afectado y a el que más le ha costado implantarse en el sitio. El 28 % de estos estaban en buen estado, el 52 % brotó desde la base, el 4 % con síntomas de estrés y el 16 % que resta murieron. El otro caso que no se implantó con el 100% de éxito fue *Myrsine laetevirens*, que de los 54 individuos, el 90,7 % están en excelentes condiciones (código 3), el 5,5 % presentan síntomas de estrés y el restante 1,8 % murieron. De igual forma estos indicadores son muy promisorios. En tanto que las demás especies consideradas (*Schinus lentiscifolius*, *Schinus molle* y *Parapiptadenia rigida* en envase) no han sufrido manifestaciones negativas en su arraigo.

CUADRO No. 19. Parámetros de crecimiento de las especies arbóreas nativas.

| ESPECIES | DIAM. DE CUELLO (milímetros) | TASA DE CRECIMIENTO (metros/mes) |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| <i>P. rigida</i> raíz desnuda | 4 ± 1 | 0,02 ± 0,02 |
| <i>P. rigida</i> en envase | 5 ± 1 | 0,03 ± 0,02 |
| <i>Myrsine laetevirens</i> | 6 ± 2 | 0,04 ± 0,04 |
| <i>Schinus lentiscifolius</i> | 6 ± 1 | 0,06 ± 0,03 |
| <i>Schinus molle</i> | 6 ± 1 | 0,14 ± 0,13 |

Para complementar la información procesada actualmente, se adjunta un estudio sobre los parámetros de crecimiento para las especies. Para la especie *Parapiptadenia rigida* se separan los individuos que provienen en distintas formas (macetas vs. raíz desnuda)

En relación a *Parapiptadenia rigida* tanto el diámetro de cuello como la altura inicial de los ejemplares a raíz cubierta fue mayor en comparación de los que proceden a raíz descubierta. Los individuos en envase presentaron un diámetro de cuello medio de 5 ± 1 mm., mientras que lo de raíz desnuda 4 mm con igual desvío.

Si evaluamos la tasa de crecimiento respecto a la altura, para los de procedencia en envase, se registró un incremento de 0,03 m. Por otro lado, el mayor diámetro fue de 6 mm. y el de menor fue de 4 mm., el individuo más alto presentó 0,38 m. a diferencia de los 0,21 m. que esbozó el más bajo. Los de raíz desnuda tuvieron similar comportamiento en cuanto a crecimiento, cabe recordar que para esta medición solamente se consideraron los ejemplares que estaban en buenas condiciones durante ambas mediciones. En cuanto a la altura inicial de éstos, se destaca la máxima de 0,55 m. y la mínima de 0,05 m. El diámetro de cuello de éstos varió desde los 2 mm. en el individuo de menor tallo a los 8 mm. en el de mayor dimensión (Anexo No. 6, en el CD adjunto).

La especie *Myrsine laetevirens* presentó un diámetro de cuello medio de 6 mm. con un desvío estándar de 2 mm., a su vez, a partir de las dos alturas obtenidas se estimó la tasa de crecimiento correspondiente, siendo de 0,04 m. con un desvío de 0,04 m. (Anexo No. 6, en el CD adjunto).

La especie *Schinus lentiscifolius* tuvo un diámetro de cuello medio 6 mm. con 1 mm. de desvío estándar. En este caso, la tasa de crecimiento fue de 0,06 m. con un desvío de 0,03 m. (Anexo No. 6, en el CD adjunto).

En cuanto a *Schinus molle* se destacó un diámetro de cuello medio es de 6,45 mm. y 1,21 mm. de desvío estándar, con una altura media tras la primera medición y

segunda medición de 0,48 y 0,63 m. respectivamente, mostrando una tasa de crecimiento de 0,14 m. con un desvío de 0,13 m. (Anexo No. 6, en el CD adjunto).

Los datos estudiados indican que la especie que presentó mayor tasa de crecimiento fue la anacahuita (*Schinus molle*), con casi 14 cm. de crecimiento, seguido por el molle ceniciento (*Schinus lentiscifolius*), con un incremento medio de 6 cm. Le siguieron los canelones (*Myrsine laetevirens*), con aproximadamente 4 cm. Finalmente se ubicaron los angicos (*Parapiptadenia rigida*) independientemente de la forma en que procedieron las plantas.

En resumen se espera que las especies que tendrán mejor comportamiento para proveer protección para el ganado lechero en los meses estivales sean el canelón y el anacahuita. En función de la arquitectura de la planta, hábito de copa y tipo de follaje, se cree que la sombra será densa y homogénea, brindando mayor defensa contra la radiación directa. Si bien el angico se estima que dará sombra más difusa, es una especie promisoriosa dada su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, sumado a la capacidad de aportar área foliar apta para consumo forrajero. El álamo a su vez coincide con esta última virtud de *Parapiptadenia rigida*.

5. CONCLUSIONES

En la región sur del país no se constataron promedios mensuales de ITH que superaran el rango crítico (>72), a pesar de esto se recomienda tomar medidas de manejo para evitar las horas del día en las que el ITH promedio se hace máximo. Para el período en estudio (diciembre-febrero 2009-2010), a partir de las 9:00 horas hasta las 20:00 horas se observó que más del 50 % de los días el ITH rebasó el umbral crítico, tendiendo su pico máximo en la franja de 13:00 a 15:00 horas en los que el 71% de los días analizados excedieron el umbral. La consecuencia de este fenómeno, en caso de no disponer de buenas condiciones de sombra, se estimó en una pérdida en la producción láctea del orden de 16, 78 lts./vaca, lo que equivale a una pérdida de 2453 lts. en el total del rodeo para todo este período.

En el CRS existe una vasta área de sombra, pero presenta varias limitantes para el manejo del rodeo lechero. Entre ellas se destaca que los rodales no han sido manejados con este fin, presentando una mala distribución en el predio y generando un extenso recorrido hasta la sala de ordeño.

En cuanto a los ensayos de plantación, el análisis de las especies nativas no mostró un menor crecimiento que las exóticas. La especie *Schinus molle* y *Salix humboldtiana* manifestaron mayor crecimiento que la especie *Populus deltoides* cv. *Harvard* (exótica), seguido por la especie nativa *Schinus lentiscifolius*, *Myrsine laetevirens* y finalmente *Parapiptadenia rigida*.

En líneas generales las especies nativas presentaron un buen índice de prendimiento independientemente de la especie. Para este parámetro lo que si condicionó fue el método de procedencia con el que se dispusieron los plantines, reflejado en los bajos prendimientos de las macro estacas de *Salix* y los angico a raíz desnuda. En el caso de la exótica (álamo), lo que condicionó este índice fue la fecha de plantación y el método de extracción de los barbados. Otro punto a resaltar es que tanto nativas como exóticas fueron afectadas por las condiciones climáticas del sitio, como los fuertes vientos (noreste) y la radiación directa; evidenciado por la reiterada sintomatología de ápices secos, defoliaciones, etc. Para atenuar este efecto se sugiere para plantaciones, principalmente de nativas en estos sitios, permitir coexistir la vegetación espontánea y limitarse a hacer un control localizado sobre la base de cada árbol.

Se considera con énfasis que faltan estudios sobre el comportamiento de las especies nativas y se recomienda seguir con el proyecto.

En referencia al impacto que los ensayos tuvieron en el normal funcionamiento del tambo, se concluye que al desarrollarse sobre suelos marginales, no se vio afectado el uso anterior ni la capacidad forrajera del predio. En cuanto a las pasturas, si bien

existió disponibilidad de materia seca en la zonas de plantación, se caracterizó por tener poca aptitud forrajera dadas las características de las especies.

5.1. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

En caso de decidir realizar un proyecto de esta magnitud, es decir, establecer un rodal de especies nativas, se recomienda tomar algunas medidas de forma diferente a las empleadas en la realización de este estudio.

Las nodrizas se deberían plantar al menos dos años antes para que cumplan su cometido.

En caso contrario se sugiere realizar algún mecanismo de protección contra los efectos ambientales.

Se recomienda no alterar la vegetación espontánea, para que ésta pueda amortiguar los vientos y proteger a los árboles nativos contra otros agentes climáticos (radiación solar).

Para la obtención de los ejemplares nativos sería conveniente efectuar un contrato con el vivero con antelación.

Si se continúa con el proyecto sería de utilidad hacer un estudio más específico sobre la modificación del tapiz.

6. RESUMEN

La unidad de lechería del Centro Regional Sur tiene un sistema de producción lechero a escala comercial que ocupa la mayor superficie y demanda un uso intensivo del recurso suelo. Como objetivo de producción se busca perfeccionar el sistema de producción para hacer del él un área demostrativa. Este trabajo define la línea de base del proyecto que busca desarrollar una alternativa técnica que permita incorporar áreas de sombra con plantaciones de especies arbóreas, con la finalidad de prevenir eventuales pérdidas en la eficiencia de conversión pasto-leche provocada por efecto del estrés térmico dadas las altas temperaturas de los meses estivales. El indicador meteorológico utilizado para identificar situaciones de estrés por calor fue el Índice de Temperatura y Humedad (ITH). Se analizó el comportamiento de dicho índice para el período de octubre a febrero (2009-2010) y se lo contrastó con las normales de la región. Se consideraron las horas diarias con $ITH \geq 72$ y la distribución a lo largo de las 24 hs. No se encontraron promedios mensuales con valores que superen el umbral crítico pero sí se llegó a que a partir de las 9:00 hs. hasta las 20:00 en los meses de diciembre, enero y febrero, más del 50% de los días el ITH fue mayor a 72, teniendo su pico máximo entre las 13:00 y 15:00 hs. En estos establecimientos la sombra natural podrá implantarse en suelos con limitantes para integrar la rotación de cultivos, como ser las zonas próximas a los desagües naturales. Las especies forestales exóticas usadas en forma tradicional compiten con suelos forrajeros y son intolerantes a suelos con hidromorfismo acentuado. Por esta razón se establecieron dos ensayos de investigación, uno con especies de rápido crecimiento (salicáceas) y otro con especies arbóreas nativas que, además de crear sombra, permiten establecer ecosistemas nativos logrando aumentos en la biodiversidad y favoreciendo un mayor equilibrio en el ciclo de nutrientes. Se evaluó el comportamiento las especies analizando porcentaje prendimiento y tasa de crecimiento mensual. En el ensayo de salicáceas para *Populus deltoides* cv. *Harvard* (en barbados) se registró un 95 % de prendimiento con un incremento mensual de $0,12 \pm 0,1$ m. Para el sauce criollo (*Salix humboldtiana*) en barbados el prendimiento fue de 80 % y el 20% restante presentan síntomas de estrés, su crecimiento fue de $0,16 \pm 0,9$ m. Para las macro estacas de esta misma especie el prendimiento fue de 53%. Las especies plantadas en el ensayo de nativas fueron *Schinus lentiscifolius*, *Myrsine laeteviren*, *Schinus molle* y *Parapitadenia rigida*. Para el global de nativas el prendimiento fue de 97 %, el 67% se encontraba en buen estado y el resto había brotado desde la base o presentaba síntomas de estrés. Solo el 7 % no logró establecerse. Las mayores bajas se registraron en los *Parapitadenia rigida* a raíz desnuda. La especie que manifestó mejor comportamiento fue *Schinus Molle*, con un prendimiento del 100% y una tasa de crecimiento de $0,14 \pm 0,13$ m.

Palabras clave: Estrés térmico; Índice de temperatura y Humedad (ITH); Especies arbóreas nativas.

7. SUMMARY

The dairy unit belonging to the Southern Regional Center has a commercial scale production system which demands a large area of land and an intensive use the resources on that land. An important objective is to improve the production system to make it a suitable demonstration area. This work defines the baseline of the project to develop an alternative management system which incorporates shaded areas generated by tree plantations. The objective of this management alternative is to prevent possible efficiency losses in the conversion of pasture to milk caused by heat stress in summer months. The weather indicator used to identify heat stress condition is the Temperature and Humidity Index (THI). The behavior of this index was analyzed during the period from October to February (2009-2010) and was compared with the norms of the region, considering the quantity of hours with $THI \geq 72$ and the distribution throughout the day. No monthly averages were found to be above the critical threshold, however from 9:00 hrs to 20:00 hrs in the months of December, January and February more than 50% of the days displayed THI levels higher than 72, with a peak between 13:00 and 15:00 hrs. In this sort of establishment natural shade as a management alternative can be only implemented on soils with limitation for crop rotations, such as natural drainage areas are. The exotic tree species commonly used compete against land available for forage, and at the same time are intolerant to conditions with accentuated hydromorphism. Due to this reason two research plots were established, one with fast growing species (Salicaceae) and the second one with native tree species. In addition to creating shade the native species allows the development of a native ecosystem, enhancing the biodiversity and stabilizing the equilibrium in the natural nutrient cycle. Species response was measured through percentage of surviving trees and monthly growth rate. In the Salicaceae's plot, *Populus deltoides cv. Harvard* (one year cutting) showed a 95% rate of survival and a mean growth of $0,12 \pm 0,1$ m/mth. However, on one year cuttings of native willow (*Salix humboldtiana*) the survival percentage was 80%, 20% showed stress symptoms and the growth reported was 0.16 ± 0.9 m/mth. The same species but cuttings displayed a survival rate of 53%. On the second experimental plot the native species planted were *Schinus lentiscifolius*, *Myrsine laeteviren*, *Schinus molle* y *Parapitadenia rigida*. The overall survival rate was 97%. However 67% was in optimal conditions and the rest of the samples even though they were alive had sprouted from the base or had stress symptoms. Only 7% failed to establish. The greatest losses occurred on bare root seedlings of *Parapitadenia rigida*. The opposite case was *Schinus Molle*, which showed the best response, 100% survival and a growth of $0,14 \pm 0,13$ m/mth.

Keywords: Heat stress; Temperature and Humidity Index (THI); Native tree species.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ALTIERI, M. 1999. Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo, Uruguay, Nordan – Comunidad. 325 p.
2. ARMSTRONG, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *Journal of Dairy Science*. 77: 2044-2050.
3. AZANZA, J.; MACHADO, E. 1997. Efectos de la disponibilidad de sombra en verano, en vacas lecheras con distintos niveles de producción. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 121 p.
4. BARTABURU, D. 2000. La vaca lechera en el verano. Sombra, agua, manejo. (en línea). *Revista Plan Agropecuario*. 94 : s.p. Consultado 17 jun 2010. Disponible en http://www.planagro.com.uy/publicaciones/revista/R94/R94_39.htm
5. BAUCCELLS, J.; FARGAS, O. 2000. Algunas ideas para conocer y mejorar las condiciones adversas del estrés por el calor en vacas lecheras. *Revista Técnica*. 10 : 15 - 18
6. BIANCA, W. 1972. Termorregulación. *In*: Afees, E. S. G. ed. Adaptación de los animales de granja. México, Herrero. pp. 135 – 162.
7. BOTERO, R.; RUSSO, R. s.f. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. (en línea). *In*: Conferencia Electrónica Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica (1998). Proceedings. Roma, FAO. s.p. Consultado 30 feb. 2010. Disponible en <http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/Botero8.htm>
8. BRAGA, M.; GERVASINI, C.; PONCE, F. 2003. Proyecto de desarrollo de la unidad de enseñanza y experimentación en producción lechera del Centro Regional Sur. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 230 p.
9. BRUSSA, C.; GRELA, I. 2007. Flora arbórea del Uruguay con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. Montevideo, Uruguay, Talleres gráficos de Mosca. 544 p.
10. CABRERA, A.; WILLINK, A. 1973. Biogeografía de América Latina. Washington, D.C., OEA. 120 p. (Serie de Biología no. 13)

11. COLLIER, R. J.; DAHL, G. E.; VAN BAALE, M. J. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 89: 1244-1253.
12. CORTIZO, S. 2005. Álamos en el delta del Paraná. In: Norveto, C. recopil. Mejores árboles para más forestadores. Buenos Aires, INTA. pp. 137-160.
13. COZZO, D. 1976. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur. 610 p.
14. DANIEL, O.; COUTO, L. s.f. Una visión general de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles con Eucalipto en Brasil. (en línea). In: Conferencia Electrónica Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica (1998). Proceedings. Roma, FAO. s.p. Consultado 24 may. 2010. Disponible en <http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/daniel21.htm>
15. FAO. 1980. Los álamos y los sauces en la producción de madera y la utilización de las tierras. Roma. 349 p. (Estudio FAO Montes no. 10)
16. FINCH, V.A. 1984. Heat as a stress factor in herbivores under tropical conditions. In: Gilchrist, F.M.C.; Mackie, J. eds. Herbivore nutrition in the subtropics and tropics. Craighall, South Africa, Science Press. pp. 89 - 104.
17. FLAMENBAUM, I. 1994. Factores que afectan la producción lechera en la zona Norte. Informe de consultoría en el “Segundo Proyecto de desarrollo agropecuario”. Montevideo, Comisión Honoraria del Plan Agropecuario. 18 p.
18. FRENCH, J.B. 1994. Current status and trends in animal agriculture in Central America. In: Homan, E.J. ed. Animal agriculture and natural resources in Central America; strategies for sustainability. Turrialba, Costa Rica, USAID/CATIE. pp. 9 - 22.
19. GALLARDO, M. 1995. Una buena sombra significa más leche. *La Propaganda Rural* (Uruguay). 1468: 16 - 19.
20. GIRALDO, V. 1996. El potencial de los sistemas silvopastoriles para la ganadería sostenible. In: Curso de Producción Ganadera Sostenible (1996). Memorias del curso pasturas tropicales. Medellín, Colombia, CORPOICA. pp. 141-172

21. GONZALEZ, F. 2004. Estrategias de manejo para mejorar la producción de sólidos totales en leche de vacas Holando en verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 105 p.
22. GONZALEZ, J. 2007. El estrés calórico en los bovinos. (en línea). Zoociencia, Revista Virtual de Zootecnia. no. 1: s.p. Consultado 27 jun. 2010. Disponible en http://www.udca.edu.co/zoociencia/est_calorico.html
23. HALL, M. 2000. Meet the challenges of heat stress feeding. Fort Atkinson, WI, Howard's Dairyman. 344 p.
24. HARVEY, C.; HABER, W. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. Agroforestry Systems. 44: 37-68.
25. HAWLEY, C.; SMITH, M. 1982. Silvicultura practica. Barcelona, España, Omega. 544 p.
26. HEERMANN, D.F.; KOHL, R.A. 1983. Fluid dynamics of sprinkler systems. In: Jensen, M.E. ed. Design and operation of farm irrigation systems. Madison, WI, American Society of Agricultural Engineers. pp. 583-614.
27. INVERNIZZI, G.; MARZIOTTE, G. 1998. Efectos de diferentes confortos térmicos sobre la producción de leche en verano. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 109 p.
28. JACOBSEN, K.L. 1996. Importancia económica del bienestar animal. Super Campo (Argentina). 2 (17):13-16.
29. LESSER, A. 1995. Alternativas para atenuar los inconvenientes que provocan las altas temperaturas del verano en las vacas lecheras. Infortambo (Argentina). 72:52-54.
30. LOEWE, V. 2003. Arboricultura para producción de madera de alto valor. Una nueva alternativa productiva para el sector silvoagropecuario chileno. Santiago de Chile, Pacífico. 56 p.
31. LOMBARDO, A. 1964. Flora arbórea y arborescente del Uruguay. 2^{da} ed. Montevideo, Concejo Departamental de Montevideo. 151 p.
32. MIÑOS, J.; TRABAL, J. 1990. Comportamiento en vivero de clones de álamos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 228 p.

33. MUÑOZ, J; ROSS, P; CRACCO, P. 2007. Flora indígena del Uruguay, árboles y arbustos ornamentales. Montevideo, Hemisferio Sur. 320 p
34. NASANOVSKY, M.; GARIJO, R.; KIMMICH, R. 2001. Lechería. (en línea). s.n.t. s.p. Consultado 30 jul. 2010. Disponible en <http://www.hipotesis.com.ar/hipotesis/Agosto2001/Catedras/Lecheria.htm>
35. PEZO, D. ; IBRAHIM, M. 1996. Sistemas silvopastoriles, una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. In: Foro Internacional sobre Pastoreo Intensivo en Zonas Tropicales (1º., 1996, Vera Cruz, México). Memorias. Vera Cruz, México, FIRA. s.p.
36. _____. 1998. Sistemas silvopastoriles. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 258 p. (Módulo de Enseñanza Agroforestal No.2.; Materiales de Enseñanza No.40).
37. RAVAGNOLO, O.; MISZTAL, I. ; HOOGENBOOM, G. ; 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, development of heat index function. *Journal of Dairy Science*. 83: 212-2125.
38. ROSSI, C.; TORRÁ, E. Utilización del Álamo y Sauce como recurso forrajero en sistemas silvopastoriles del Delta del Río Paraná, Argentina. (en línea). s.l., Convenio Interinstitucional INTA – Facultad de Ciencias Agrarias de la UNLZ. 5 p. Consultado 15 mar. 2010. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/34-alamo_y_sauce_forrajero.pdf
39. RUIZ, E.; FEBLES, G. 1994. Enfoque acerca del trabajo sobre árboles y arbustos desarrollados por el instituto de Ciencia animal de Cuba. (en línea). In: Conferencia Electrónica Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica (1998). Proceedings. Roma, FAO. Dirección de Producción y Sanidad Animal. s.p. Consultado 24 may. 2010. Disponible en <http://www.fao.org/WAICENT/FaoInfo/Agricult/AGA/AGAP/FRG/AGROFOR1/ICA19.htm>
40. SALVADOR, A. s.f. Efecto del stress calórico sobre el ganado lechero. (en línea). In: Jornadas Nacionales de Actualización en Producción de Leche (1º., 2005, Caracas, Venezuela). Trabajos presentados. s.n.t. Consultado 17 jun. 2010. Disponible en <http://www.dpa.com.ve/documentos/CD1/page12.html>
41. SARAVIA, C.; CRUZ, G. 2003. Influencia del ambiente atmosférico en la producción y adaptación animal. Facultad de Agronomía (Montevideo). Nota técnica no.50. 36 p.

42. _____. _____. 2008. Un índice de temperatura y humedad del aire para regionalizar la producción lechera en Uruguay. *Agrociencia*. 12 (1): 56-60.
43. _____. 2009. Efecto del estrés calórico sobre las respuestas fisiológicas y productivas de vacas Holando y Jersey. Tesis Magíster Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 136 p.
44. SHELTON, H. 1998 The Leucaena Genus; new opportunities for agriculture (a review of workshop outcomes). In: Shelton, H.; Gutteridge, R.; Mullen, B.; Bray, R. eds. *Leucena-adaptation, quality and farming systems*. Canberra, Australia, CSIRO. pp.15-24.
45. THOM, E.C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise*. 12: 57-59
46. TURNER, L.; CHASTAIN, J.; HEMKEN, R.; GATES, R.; CRIST, W. 1989. Reducing heat stress in dairy cows through sprinkler and fan cooling. Paper America Society of Agricultural Engineers. no. 89: 151-188.
47. VALTORTA, S. E.; GALLARDO, M R. 1996. El estrés por calor en producción lechera. INTA. Miscelánea no. 81: 173-185.
48. VAN LIER, E. 2003. Sex differences in response to adrenocorticotropin (ACTH) administration in sheep. Doctoral Thesis. Uppsala, Swedish. Swedish University of Agricultural Sciences. 70 p.